MANUAL DE
PROCEDIMIENTOS DE ENFERMERÍA EN HEMODINÁMICA Y CARDIOLOGÍA INTERVENCIONISTA

Coordinadores

María José Morales Vicente • Elena Calvo Barriuso
Víctor Fradejas Sastre • Francisco Javier García Aranda
David Sánchez Santiago • César Alberto Monteiro Teixeira

aeec
Asociación Española de Enfermería en Cardiología

Boston Scientific
Advancing science for life™

Medtronic

Palex

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE ENFERMERÍA EN HEMODINÁMICA Y CARDIOLOGÍA INTERVENCIONISTA

aeec
Asociación Española de Enfermería en Cardiología

Grupo de Trabajo de Enfermería en Hemodinámica

Coordinadores

María José Morales Vicente • *Elena Calvo Barriuso*
Víctor Fradejas Sastre • *Francisco Javier García Aranda*
David Sánchez Santiago • *César Alberto Monteiro Teixeira*

Boston Scientific
Advancing science for life™

Medtronic

Palex

MERCÉ V.
ELECTROMEDICINA

PHILIPS

BIOTRONIK
excellence for life

SHOCKWAVE MEDICAL

WorldMedica
BRINGING TOOLS FOR EXCELLENCE

© Autores

ISBN: 978-84-697-0208-6

Edita: ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE ENFERMERÍA EN CARDIOLOGÍA.

Obra patrocinada por

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo o por escrito de los titulares del copyright.

ÍNDICE

CAPÍTULO I
CONTEXTO LABORAL DEL PERSONAL DE ENFERMERÍAEN HEMODINÁMICA

Tema 1 PERFIL PROFESIONAL DEL PERSONAL DE ENFERMERÍA EN UNIDADES DE HEMODINÁMICA Y CARDIOLOGÍA INTERVENCIONISTA. 13

Vera Rodríguez García-Abad, Carmela Pedrosa Carrera, Manuel Cortés Rubio, Milagros Ruiz Sierra, María Sáinz González, María José Morales Vicente

Tema 2 NUEVOS ROLES DE ENFERMERÍA EN HEMODINÁMICA: TAVI NURSE 28

Miryam González-Cebrián, Jonatan Valverde Bernal , Ester Bajo Arambarri, Rocío Castillo Poyo, Marc Trilla Colominas , Carmen Neiro Rey , Víctor Fradejas Sastre, Francisco Javier García Aranda, Elena Calvo Barriuso

CAPÍTULO II
SALA DE HEMODINÁMICA

Tema 3 SALA DE HEMODINÁMICA: DESCRIPCIÓN, CARACTERÍSTICAS, MATERIAL Y STOCK, PREPARACIÓN DE LA SALA 49

Cristina Souto Obregón

Tema 4 NORMAS HIGIÉNICAS EN LA SALA DE HEMODINÁMICA 60

Iara García Cellalbo, M. Luisa Cantarero Avilés, Meritxell Usón Ruiz, Paula Díez de los Ríos, Montserrat Palau Durán, David Arias Martos

Tema 5 PROTECCIÓN RADIOLÓGICA. 70

Marina Domínguez Merino, Francisco Javier García Cañedo

CAPÍTULO III
PACIENTE EN LA UNIDAD DE HEMODINÁMICA

Tema 6 VALORACIÓN INICIAL DEL PACIENTE. HISTORIA DE ENFERMERÍA. 87

Majda Radaidan Hazzaoui

Tema 7 CUIDADOS PREVIOS A LOS PROCEDIMIENTOS. 100

Lara Prieto Alejandre, Anabel Torres Ferrer, Anna de la Peña Nolla, Ana Cabezudo Romero

Tema 8 INFORMACIÓN DEL PROCEDIMIENTO. CONSENTIMIENTO INFORMADO 114

César Alberto Monteiro Teixeira

Tema 9 PREPARACIÓN DEL PACIENTE EN LA SALA DE HEMODINÁMICA 120

Iara García Cellalbo, M. Luisa Cantarero Avilés, Meritxell Uson Ruiz, Paula Díez de los Ríos, Montserrat Palau Durán, David Arias Martos

Tema 10 INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DEL CATETERISMO DIAGNÓSTICO Y TERAPÉUTICO 126

Nuria Poza Gómez, María Begoña Santamaría Fernández, Esther Alejandra Duque López, María Estrella Barreñada Copete

CAPÍTULO IV
VÍAS DE ACCESO VASCULAR

Tema 11 VIAS DE ACCESO ARTERIAL 139

11.1. ACCESO RADIAL 139
Ana López Cabrera, Juan Carlos Rubio Ramos

11.2. ACCESO FEMORAL 152
Andrea Carpintero Sánchez, Salvador Encinas Jiménez, Cristina Tevar Gómez, Teresa Guiberteau Díaz, Gina Pi Iborra

11.3. OTRAS VÍAS DE ACCESO. CUBITAL Y HUMERAL 163
Andrea Carpintero Sánchez, Salvador Encinas Jiménez, Cristina Tevar Gómez, David Sánchez Santiago, Cristina Polonio Molero

Tema 12 VÍAS DE ACCESO VENOSO 173
Carmen Aneiros Suanzes, Mariana González Gómez, Guadalupe Zazu Vives

Tema 13 PUNCIÓN ECOGUIADA 189
Rosa M.ª Ropero Salinas, Miriam Triguero Ruiz, Cristina Seguido García

CAPÍTULO V
PROCEDIMIENTOS DIAGNÓSTICOS

Tema 14 CATETERISMO CARDIACO DERECHO E IZQUIERDO. CORONARIOGRAFÍA. PONTOGRAFÍA. VENTRICULOGRAFÍA DERECHA E IZQUIERDA. AORTOGRAFÍA 207
Blanca Garoz Martín, Marta Teresa Villalta Sevilla, Lucía Sánchez Ugena, Marta María Manteiga Díaz, Ana Isabel Moratino Villalba, Celia Catalán Sánchez

Tema 15 BIOPSIA ENDOMIOCÁRDICA 217
Icíar Sánchez Galarraga, Carolina González Andrés, Carlota Saber Pintado Javier Vázquez Alcalá

Tema 16 TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO INTRACORONARIO 229

1. FISIOLOGÍA CORONARIA-GUÍA DE PRESIÓN 229
Virginia Francés Santamaría, Patricia Ruiz Ruiz, Paula Sáez Ruiz, Carolina Agüero Alonso, Claudia Gómez Muñoz

2. ECOGRAFÍA INTRACORONARIA (IVUS) 239
Vera Rodríguez García-Abad, María de la Luz Capote Toledo, María Nieves Gonzalo López

3. TOMOGRAFíA POR COHERENCIA OPTICA (OCT) 246
Patricia Pulgar Trueba, Isabel Martín Alonso Jorge, Monika Wojtysiak Wojcicka, Cristina Mingo López, María García Blázquez, Ana María García Saldaña

4. CORREGISTRO 255
Cristina Mingo López, María García Blázquez, Ana M.ª García Saldaña, Monika Wojtysiak Wojcicka, Patricia Pulgar Trueba, Isabel Martín Alonso Jorge

Tema 17 ESTUDIOS DE HIPERTENSIÓN PULMONAR 265
Raquel Guzmán Carrasco, Inmaculada Ortiz Blanco, Sergio Bellón Álvarez, Almudena Castellanos Ortega, Irene Guerrero Abad, María Vicente Pérez

CAPÍTULO VI
PROCEDIMIENTOS INTERVENCIONISTAS CORONARIOS

Tema 18 ANGIOPLASTIA CORONARIA TRANSLUMINAL PERCUTÁNEA CON BALÓN O STENT 279

M.ª Loreto Barroso Morales, Miriam González García, Manuel J. Hernández Rodríguez, M.ª Pilar Martín Hernández, M.ª Candelaria Nagele Hernández

Tema 19 ANGIOPLASTIA PRIMARIA 292

Jennifer Ortega Condes, Ana Belén Gómez Sanz, Manuel Guerrero Trenado, Samuel Ruiz García, Miguel Ángel Sancho Martín, Esther Villuela Rivero

Tema 20 STENTS ESPECIALES 301

Beatriz Silla Sobrecases, Ignacio Chirivella García, Jaime Morales Alcántara, Laura Lacasta Nebot, Jose María Ramón Ferrandis

Tema 21 TROMBECTOMÍA Y TROMBOASPIRACIÓN 312

Isabel Montero Centeno

Tema 22 TÉCNICAS DE MODIFICACIÓN DE PLACA 323

1. ATERECTOMÍA ROTACIONAL 323

Cristina Tevar Gómez, Andrea Carpintero Sánchez, Teresa Guiberteau Díaz, Gina Pi Iborra, Camino Fernández, Fátima Domingo

2. ATERECTOMÍA ORBITACIONAL 333

Laura Puerta Serén, Ane Aja López, Irina Draghina, Ane Fernández Ingunza, Naiara Sendino Laya

3. ATERECTOMÍA CON LÁSER 341

Xavier Belart Saumell, Ana Maria Piquer Sanz

4. LITOTRIPSIA CORONARIA 352

Cristina Ruiz Sanz, Oscar Páez González, Rubén Viana Guerra, Jesús Rodrigo Pérez, Eduardo Martínez Alonso , Laura Meléndez Martínez

5. BALÓN DE CORTE 359

Joan Alonso Moreno, María Luisa Salor López

Tema 23 OCLUSIONES TOTALES CRÓNICAS 369

Ester Bajo Arambarri, Judit Ruiz Gabaldá

CAPÍTULO VII
PROCEDIMIENTOS INTERVENCIONISTAS ESTRUCTURALES

Tema 24 VALVULOPLASTIA MITRAL PERCUTÁNEA 389

Ignacio S. Rodríguez García, Beatriz Botana Arranz, M.ª Luisa Benítez Laguna, Pilar Sagredo Espallargas, María Laguna Gómez, Ana Fernández Herranz

Tema 25 VALVULOPLASTIA AÓRTICA Y PULMONAR 397

Verónica Sanz López, Silvia Ustero Pardos

Tema 26 CIERRE DE DEHISCENCIA PERIVALVULAR 406

M.ª José Coya Alba, Miriam Fraile Fernández, Víctor Medina Carrillo, Patricia Galván Buitrón, Clara Marín Medina, M.ª Carmen Martín Marín

Tema 27 TRATAMIENTO PERCUTÁNEO DE LA ESTENOSIS AÓRTICA 417

1. VÍAS DE ACCESO PARA TAVI. 417

Joan Benítez Reda, Jordi Marginet Flinch, Marina Poza González, Laura Massanet Delgado

2. PRÓTESIS BALÓN EXPANDIBLES. 425

Elena Quero Fernández, Silvia Campos Alonso

3. PRÓTESIS AÓRTICAS AUTOEXPANDIBLES 436

M.ª Paz Luque Barrero, José M. Vargas Pulido, Pedro Pardo Montilla, Florencia León Boissier, José M.ª Huelva Ramírez, Manuel A. Rey Gómez

Tema 28 TRATAMIENTO PERCUTÁNEO DE LA INSUFICIENCIA MITRAL SEVERA: MITRACLIP Y PASCAL. 444

Nuria Castelló Fosch, Laura Tintorer Jaso

Tema 29 TRATAMIENTO PERCUTÁNEO DE LA INSUFICIENCIA TRICUSPÍDEA 458

1. TRICVALVE® 458

M. R. Martín González, M. J. Calvo Flores, L. Calvo Rivas, P. Calvo Flores, S. Rodríguez Martín, B. Pérez Montejo

2. REPARACIÓN BORDE A BORDE DE VÁLVULA TRICÚSPIDE. 466

Cristina Herrera Álvarez, Silvia González Suárez

3. CARDIOBAND™ 479

Elena M. Rodríguez Velázquez, Cristina Gutiérrez López-Romero, Cristina Villalba Alba

Tema 30 TRATAMIENTO PERCUTÁNEO DE LA VÁLVULA PULMONAR 488

P. Calvo Flores, B. Pérez Montejo, L. Calvo Rivas, M. J. Calvo Flores, S. Rodríguez Martín, M. Martín González

Tema 31 CIERRE PERCUTÁNEO DE OREJUELA IZQUIERDA. 498

Tania Blanco Maestro, Elena Fiandor Gutiérrez, M.ª José Morales Vicente, M.ª Jesús Colino Lamparero, Ana López Soto, Andrea López Arribas

Tema 32 CIERRE DE LA COMUNICACIÓN INTERAURICULAR Y FORAMEN OVAL PERMEABLE 509

Pablo Mouriño Pereiro, Jose R. Lago Quinteiro, Fátima Barral Tafalla

Tema 33 CIERRE PERCUTÁNEO DE COMUNICACIÓN INTERVENTRICULAR (CIV) 519

María del Moral de la Flor, Raúl Méndez Castillo, David López García, María José Morales Vicente

Tema 34 INTERVENCIONISMO EN LA COARTACIÓN DE AORTA 526

Juan Carlos Sánchez

CAPÍTULO VIII
PROCEDIMIENTOS INTERVENCIONISTAS PERCUTÁNEOS ESPECIALES

Tema 35 ENDOPRÓTESIS AÓRTICA 539

Cristina Polonio Molero, Yolanda Bartolomé Fernández, Pau Buigues Caravaca, Iu Serra Elias, Ícar Tribó Miró

Tema 36 PERICARDIOCENTESIS. PERICARDIOTOMIA 551

1. PERICARDIOCENTESIS 551

Carlos Maganto Garrido, Juan Antonio Barroso Pellico, Samara Lopéz Pérez, Tania Martín Peláez, Ana María Medina Reina, María Pilar Núñez Méndez

2. PERICARDIOTOMÍA 558

Carlos Maganto Garrido, Juan Antonio Barroso Pellico, Samara Lopéz Pérez, Tania Martín Peláez, Ana María Medina Reina, María Pilar Núñez Méndez

Tema 37 ABLACIÓN MIOCÁRDICA SEPTAL TRASLUMINAL PERCUTÁNEA 563

Raquel Fernández Sánchez, Eva María Alba Navarro, Sergio Hinojosa Sanz, Lorena Navarro Vegas, Alba Márquez Gallego

Tema 38 DENERVACIÓN RENAL 571

María Sainz González, Mercedes Benito Alfonso, Alonso Rivera Vera, María García Uria, Oria Rodríguez Rambla, Claudia Gómez Muñoz

Tema 39 TRATAMIENTO PERCUTÁNEO DEL TROMBOEMBOLISMO PULMONAR 582

David López García, María del Moral de la Flor, Raúl Méndez Castillo, Raquel Rivas Fernández, Alba Ruiz Palacios, María de la Luz Capote Toledo

Tema 40 TRATAMIENTO PERCUTÁNEO DE LA INSUFICIENCIA CARDIACA: CARDIOMEMS™ y V-WAVE® 592

Judith Serra Gregori, Laia Cortés Marina, Gloria de Diego Martínez, Beatriz Gil Ambrosio, Francisco Javier Lerena Alonso, Mónica Seseras Morante

Tema 41 TRATAMIENTO PERCUTÁNEO DE LA ANGINA REFRACTARIA: REDUCER™ 606

Judith Serra Gregori, Rocío Cuenca Arjona, Ester Martínez Pérez, Elvira Porcel Arrebola, Noelia Rodríguez Fernández, Antonio Tovar Martín

Tema 42 TRATAMIENTO DE FÍSTULAS CORONARIAS 616

Fátima Barral Tafalla, Pablo Mouriño Pereiro, Jose Ramón Lago Quinteiro, Sonia Bao Carro

CAPÍTULO IX
OTROS DISPOSITIVOS USADOS EN EL LABORATORIO DE HEMODINÁMICA

Tema 43 DISPOSITIVOS DE SOPORTE HEMODINÁMICO Y PROTECCIÓN RENAL 629

1. BALÓN DE CONTRAPULSACIÓN INTRAAORTICO 629

Irene Sánchez Fernández, Prudencia Gómez Fernández

2. ASISTENCIA VENTRICULAR EXTERNA IMPELLA 641

Víctor Fradejas Sastre, Silvia González Suárez

3. DISPOSITIVOS DE SOPORTE HEMODINÁMICO Y PROTECCIÓN RENAL: ECMO 656

Lorena Cabrero Sánchez, Alba Vidal Galván, Irene Sánchez Alonso, Beatriz Alonso Gil, Nerea González Díez, Cristina Galindo Merino

Tema 44 DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN: RENAL, CEREBRAL, ENTRE OTROS. 670

1. Dispositivos de protección cerebral: Sentinel, TriGuard, FLOWer 670

Vicente Rubio, Damián Lorenzo, Pablo Benítez, José Miguel Latorre, José Manuel Álvarez, Teresa Rodríguez

2. Dispositivos de protección renal. RenalGuard® 682

Vicente Rubio, Pablo Benítez, José Manuel Álvarez, Teresa Rodríguez, Manuel Benito, Damián Lorenzo

Tema 45 MARCAPASOS TRANSITORIO. 689

Rodrigo Mesa González, Cristina Fernández Fernández, Ángela Herrero Valea

Tema 46 TÉCNICAS DE RESCATE DE CUERPOS EXTRAÑOS 699

Juan Carlos Rubio Ramos, Ana López Cabrera

CAPÍTULO X
PROCEDIMIENTOS DE HEMODINÁMICA EN PEDIATRÍA

Tema 47 CATETERISMO CARDIACO IZQUIERDO Y DERECHO PEDIÁTRICO 711

Juan Andrés Vega Ruiz, Celso Lopezosa Moya, Javier David Pérez Martin, Toñi Burgos

Tema 48 ESTUDIO HIPERTENSIÓN PULMONAR EN PEDIATRÍA 722

Celso Lopezosa Moya, Javier David Pérez Martin, Toñi Burgos

Tema 49 ATRIOSEPTOSTOMIA DE RASHKIND 730

Luis Mariano Sandonís Ruiz, María Jesús Furones Guerra, Laura Agüera Erausquin, María Esther Salcedo Aranguren, Rosalía Incera Muela, Fernando Gómez López

Tema 50 INTERVENCIONISMO SEPTAL PEDIÁTRICO 739

Elena María Rodríguez Velázquez, Cristina Villalba Alba, Cristina Gutiérrez López-Romero

Tema 51 DUCTUS ARTERIOSO PERSISTENTE 750

María Paz González Pérez, Mónica Díaz López, Alicia Criado Marivela, Mónica Rincón Iglesias

Tema 52 INTERVENCIONISMO AÓRTICO PEDIÁTRICO 760

M.ª Sonia López Reusch, M.ª Isabel Plaza Hernández.

1. VALVULOPLASTIA AÓRTICA 760

2. COARTACIÓN DE AORTA. 767

3. STENT AÓRTICO. 771

Tema 53 INTERVENCIONISMO PULMONAR 775

1. VALVULOPLASTIA PULMONAR 775

María Jesús Furones Guerra, Rosalía Incera Muela, José Carmelo Balsa Marco, Miguel Angel Alor Gómez, María Esther Salcedo Aranguren, Luis Mariano Sandonís Ruiz

2. ANGIOPLASTIA PULMONAR Y STENT PULMONAR 781

Manuela Asenjo, Susana Cobos, Carmen Arias, M.ª Isabel Torres, A. Calavia, P. Bueno

3. IMPLANTE DE VÁLVULA PULMONAR 797

Aránzazu Molina Nieto, Jael Voces Álvarez, Mercedes Becerra Sieira, Francisco Javier Zamorano Andrino, María Carmen Lamas Salvado, Carmen Fernández Pérez

Tema 54 STENT EN DUCTUS ARTERIOSO 806

Rosalía Incera Muela, Luis Mariano Sandonís Ruiz, José Carmelo Balsa Marco, Laura Agüera Erausquin, Miguel Angel Alor Gómez, María Jesús Furones Guerra

Tema 55 Perforación de la válvula pulmonar en neonatos con atresia pulmonar con septo interventricular íntegro (APSIVI) 814

Isaac Moll Adrián

CAPÍTULO XI
CUIDADOS DE ENFERMERÍA EN HEMODINÁMICA

Tema 56 CUIDADOS DE ENFERMERÍA EN PROCEDIMIENTOS DIAGNÓSTICOS Y TERAPÉUTICOS CORONARIOS 823

M.ª Jesús Colino Lamparero, M.ª José Morales Vicente, M.ª Luz Capote Toledo

Tema 57 CUIDADOS DE ENFERMERÍA EN PROCEDIMIENTOS ESTRUCTURALES 841

Judit Gómez Carrillo, Laura Sánchez Martínez, Miguel Ángel Martínez López, Sofía López Gilbert, Pablo Barrial Marcos, Joaquín Meroño Gil

CAPÍTULO XII
TÉCNICAS DE HEMOSTASIA Y CUIDADOS DE ENFERMERÍA

Tema 58 HEMOSTASIA FEMORAL 861

Antonio Morlà Rosselló, Agustí Cardell Bonet, Juan Ojeda Rodríguez, Antonio Navas Ortega, Antonio Riera Planells

Tema 59 Hemostasia Radial y Radial Distal 876

Vicente Rubio Alcañiz, Juan Pablo Benítez Martin, Manuel Benito Mayoral, Juan José Latorre Jiménez, Damián Lorenzo García, Teresa Rodríguez Benítez, José Manuel Álvarez Vázquez

Tema 60 HEMOSTASIA DE LA VÍA BRAQUIAL. 893

Aránzazu Molina Nieto, Jael Voces Álvarez, Mercedes Becerra Sieira, Francisco Javier Zamorano Andrino, María Carmen Lamas Salvado, Carmen Fernández Pérez

Tema 61 DISPOSITIVOS DE CIERRES VASCULAR 902

Salvador Santos Vélez, Maria José Álamo López, Ana Cerezo Rodríguez, Manuel Cortes Rubio, Carlos Guerrero Carrera, Inmaculada Rodríguez Gómez

CAPÍTULO XIII
FARMACOLOGÍAEN HEMODINÁMICA

Tema 62 FÁRMACOS EN HEMODINÁMICA PARA ENFERMERÍA: USO, MANEJO Y CONSIDERACIONES CLÍNICAS 921

M.ª Loreto Barroso Morales, Miriam González García, M.ª Candelaria Nagele Hernández

CAPÍTULO XIV
EDUCACIÓN SANITARIA. RECOMENDACIONES AL ALTA

Tema 63 CUIDADOS Y RECOMENDACIONES AL ALTA DEL PACIENTE SOMETIDO A CATETERISMO CARDIACO. 953

María Concepción Prieto Rodríguez

Tema 64 SEGUIMIENTO Y CONSULTA DE ENFERMERÍA 964

Elena Calvo Barriuso, Yolanda Segarra Hueso, Elisabeth César Escobar, Gerard Domene Nieves de la Vega, Montserrat Bertran Martínez, Raquel Zafrilla Nieto

CAPÍTULO XV
ANEXOS

Anexo I ALGORITMOS DE LA RCP. 977

Milagros Ruiz Sierra, Alexandra Soley Martínez, Eduard Pijuan Jiménez, Ana Gutiérrez Siles

Anexo II LISTAS DE VERIFICACIÓN DE INTERVENCIÓN (*Check lists*) 988

Natalia Jiménez Gómez, Sara Melado Corral, Amparo García Morales, Edith Alarcón Balbín, Marta Moraleda Fraile, Marta Galán Redondo

CAPÍTULO I

CONTEXTO LABORAL DEL PERSONAL DE ENFERMERÍA EN HEMODINÁMICA

Asociación Española de
Enfermería en Cardiología

TEMA 1

PERFIL PROFESIONAL DEL PERSONAL DE ENFERMERÍA EN UNIDADES DE HEMODINÁMICA Y CARDIOLOGÍA INTERVENCIONISTA

Vera Rodríguez García-Abad (*), Carmela Pedrosa Carrera (**), Manuel Cortés Rubio (‡), Milagros Ruiz Sierra (·), María Sainz González (··), María José Morales Vicente (*)

(*) Hospital Clínico San Carlos. Madrid. (**) Hospital Virgen de Valme. Sevilla. (‡) Hospital Virgen Macarena. Sevilla. (·) Hospital Universitario Parc Taulí. Sabadell. (··) Hospital Universitario Marqués de Valdecilla. Santander.

1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

1.1 ANTECEDENTES

En 2014, se publicó en España el primer documento de Perfil profesional de Enfermería de Hemodinámica[1]. Fue una iniciativa sin precedentes entre las sociedades científicas de Cardiología, puesto que se proponía un sistema riguroso avalado por las sociedades científicas del corazón, en el que se reconocían unos estándares mínimos de conocimientos y competencias. Posteriormente, este sistema se acreditaría mediante la superación de un Máster Universitario[2] que avalase la adquisición de esos conocimientos y competencias. Existe un precedente en España con titulación, pero sin reconocimiento oficial: el del/la enfermero/a Perfusionista a quienes se les exige tener una formación tipo Máster Universitario para poder ejercer sus funciones como Perfusionista[3]. Sin embargo, a pesar de ser una figura cuya presencia en el quirófano es imprescindible para la realización de cualquier cirugía cardiaca, el Ministerio de Educación tampoco reconoce esta titulación como oficial.

El paradigma de la Especialización y la Acreditación lo ostenta el grupo Canadiense, a través del Canadian Council of Cardiovascular Nurse (CCCN)[4], una organización Canadiense cuya misión se centra en promover los estándares asistenciales de alta calidad para sus pacientes, vela por los intereses de la certificación de estos profesionales en un sistema sanitario público de amplio reconocimiento mundial. Además, este organismo proporciona canales de formación y de conexión entre sus miembros, se encarga de actualizar periódicamente todas las directrices por las que se deben regir profesionales e instituciones para conseguir niveles excelentes en los cuidados que proporcionan. Gracias a instituciones como esta, existe una gran homogeneidad en cuanto a acreditación de profesionales y organización de los equipos multidisciplinares de un área específica.

Muy por detrás del modelo Canadiense, se encuentran las aspiraciones Europeas, cuyos países miembros van desde la absoluta ausencia de criterios de elección o exigencias formativas (como es el caso de Polonia o España) a tener un plan formativo Universitario que se hace voluntariamente (caso de Holanda)[5].

En mayo de 2016, se presentó el Core Curriculum europeo[6] para Enfermeras y Profesionales Relacionados. Este documento, redactado por el grupo de expertos que conforman el Comité de Educación para Enfermeras de la European Asociation of Percutaneous Coronary Interventions (EAPCI), es la base que describe los principios de acreditación de profesionales dedicados al intervencionismo coronario. Proporciona un modelo sobre el que basarse para obtener la acreditación, cuyos requisitos pasan por una formación homogénea y por demostrar una experiencia profesional con base en un número mínimo de procedimientos registrados. El modelo tiene en cuenta la actividad previamente realizada y demostrable del aspirante, a partir de la cual puede acceder a una formación en el nivel que le corresponde a la subsecuente acreditación.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Las enfermedades del sistema cardiocirculatorio continúan siendo la primera causa de muerte, según el INE[7]. En 2023, el 27,1 % de las defunciones en nuestro país se debieron a enfermedades del sistema circulatorio, y el infarto agudo de miocardio las encabeza año tras año. Las enfermedades más prevalentes son la cardiopatía isquémica y la estenosis aórtica severa. Ambas patologías pueden ser tratadas en muchas ocasiones mediante la realización de un cateterismo cardiaco percutáneo, procedimiento que se realiza en los laboratorios de hemodinámica.

La búsqueda de la excelencia se considera la clave de la supervivencia y del éxito de cualquier tipo de empresa u organización, especialmente en sanidad. Las sociedades científicas de nuestro entorno han compartido plenamente esta inquietud, manifestando la obligación ética y la conveniencia profesional de establecer criterios de calidad basados en la evidencia científica que afecten tanto a la infraestructura del escenario clínico, como a la cualificación de los profesionales[1,8]. En consecuencia, se han definido estándares de calidad y se han creado agencias independientes de control, se ha reglamentado minuciosamente la formación de los profesionales y se han elaborado guías de actuación que se actualizan continuamente. También, se han desarrollado sistemas de acreditación y reacreditación dirigidos a establecer criterios de excelencia y a evaluar el nivel de calidad de los profesionales, de los centros y servicios sanitarios[9].

En las últimas tres décadas, el trabajo en el laboratorio de hemodinámica ha sufrido una importante transformación, especialmente en los últimos 10 años con la implementación de nuevas técnicas, lo cual ha conllevado un avance radical. La funcionalidad del laboratorio de hemodinámica ha evolucionado desde el estudio de la anatomía y función cardiaca, hasta la enorme aplicación de las indicaciones diagnósticas y terapéuticas, según las guías de práctica clínica[10,11].

A medida que han ido apareciendo nuevas modalidades diagnósticas y terapéuticas, los requerimientos humanos y técnicos, así como el nivel de formación y competencias del personal, han ido creciendo de forma relevante[1].

Este hecho requiere, por parte de enfermería de hemodinámica, la adquisición de habilidades y conocimientos tanto de fisiopatología, como de las técnicas propias en hemodinámica, de metodología científica como de recursos materiales y humanos.

Todo esto está obligando especialmente a médicos y enfermeras a mantener actualizados sus conocimientos para tener una formación sólida y específica, y así desarrollar con competencia y profesionalidad sus tareas diarias.

1.3 DEFINICIONES

Al revisar las directrices emitidas por algunas organizaciones científicas[12] y diferentes textos legales[10,13], se observa que los términos de acreditación, autorización, homologación, auditoria e inspección se utilizan indistintamente, provocando cierta confusión. Por este motivo, es importante definirlas.

- **Acreditación[11]:** hacer digna de crédito alguna cosa o probar su certeza.
- **Homologación:** equiparar, poner en relación de igualdad dos cosas.
- **Auditoría:** revisión sistemática de una actividad o de una situación para evaluar el cumplimiento de las reglas o criterios objetivos a que aquellas deben someterse.

2. ESTADO ACTUAL DE LA PRÁCTICA DEL PROFESIONAL DE ENFERMERÍA EN HEMODINÁMICA Y EXPOSICIÓN DE NECESIDADES

El avance en la cardiología intervencionista es directamente proporcional al grado de complejidad que entrañan los procedimientos que se realizan en la actualidad, por lo que resulta indispensable, para preservar la seguridad del paciente, definir las competencias y habilidades necesarias del personal de enfermería en hemodinámica.

En nuestro país no existe ninguna ley que defina aspectos tan importantes para la seguridad del paciente como el ratio enfermera / paciente en entorno hospitalario, como en Australia o Canadá, ni tampoco regula la formación acreditada para el desarrollo profesional en unidades como hemodinámica, siendo fundamental establecer unos estándares específicos, unificados y consensuados, que prevengan o den solución a situaciones complejas, mejorando así la calidad de los cuidados y fomentando la seguridad del paciente.

2.1 CONOCIMIENTOS Y EXPERIENCIA BASE NECESARIA PARA LLEVAR A CABO LAS FUNCIONES

Históricamente en la Unidad de Hemodinámica, el Cardiólogo Intervencionista ha trabajado con un equipo multidisciplinar para diagnosticar y tratar la enfermedad cardiovascular. Este equipo está compuesto, en la mayoría de las unidades de Hemodinámica de España, por dos Cardiólogos Intervencionistas, tres Enfermeros/as y un Auxiliar de Enfermería.

Todo el personal del equipo debe estar entrenado en cada una de las funciones que se realizan en su unidad. Entre las enfermeras, estas funciones son las de Enfermero/a Instrumentista, Circulante y Poligrafista. Todos estos roles deben tener una formación específica en algunas materias que se expondrán más adelante, puesto que el domi-

nio de estos conocimientos se hace imprescindible para el desempeño de sus tareas. Asimismo, la formación continuada de los profesionales de enfermería de hemodinámica en España se hace obligatoria, debido a que la implantación continuada de nuevas técnicas exige una formación y actualización en las mismas con la finalidad de dar unos cuidados de calidad.

Por lo tanto, la idea es la de realizar un proceso cíclico y constante de formación-acreditación, con el objetivo de asegurar unos estándares de calidad y seguridad a nuestros pacientes.

Finalmente, la responsabilidad de la técnica de cateterismo es del cardiólogo intervencionista que la realiza, pudiendo este delegar funciones en el/la enfermero/a que le asiste como veremos a continuación.

2.2 REAL DECRETO DE ACREDITACIÓN AVANZADA DEL MINISTERIO

Las especialidades de enfermería se regulan en el RD 450/2005 de 22 de abril[15]. En el art. 2.2, se enuncia que "Corresponde al Gobierno, a propuesta de los Ministros de Educación y Ciencia y de Sanidad y Consumo, previos los informes de la Comisión de Recursos Humanos del Sistema Nacional de Salud, del Consejo Nacional Especialidades en Ciencias de la Salud y del Consejo General de Colegios Oficiales de Enfermería, la creación, cambios de denominación o supresión de las especialidades que el progreso científico y tecnológico aconseje, de acuerdo con las necesidades sociales y de salud".

Existen en la actualidad siete especialidades para enfermería, y la de cardiología quedaría englobada en la Médico-Quirúrgica, área que a día de hoy representa la de mayor extensión, pero, sin embargo, es la que no se ha desarrollado porque no posee un programa formativo.

Mientras tanto, la única opción que tenemos, para el desarrollo profesional en todas sus vertientes, es la vía de acreditación recogida en el RD 639/2015 de 10 de julio[16], que en su art. 1 enuncia que tiene por objeto: "Regular los diplomas de acreditación avanzada como instrumentos para certificar el nivel de formación alcanzado por un profesional sanitario en un área funcional específica (...)". Todo lo que se expone y define para la obtención del Diploma de Acreditación, se recoge, para nuestra área, en el documento del Perfil Profesional de Enfermería en Hemodinámica de la AEEC, publicado con anterioridad al RD 639/2015.

3. FUNCIONES DE ENFERMERÍA EN LOS DISTINTOS PUESTOS EN EL DEPARTAMENTO DE HEMODINÁMICA

3.1 DOTACIÓN DE PERSONAL DE ENFERMERÍA EN LA SALA DE HEMODINÁMICA

Para una atención adecuada y de calidad, es necesario que el número de profesionales en una sala de Hemodinámica sea de tres enfermeros/as para cubrir las funciones de poligrafista, circulante e instrumentista.

Al menos dos de estos/as tres enfermeros/as deben ser expertos/as bajo los requisitos recogidos en el documento de Perfil de la AEEC[8] para poder proporcionar unos cuidados seguros y de calidad durante y después del cateterismo cardiaco.

Todos los profesionales de enfermería que entren dentro del programa de guardia localizada de su centro, deben conocer y dominar todas y cada una de las técnicas y puestos de trabajo descritos en el documento de Perfil de la AEEC para la correcta realización del procedimiento (en el contexto del código infarto o de un paciente con síndrome coronario agudo) y dentro de unos parámetros de seguridad para el paciente.

Nuestra recomendación en cuanto al personal en esta situación (guardia localizada) es que sean como mínimo dos enfermeros/as de la plantilla de hemodinámica quienes asistan a los pacientes, siendo ambos considerados profesionales de enfermería expertos en hemodinámica, según los criterios descritos en el documento ya mencionado.

3.2 COMPETENCIAS Y DISTRIBUCIÓN DEL PERSONAL DE ENFERMERÍA EN LA SALA DE HEMODINÁMICA. DEFINICIONES

Distinguimos tres puestos de trabajo en enfermería:

- **Enfermero/a Instrumentista:** es quien realiza el lavado quirúrgico, prepara el campo y se mantiene en condiciones de esterilidad quirúrgica para ayudar al hemodinamista durante el procedimiento intervencionista como asistente.
- **Enfermero/a Circulante:** es quien actúa dando cobertura tanto a la instrumentista y hemodinamista como atendiendo al paciente en todo momento. Mantiene las medidas de asepsia y esterilidad sin realizar lavado quirúrgico.
- **Enfermero/a de Polígrafo:** es quien se ocupa de los registros (parámetros hemodinámicos y formularios para la historia clínica) e imágenes, cumplimentación de trámites burocráticos (material y gestiones para la canalización del paciente) y del buen funcionamiento del aparataje necesario para la realización del procedimiento.

Cada una de ellas tiene unas funciones específicas. En todo caso, un/a enfermero/a de hemodinámica debe dominar todas las funciones en los tres puestos, así como conocer y dominar los cuidados pre- y poscateterismo.

3.3 DISTRIBUCIÓN DEL PERSONAL DE ENFERMERÍA EN LA SALA DE HEMODINÁMICA. COMPETENCIAS Y REQUISITOS EN FUNCIÓN DE LOS PUESTOS DE TRABAJO

A continuación, se detallan las competencias de cada enfermero/a (Poligrafista, Circulante e Instrumentista) en función del puesto de trabajo que ocupan:

Competencias Generales

1. Capacidad para aplicar la enfermería basada en la evidencia en los cuidados enfermeros dirigidos al paciente.

2. Capacidad para planificar cuidados enfermeros en pacientes con patologías cardiacas antes, durante y después del cateterismo cardiaco.
3. Capacidad para ejercer como miembro del equipo multidisciplinar especializado para la realización de procedimientos diagnósticos, intervencionismos coronarios y estructurales.
4. Capacidad para revisar la historia clínica del paciente: indicación del cateterismo, enfermedad actual y tratamiento médico, antecedentes, ECG, analítica, etc.
5. Capacidad para ofrecer un adecuado apoyo emocional al paciente y familia antes, durante y tras el procedimiento.
6. Capacidad para atender los aspectos físicos y personales del paciente durante el procedimiento proporcionando un ambiente seguro y confortable.
7. Capacidad para proporcionar la información necesaria al paciente y familia antes, durante y tras el procedimiento.
8. Conocimiento y habilidades para realizar las técnicas de Soporte Vital Avanzado, así como obtener y mantener la certificación que así lo acredite.
9. Conocimiento relevante para la revisión del carro de parada en la sala.
10. Conocimiento y capacidad de realización de las siguientes técnicas, sus indicaciones, complicaciones asociadas, y las funciones de enfermería: intervencionismo coronario percutáneo (ICP), ICP en lesiones en bifurcación, ICP en oclusiones totales crónicas, ICP en enfermedad del tronco común izquierdo, ICP en pontografía aorto-coronario, ICP en síndrome coronario agudo con y sin elevación del segmento ST, aterectomía rotacional, trombectomía con catéteres de aspiración de trombo, guía de presión y flujo intracoronaria, ecografía intracoronaria (IVUS), tomografía por coherencia óptica (OCT), balón de contrapulsación intraaórtico, dispositivos de asistencia ventricular (Impella®, Tandem Heart®, etc.), inserción de marcapasos temporal, cierre de comunicación interauricular, cierre de comunicación interventricular, cierre de ductus arterioso persistente y foramen oval permeable, cierre de apéndice auricular izquierdo, implante percutáneo de válvula aórtica TAVI*, valvuloplastia mitral, valvuloplastia aórtica, tratamiento de la insuficiencia mitral mediante «Clip»*.
11. Conocimiento relevante y capacidad para realizar el control hemodinámico del paciente durante el procedimiento reconociendo signos y síntomas de complicaciones y actuando precozmente ante ellos.
12. Conocimiento relevante y capacidad de realización e interpretación electrocardiográfica, detección de patrones anormales y actuación precoz.
13. Conocimiento relevante y capacidad de interpretación de ondas de presión invasivas reconociendo morfologías según las diferentes cavidades.

* En aquellos centros en los que se realiza como un procedimiento rutinario.

14. Capacidad y conocimiento para detectar todas las complicaciones propias del cateterismo cardiaco, incluyendo complicaciones generales, coronarias, vasculares y arrítmicas.
15. Conocimientos y habilidades sobre cómo manejar la farmacoterapia (indicaciones, administración, efectos adversos, antídotos) asociada al intervencionismo coronario percutáneo.
16. Capacidad para identificar las consideraciones importantes intraprocedimiento para el personal de enfermería incluyendo: estado clínico del paciente, utilización correcta de los distintos equipos y dispositivos, y el registro completo de nuestra actividad y de la técnica en la base de datos.
17. Habilidades sobre cómo identificar y saber manejar los introductores, guías, catéteres, balones, stents y demás dispositivos utilizados en la mesa de hemodinámica, apropiados para distintas técnicas intervencionistas y establecer las complicaciones asociadas a su uso.
18. Conocimiento y actualización del material existente, localización y mantenimiento del mismo.
19. Conocimiento relevante y capacidad en materia de protección radiológica (estar en posesión del título de formación correspondiente por categoría).
20. Capacidad de liderar una consulta de enfermería de hemodinámica para la disminución de complicaciones, mejora de los cuidados y satisfacción de los pacientes.

Enfermera Poligrafista

1. Conocimiento relevante y capacidad para rellenar la hoja de chequeo (*checklist*), pre-procedimiento según la práctica local.
2. Capacidad para poner en marcha el equipo de rayos X y fluoroscopia.
3. Capacidad para programar las funciones del equipo, según las necesidades de la técnica.
4. Capacidad y seguridad para operar los equipos de IVUS y OCT y realizar las medidas necesarias de las arterias objeto de estudio.
5. Habilidades adquiridas en cuanto a almacenar las imágenes del cateterismo en el soporte de que el centro disponga.
6. Utilizar las herramientas adecuadas para una correcta documentación y registro del procedimiento (registro de técnicas realizadas, medicación utilizada, complicaciones presentadas, sintomatología del paciente).
7. Conocimiento relevante y capacidad adquirida para la realización del informe de alta de enfermería donde se incluyan todos los datos del procedimiento.
8. Conocimientos relevantes para realizar los cálculos hemodinámicos necesarios, en cada caso, con el polígrafo.

9. Capacidad para la comprobación y registro de datos del paciente en cada uno de los dispositivos con los que se realice la intervención.
10. Conocimiento relevante y capacidad para realizar el control de consumo de material, previsión de uso posterior y cumplimentación de tarjetas de prótesis.
11. Conocimiento relevante y capacidades adquiridas en la calibración de transductores de presión en todos los aparatos que lo requieran.
12. Habilidad para actuar en situaciones críticas o en aquellas que lo requieran, como 2ª circulante.

Enfermera Circulante o de Campo

1. Habilidades adquiridas para obtener el acceso venoso periférico.
2. Habilidades adquiridas en relación con el sondaje vesical.
3. Capacidad para valorar los accesos vasculares necesarios.
4. Conocimientos y habilidades adquiridas para realizar la correcta monitorización del paciente.
5. Conocimiento relevante y habilidades adquiridas para colaborar en la preparación del campo quirúrgico y el acceso vascular.
6. Habilidades adquiridas en preparar un transductor de presión invasiva.
7. Conocimiento y capacidades sobre cómo poner en marcha y operar todo el equipamiento auxiliar necesario durante la técnica: IVUS, OCT, fisiología coronaria, dispositivo de aterectomía rotacional, balón de contrapulsación intraaórtico, marcapasos temporal, transductores de presión, inyectora automática de contraste y otros dispositivos diagnósticos e intervencionistas.
8. Capacidades adquiridas en la realización de distintos test o pruebas analíticas.
9. Conocimiento relevante y capacidades adquiridas en todas las funciones necesarias para una situación de emergencia.
10. Conocimiento relevante y capacidades adquiridas en la preparación de soporte ventilatorio tipo CPAP.
11. Conocimiento relevante y capacidades adquiridas para, en caso de anestesia general o sedación profunda, colaborar ayudando al anestesista.
12. Conocimiento relevante y capacidades adquiridas en el manejo de bombas de perfusión y jeringas de perfusión por bomba.
13. Conocimiento y habilidades adquiridas en la realización y medición de los diferentes parámetros que se realizan en cateterismos derechos.

Enfermera Instrumentista

1. Conocimientos y habilidades adquiridas en la preparación y montaje del campo quirúrgico, dispositivos y técnica estéril.
2. Habilidades y destrezas desarrolladas para la correcta colaboración con el cardiólogo intervencionista durante el procedimiento (diagnóstico o terapéutico).
3. Conocimiento relevante y capacidad para mover el arco en C y la mesa para obtener proyecciones radiológicas adecuadas de las arterias objeto de estudio.
4. Capacidad y habilidades adquiridas en la correcta manipulación de los materiales y dispositivos permitiendo el buen uso durante todo el procedimiento.
5. Conocimiento relevante y capacidad para obtener la canalización del acceso vascular (arterial o venoso) para realizar el cateterismo, como función delegada, así como aplicar dispositivos de cierre vascular percutáneo cuando se delegue esta función.

3.4 FUNCIONES DE ENFERMERÍA DE HEMODINÁMICA EN EL PRE- Y POS CATETERISMO CARDIACO

- Realizar la historia de enfermería donde se incluya antecedentes, factores de riesgo, indicación del procedimiento, tratamiento previo del paciente (especialmente si puede interferir con la realización del cateterismo).
- Exploración de los accesos vasculares y su preparación.
- Reconocimiento y manejo de situaciones de miedo y ansiedad previas al procedimiento.
- Manejo del paciente en shock cardiogénico.
- Monitorización de síntomas como la angina o la disnea (o cualquier otro equivalente anginoso) pre- y posprocedimiento.
- Conocimiento de la técnica de compresión manual, mecánica o por vendaje compresivo y dispositivos de cierre y cuidados de la piel.
- Manejo y monitorización del acceso vascular pre- y poshemostasia, así como comprobar si existen complicaciones de los accesos.
- Articular cuidados de enfermería posprocedimiento necesarios para el personal de la unidad destinataria del paciente e informar oralmente y por escrito (informe de enfermería) de estos cuidados.
- Educación sanitaria del paciente y sus familiares en cuanto a autocuidados poscateterismo.

3.5 EXPERIENCIA Y COMPETENCIA DEL PROFESIONAL DE ENFERMERÍA DE HEMODINÁMICA

En el Documento de la Declaración de Bolonia se destacó la necesidad de unificar los programas educativos dentro de la Comunidad Europea[17]. A partir de esta premisa, el Grupo de la EAPCI desarrolló directrices comunes para el currículum del Profesional de Enfermería en Cardiología Intervencionista. Este esfuerzo marcó el inicio de un proceso de unificación y estandarización de las competencias avanzadas dentro del programa de formación y educación de la enfermería de hemodinámica en Europa.

El Core Curriculum Europeo de la EAPCI[6] establece 5 niveles de experiencia según las competencias adquiridas por el profesional de enfermería de hemodinámica.

Nivel 1. Principiante

Se trata de un profesional sin experiencia previa en la unidad de hemodinámica que comienza su formación en esta área asistencial especializada. Su capacidad para demostrar una práctica de enfermería segura es limitada, por lo que requiere indicaciones constantes, tanto verbales como físicas, por parte de un mentor con al menos un nivel de competencia. Durante esta etapa, adquiere competencias en:

- Preparación del paciente para los procedimientos angiográficos básicos bajo la supervisión de un miembro del personal (nivel competente).
- Instrumenta los procedimientos angiográficos básicos bajo la supervisión de un miembro del personal competente.
- Circula durante un procedimiento angiográfico básico como responsable del bienestar del paciente, asistiendo al instrumentista.
- Cuida al paciente después de un procedimiento angiográfico básico, observa las complicaciones, ayuda en la hemostasia del acceso vascular y da parte adecuado a la unidad receptora del paciente.

Al completar esta formación, el principiante debe ganar confianza y comprensión de las diferentes tareas básicas relacionadas con el intervencionismo.

Nivel 2. Principiante Avanzado

Demuestra un rendimiento marginalmente aceptable, superando al principiante gracias a la experiencia adquirida. Es eficiente y demuestra destreza en ciertas áreas prácticas, aunque su experiencia sigue siendo limitada. Requiere apoyo ocasional en forma de indicaciones y cuenta con la supervisión de un profesional con nivel competente para consolidar su práctica clínica.

- Asiste en la preparación del paciente para todos los procedimientos bajo la supervisión de un miembro con nivel competente.
- Instrumenta todos los procedimientos bajo la supervisión de un miembro del personal competente.

- Circula durante todos los procedimientos como responsable del bienestar de los pacientes, asistiendo al instrumentista.
- Cuida al paciente después de todos los procedimientos, observando las complicaciones, ayuda en la hemostasia del acceso vascular y da parte adecuado a la unidad receptora del paciente.

Cuando se alcanza la realización de la práctica profesional en esta área, sin necesidad de supervisión para cubrir el puesto de trabajo, se les considera competentes.

Al completar esta formación, el principiante avanzado debe ser eficiente sin supervisión para cubrir el puesto de trabajo, se les considera competentes.

Nivel 3. Competente Junior

El profesional de enfermería competente junior demuestra eficiencia, se coordina y tiene confianza en sus acciones. Tiene la habilidad de dominar y administrar, pero todavía le falta la velocidad y eficiencia.

Una vez completado este nivel, demuestra competencias avanzadas en la preparación del paciente, la circulación, la instrumentación y el cuidado posprocedimiento de los pacientes, todo ello sin necesidad de supervisión. Ha perfeccionado sus habilidades y ampliado su conocimiento sobre las posibles complicaciones, lo que le permite intervenir y brindar apoyo de manera efectiva cuando sea necesario. Además, posee la capacidad de aprender nuevas técnicas e integrarlas con éxito en su práctica profesional.

Nivel 4. Competente Senior

El nivel competente senior aborda las situaciones de manera integral, sin centrarse únicamente en los pequeños detalles. Gracias a la reflexión sobre sus experiencias en el laboratorio de hemodinámica, ha desarrollado la capacidad de anticipar eventos en circunstancias específicas y de ajustar estrategias en función de estos. Esto le permite identificar qué aspectos de la situación actual son realmente relevantes.

Al completar este nivel, el profesional competente senior demuestra habilidades avanzadas en la preparación del paciente, la circulación, la instrumentación y el cuidado posprocedimiento, todo ello de manera autónoma. Además, posee los conocimientos necesarios para intervenir y brindar apoyo cuando sea requerido. Tiene la capacidad de aprender nuevas técnicas e integrarlas eficazmente a su práctica profesional. Frecuentemente, asume el rol de líder del equipo, y se espera que cualquier profesional que actúe como entrenador o formador local haya alcanzado este nivel de competencia.

Nivel 5. Experto

El profesional experto posee una comprensión intuitiva y profunda de cada situación, lo que le permite identificar problemas de forma inmediata. Su actuación se basa en un entendimiento integral de la situación, lo que hace que su rendimiento sea fluido,

flexible y altamente competente. Ha desarrollado una habilidad analítica sobresaliente, permitiéndole enfrentar con éxito situaciones para las que no ha recibido entrenamiento previo.

Al completar este nivel, el profesional experto demuestra habilidades avanzadas y es capaz de preparar, circular, instrumentar y cuidar a los pacientes tras un procedimiento, todo ello de manera autónoma. Opera con facilidad y mantiene una comprensión sólida de las situaciones complejas, combinando la intuición con enfoques analíticos para ofrecer una atención de excelencia. A menudo ocupa el rol de especialista clínico, posición que, en muchos países, requiere un título de máster para ser reconocido como experto.

En nuestro país, este nivel se podrá certificar con la obtención de la Acreditación del Profesional de Enfermería Experto en Hemodinámica, según la normativa que se recoge en este documento.

4. PROGRAMA DE ACREDITACIÓN

El Sistema de Acreditación para el ejercicio y la enseñanza de Hemodinámica y Cardiología Intervencionista propone reconocer los logros alcanzados por los profesionales y favorecer las oportunidades de desarrollo profesional. Está dirigido a avalar la capacidad de los enfermeros en la práctica de este tipo de intervenciones. El Programa consiste en:

1. Elaborar y actualizar unos estándares de calidad en la realización de procedimientos de intervencionismo cardiovascular, dirigido a la evaluación y acreditación de los profesionales dedicados a estas actividades que lo soliciten.
2. Desarrollar un método objetivo y riguroso de evaluación y reevaluación de las solicitudes que presenten voluntariamente las personas interesadas en obtener la acreditación.
3. Otorgar un certificado de acreditación con una vigencia determinada (5 años).
4. Renovar dicho certificado cuando concluya el periodo establecido siempre que se vuelva a solicitar voluntariamente y se demuestre que se cumplen los criterios de calidad, aportando nuevos méritos alcanzados.

4.1 PRINCIPIOS

1. **Carácter voluntario:** la acreditación supone un reconocimiento del profesional a su labor, por lo tanto, la solicitud debe ser en todo caso voluntaria.
2. **Objetividad y demostrabilidad:** el que los requisitos descritos en este documento puedan ser valorados de forma objetiva y puedan ser demostrados por los aspirantes para darle al colectivo tanto la credibilidad como el prestigio necesario.
3. **Independencia:** los órganos de evaluación deberán ser independientes para garantizar las mismas exigencias y oportunidades de todos los aspirantes que la soliciten.

4. **Uniformidad:** los órganos de evaluación y acreditación deberán ser totalmente independientes del órgano que expide la acreditación para garantizar las mismas exigencias y oportunidades de todos los aspirantes que la soliciten.

4.2 REQUISITOS PARA OBTENER LA ACREDITACIÓN EN HEMODINÁMICA

Como expertos acreditados y avalados por la AEEC y la SEC, entendemos que los requisitos mínimos para obtener una Acreditación como Enfermero/a en Hemodinámica son:

- Estar en posesión del título de Diplomado o Grado en Enfermería.
- Estar en posesión de un título de formación en materia de Protección Radiológica exigido, acorde a la formación.
- Acreditar 3 años completos (36 meses) de experiencia laboral en un laboratorio de hemodinámica.
- Superar las pruebas de capacitación establecidas y detalladas en la convocatoria.

4.3 VÍA ORDINARIA DE ACREDITACIÓN EN HEMODINÁMICA

En 2014, se publicó el primer documento de Perfil[1] bajo el cual se acreditaron los miembros que lo solicitaron y cumplían los requisitos por vía extraordinaria única, cumpliendo unos requisitos altamente exigentes en términos de experiencia y formación continuada específica en materia de cardiología intervencionista.

Posteriormente, se estableció una vía de acreditación ordinaria, a la que se accede a través de la modalidad de la formación específica, reglada y unificada mediante la superación de un Máster Universitario cuya vigencia es de 5 años. Pasado este tiempo, se puede solicitar la reacreditación aportando la documentación pertinente para la convocatoria.

En el último documento[8], versión 2018.1, se recogía la necesidad de consolidar un proceso cíclico y constante de formación-acreditación que garantizase estándares de calidad y seguridad asistencial.

4.3.1 Temario Máster de Enfemería en Hemodinámica y Cardiología Intervencionista (MEHCI)[18]

El itinerario académico consta de dos cursos, por ello cada dos años se realiza la modificación de los contenidos con base en las actualizaciones e innovaciones acontecidas en ese periodo.

La división del programa se realiza en 12 módulos que contienen 58 temas en su última edición (2022-2024). Se exige la realización de prácticas presenciales durante 10 horas en un hospital virtual, la entrega de un trabajo fin de máster y la superación de un examen que, salvo la primera edición, hasta ahora a consecuencia de la pandemia por COVID-19, se realiza de manera online.

La distribución de contenidos se divide de la siguiente manera:

- **Módulo 1.** Cardiología y generalidades.
- **Módulo 2.** La unidad de hemodinámica y cardiología intervencionista.
- **Módulo 3.** Farmacología en cardiología intervencionista.
- **Módulo 4.** Cuidados e intervenciones de enfermería en las unidades de cardiología intervencionista.
- **Módulo 5.** Accesos vasculares y hemostasia.
- **Módulo 6.** Metodología trabajos científicos.
- **Módulo 7.** Procedimientos diagnósticos.
- **Módulo 8.** Procedimientos intervencionistas coronarios percutáneos.
- **Módulo 9.** SCA e intervencionismo coronario en situaciones de urgencia.
- **Módulo 10.** Intervencionismo estructural.
- **Módulo 11.** Procedimientos intervencionistas percutáneos en patología cardiaca congénita en adultos.
- **Módulo 12.** Procedimientos intervencionistas percutáneos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rodríguez García-Abad V, Álvarez García M, Pedrosa Carrera C, Buendía Martínez S, Lacueva Abad M, Ocariz Aguirre MA, Jurado Feo Juan Francisco. *Perfil profesional del personal de enfermería en hemodinámica y sistema de acreditación de la Asociación Española de Enfermería en Cardiología (AEEC) y de la Sección de Hemodinámica y Cardiología Intervencionista* (SHCI). Santiago de Compostela: Asociación Española Enfermería en Cardiología; 2014.
2. Master de Enfermería en hemodinámica y cardiología intervencionista. [Consultado el 3/4/2024]. Disponible en https://www.masterenfermeriahemodinamica.com/temario-2022-24/
3. Asociación Española de Perfusionistas [Consultado 10/11/2023].Disponible en http://www.aep.es/
4. Canadian Councill of Cardiovascular Nurse [Consultado el 02/04/2024]. Disponible en https://cccn.ca/about/strategic-plan
5. Hinterbuchner L. *The future of allied health professionals in the cathlab - in Europe?* Presented at: PCR2012; 2012 May 17; Paris, France. [Consultado el 24/10/2019]. Disponible en: http://www.pcronline.com/Lectures/2012/The-future-of-allied-health-professionals-in-the-cathlab-in-Europe.
6. Hinterbuchner L, Coelho S, Esteves R, Carson R, Kløvgaard S, Gonçalves L, Windecker S, Zughaft D. *A Cardiac Catheterisation Laboratory Core Curriculum for the Continuing Professional Development of Nurses and Allied Health Professions* [Consultado el 12/03/2024]. Disponible en: https://www.escardio.org/static_file/Escardio/Subspecialty/EAPCI/Documents/Core%20curriculum%20EAPCI%20NAP_160318%20version%201.4%20final.pdf
7. Estadística de Defunciones según la Causa de Muerte. INE [Consultado el 24/2/2024]. Disponible en: https://www.ine.es/buscar/searchResults.do?searchString=%22Estad%C3%ADstica+de+Defunciones+seg%C3%BAn+la+Causa+de+Muerte%22&Menu_botonBuscador=&searchType=DEF_SEARCH&startat=0&L=0

8. Gómez Fernández M, Rodríguez García-Abad V, Pedrosa Carrera C, López Zarrabeitia I, Ocariz Aguirre MA, Lacueva Abad M. Perfil profesional del personal de enfermería en hemodinámica y sistema de acreditación de la Asociación Española de Enfermería en Cardiología (AEEC) y de la Sección de Hemodinámica y Cardiología Intervencionista (SHCI) Version 2018.1. Madrid Asociación Española Enfermería en Cardiología; 2018. ISBN: 978-84-09-03253-2

9. Sistema de Acreditación para el ejercicio y la enseñanza de Hemodinámica y Cardiología Intervencionista dirigido a Profesionales y Unidades de Formación. [Consultado el 3/2/2024]. Disponible en: https://www.hemodinamica.com/institucional/acreditacion/

10. Byrne RA, Rossello X, Coughlan JJ, Barbato E, Berry C, Chieffo A, Claeys MJ, Dan GA, Dweck MR, Galbraith M, Gilard M, Hinterbuchner L, Jankowska EA, Jüni P, Kimura T, Kunadian V, Leosdottir M, Lorusso R, Pedretti RFE, Rigopoulos AG, Rubini Gimenez M, Thiele H, Vranckx P, Wassmann S, Wenger NK, Ibanez B; ESC Scientific Document Group. *2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes*. Eur Heart J. 2023 Oct 12;44(38):3720-3826. doi: 10.1093/eurheartj/ehad191. Erratum in: Eur Heart J. 2024 Apr 1;45(13):1145. doi: 10.1093/eurheartj/ehad870. PMID: 37622654.

11. Gulati M, Levy PD, Mukherjee D, Amsterdam E, Bhatt DL, Birtcher KK, Blankstein R, Boyd J, Bullock-Palmer RP, Conejo T, Diercks DB, Gentile F, Greenwood JP, Hess EP, Hollenberg SM, Jaber WA, Jneid H, Joglar JA, Morrow DA, O'Connor RE, Ross MA, Shaw LJ. 2021 AHA/ACC/ASE/CHEST/SAEM/SCCT/SCMR *Guideline for the Evaluation and Diagnosis of Chest Pain: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines*. Circulation. 2021 Nov 30;144(22):e368-e454. doi: 10.1161/CIR.0000000000001029. Epub 2021 Oct 28. Erratum in: Circulation. 2021 Nov 30;144(22):e455. doi: 10.1161/CIR.0000000000001047. Erratum in: Circulation. 2023 Dec 12;148(24):e281. doi: 10.1161/CIR.0000000000001198. PMID: 34709879.

12. Hinterbuchner L. *The future of allied health professionals in the cathlab - in Europe?* En: PCR2012. París; 17-05-2012. [Consultado el 24/8/2016]. Disponible en: http://www.pcronline.com/Lectures/2012/The-future-of-allied-health-professionals-in- the-cathlab-in-Europe

13. Rodriguez V, Lugtigheid A, Buendia S, Deible R, Wizimirski M, Hinterbuchner L, et al. *Working in the cathlab: European perspectives*. Presented at: EuroPCR 2012; 2012 May 15-18; Paris, France. [Consultado el 24/8/2016]. Disponible en: http://www.pcronline.com/EuroPCR/EuroPCR-2012/Working-in-the-cathlab-European-perspectives.

14. Neubeck L, Ross C, Jones J, Simpson M, Mindham R, Jaarsma T, et al. *The Core Curriculum for Cardiovascular Nurses and Allied Professionals*. Eur J Cardiovasc Nurs. 2023;22(7):e62–e113. doi: 10.1093/eurjcn/zvad035.

15. Real Decreto 450/2005, de 22 de abril, sobre especialidades de Enfermería. Boletín Oficial del Estado, núm, 108 (06-05-2005). Disponible en https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=-BOE-A-2005-7354

16. Real Decreto 639/2015, de 10 de julio, por el que se regulan los Diplomas de Acreditación y los Diplomas de Acreditación Avanzada Boletín Oficial del Estado, núm. 179 (28-07-2015). Disponible en: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A2015-8442.

17. Lahtinen P, Leino-Kilpi H, Salminen L. *Nursing education in the European higher education area - variations in implementation*. Nurse Educ Today. 2014;34:1040–7. doi: 10.1016/j.nedt.2014.03.009.

18. Temario Master de Enfermeria en Hemodinámica y Cardiología intervencionista, edición 2022-2024. [consultado el 3/4/2024] disponible en https://www.masterenfermeriahemodinamica.com/download/Programa_MEHCI_IV__2022-2024.pdf

TEMA 2

NUEVOS ROLES DE ENFERMERÍA EN HEMODINÁMICA: TAVI NURSE

Miryam González-Cebrián(*), *Jonatan Valverde Bernal* (**), *Ester Bajo Arambarri* (**), *Rocío Castillo Poyo*(‡), *Marc Trilla Colominas* (·), *Carmen Neiro Rey* (··), *Víctor Fradejas Sastre*(¤), *Francisco Javier García Aranda*(⁒), *Elena Calvo Barriuso*(‡)

(*) Enfermera del Hospital Universitario de Salamanca. Salamanca. (**) Enfermero del Hospital de la Santa Creu i Sant Pau. Barcelona. (‡) Enfermera del Hospital Universitario de Bellvitge. Hospitalet de Llobregat. (·) Enfermero del Hospital Clínic de Barcelona. Barcelona. (··) Enfermera del Hospital Clínico Universitario de Santiago de Compostela. A Coruña. (¤) Enfermero del Hospital Universitario Marqués de Valdecilla. Santander. (⁒) Enfermero del Hospital Universitario Central de Asturias. Oviedo.

PRÓLOGO

El procedimiento TAVI ha experimentado un crecimiento exponencial en todo el mundo en los últimos años, y las enfermeras de Hemodinámica han asumido nuevas funciones que complementan las tradicionales, como la instrumentación, circulación y poligrafía. Su participación se extiende ahora a todo el proceso asistencial de los pacientes con estenosis aórtica[1].

Actualmente, existen diversas consultas de enfermería, como la consulta precateterismo, la consulta para el control y seguimiento de pacientes expuestos a altas dosis de radiaciones ionizantes y la consulta de patología estructural. La evidencia científica respalda la utilidad y eficacia de las consultas de enfermería preprocedimiento, demostrando que contribuyen a reducir las complicaciones posoperatorias, mejorar la satisfacción tanto de los pacientes como de sus familias y disminuir la ansiedad asociada[2].

La figura TAVI Nurse, como nuevo rol enfermero, surge ante la necesidad de organizar un procedimiento complejo que implica un equipo multidisciplinar y que precisa de valoraciones preprocedimiento, pruebas diagnósticas y educación sanitaria específica, así como de un seguimiento.

En este contexto, ante la diversidad de combinaciones surgidas en los diferentes centros y apoyados en la evidencia creada, sobre todo, por nuestras compañeras canadienses y del mundo anglosajón, el Grupo de Trabajo de Hemodinámica de la Asociación Española de Enfermería en Cardiología elaboró un Documento de Consenso sobre la figura “TAVI Nurse”, cuyo objetivo es unificar las competencias exigibles y las funciones a desarrollar por quien ejerza este nuevo rol. Este documento ha sido publicado en la Revista Enfermería en Cardiología en el año 2022[3].

1. INTRODUCCIÓN

La estenosis aórtica severa (EA) es la enfermedad valvular más frecuente en países desarrollados y su aumento está relacionado con la prolongación de la esperanza de vida y el envejecimiento de la población[4,5]. Su prevalencia estimada es considerable, siendo del 2,5 % y hasta un 7 % en mayores de 65 años[6]. Los pacientes pueden permanecer asintomáticos muchos años, pero una vez que comienzan los síntomas, la EA progresa rápidamente y, sin intervención, tiene una mortalidad del 50 % a los 3 años[7,8].

Un 30-40% de los pacientes con EA severa no son candidatos a cirugía por sus comorbilidades, fragilidad y alto riesgo quirúrgico, lo que ha impulsado a que el implante valvular aórtico percutáneo (*Transcatheter Aortic Valve Implantation* - TAVI) se haya convertido en el tratamiento de elección para pacientes con EA severa de alto riesgo y, además, una alternativa válida a la cirugía para pacientes de riesgo quirúrgico intermedio, y bajo para pacientes seleccionados. Esto manifiesta un cambio de paradigma en el tratamiento de la enfermedad valvular cardiaca, existiendo una transición a procedimientos TAVI mínimamente invasivos que permiten una reducción de la estancia hospitalaria, minimizan el uso de recursos sanitarios y optimizan los resultados finales sin que se vean aumentadas las complicaciones ni la mortalidad[6,7,9-19].

En el Registro Nacional de Actividad en Cardiología Intervencionista de la Sociedad Española de Cardiología del año 2022[20] **(Figura 1)**, se observa un aumento exponencial en los últimos años de este tipo de procedimientos. Por ello, es necesario el desarrollo de programas TAVI, que sitúen al paciente en el centro del proceso, garanticen una toma de decisiones de forma multidisciplinar y que velen en todo momento por la calidad asistencial y la seguridad de estos pacientes.

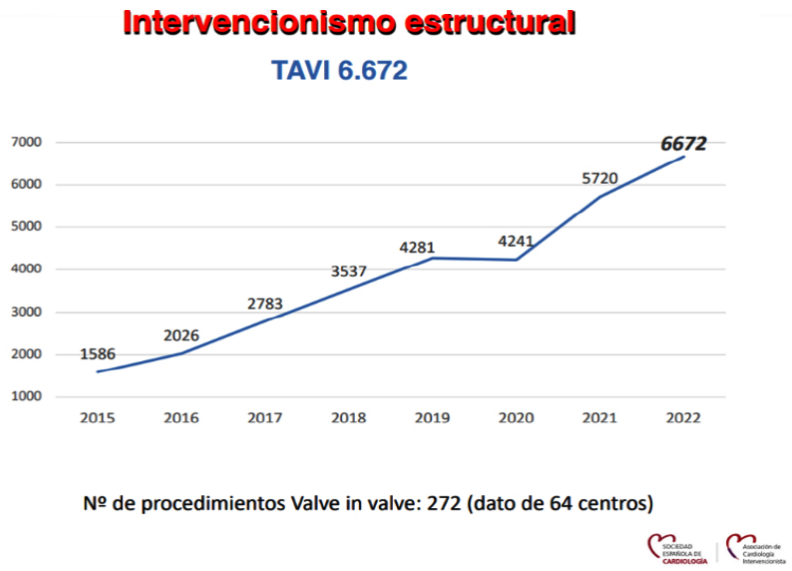


Figura 1. Número de procedimientos de TAVI a nivel nacional en 2022[20] (64 centros).

El programa TAVI debe incluir la creación de un equipo del corazón [HEART TEAM (HT) o TAVI TEAM (TT)] específico para estos procedimientos, formado por un equipo multidisciplinar que interviene directa o indirectamente en la toma de decisiones evaluando la idoneidad, riesgo y beneficio de esta técnica. Aunque su composición varía de unos centros a otros, este equipo suele estar formado por cardiólogos clínicos, cirujanos cardiacos, cardiólogos intervencionistas, anestesistas, geriatras, especialistas en imagen cardiaca, cirujanos vasculares y enfermeras, pudiendo incluir, si el caso lo requiere, otras especialidades o profesionales sanitarios[6,11,15].

La selección adecuada de los pacientes es también imprescindible para optimizar recursos y obtener buenos resultados, facilitando una atención de calidad y promoviendo una continuidad en los cuidados, teniendo la enfermera un papel principal en todo el proceso.

Es fundamental dar prioridad a una adecuada preparación del paciente antes del procedimiento TAVI, en la que la enfermera desempeña un papel clave gestionando el proceso previo y asegurando la realización de las pruebas necesarias para un diagnóstico eficaz y seguro. Además, se proporciona una educación sanitaria integral que prepara tanto al paciente como a su familia antes de la intervención, acompañada de una planificación del alta orientada a coordinar todo lo necesario para su recuperación[6].

El seguimiento de los resultados es igualmente crucial, no solo desde el punto de vista clínico, sino también considerando la experiencia del paciente, lo cual contribuye a identificar áreas de mejora. Las competencias y experiencia de la enfermera, junto con su papel activo en el proceso, son fundamentales para liderar el programa TAVI, garantizando su eficacia y sostenibilidad. Su especialización en atención cardiovascular fortalece la capacidad para gestionar las demandas de los pacientes sometidos a este procedimiento y facilita la cohesión entre los distintos especialistas. Además, la enfermera participa activamente en la gestión y coordinación de todas las fases del programa TAVI.

El constante crecimiento a nivel mundial de esta técnica ha requerido profesionalizar el programa TAVI en los centros con gran volumen con la creación de un coordinador del programa (TAVI Coordinator). En diferentes centros a nivel mundial, la enfermera desempeña esta labor, demostrando así su capacidad de gestión y coordinación de equipos multidisciplinares en este contexto[11].

En el contexto actual, caracterizado por un creciente número de pacientes atendidos con la misma capacidad de camas disponibles y con perfiles clínicos complejos que requieren un estudio previo exhaustivo, la figura TAVI Nurse es fundamental para garantizar un proceso asistencial eficaz y eficiente. Su labor es clave para asegurar, en todo momento, la calidad, la seguridad del paciente y la continuidad de los cuidados.

Paralelamente, los hospitales están realizando importantes esfuerzos para adaptar sus procesos y programas, centrando sus acciones en el paciente. Esto incluye valorar su experiencia y satisfacción, así como fomentar un enfoque que empodere e informe al paciente, promoviendo una verdadera toma de decisiones compartida. Este enfoque implica un cambio de mentalidad y de paradigmas, en el que la enfermera TAVI asume un rol de gran protagonismo[21,22].

2. ROL TAVI NURSE

La incorporación de la enfermera en el HT ha sido vital para el desarrollo de una figura enfermera específica conocida como "TAVI Nurse"[6].

El rol TAVI Nurse surge para mejorar la calidad asistencial y los resultados clínicos en pacientes tributarios de implantación de válvula aórtica percutánea.

La experiencia de enfermeras en Canadá, Estados Unidos y Reino Unido ha permitido generar evidencia sobre este rol. En literatura específica se detallan recomendaciones para mejorar las prácticas clínicas de enfermería en pacientes TAVI y desarrollan el rol "TAVI Nurse" y "TAVI coordinator". Para ello, se han descrito los roles, tareas y competencias del rol TAVI Nurse, poniendo de manifiesto el rol de liderazgo propio de la enfermera[6]. Hawkley et al[15] describieron las competencias y responsabilidades del rol, siendo este un paso importante para la creación de la figura TAVI Nurse en otros centros. Los conocimientos que deben tener estas enfermeras junto con las competencias y responsabilidades fueron actualizados recientemente, como se refleja en la siguiente tabla[23]:

TABLA 1. Tabla de competencias y responsabilidades de la TAVI Nurse.

COMPETENCIAS Y CONOCIMIENTOS BÁSICOS	RESPONSABILIDADES
1. **Experiencia en cuidado cardiovascular:** • Enfermería cardiovascular. • Conocimiento especializado en valvulopatías. • Conocimiento especializado de TAVI.	1. **Liderazgo del programa:** • Sirve como miembro esencial y central del Heart Team. • Apoya y lidera el desarrollo del programa TAVI. • Participa en la evaluación del programa y la mejora de la calidad para mejorar los resultados.
2. **Conocimientos especializados en la atención a pacientes con estenosis aórtica:** • Enfermedad cardiaca compleja, múltiples comorbilidades y fragilidad.	2. **Facilitación de procesos de atención centrados en el paciente:** • Desarrolla procesos y vías clínicas fluidos y centrados en el paciente. • Desarrolla vías de evaluación, incluidas pruebas de diagnóstico y evaluación funcional. • Realiza triaje clínico y gestión de listas de espera. • El caso gestiona pacientes hospitalizados urgentes y derivaciones interhospitalarias. • Facilita las referencias a consultores de subespecialidad. • Facilita y contribuye a la toma de decisiones de tratamiento multidisciplinares. • Coordinación de planificación, admisión y seguimiento de procedimientos.

3. Habilidades de evaluación clínica: • Evaluación cardiovascular integral. • Evaluación de la fragilidad y el estado funcional.	**3. Desarrollo de vías de comunicación:** • Lleva a cabo educación para pacientes y familiares y promueve la toma de decisiones compartida. • Lidera la comunicación con el Heart Team. • Facilita la comunicación con la administración para fines de planificación.
4. Educación del paciente y su familia: • Evaluación de las necesidades de aprendizaje para individualizar la enseñanza. • Habilidades de enseñanza al paciente y a su familia. • Realización de la toma de decisiones compartida.	
5. Coordinación de procesos complejos de atención: • Conjunto de habilidades organizativas para desarrollar e individualizar vías de evaluación y planificación de procedimientos.	
6. Liderazgo clínico: • Habilidades de liderazgo para contribuir al Equipo del Corazón. • Liderazgo administrativo para desarrollar la eficiencia del programa.	

* Fuente Lauck, et al[23].

En los últimos años, se han comenzado a publicar resultados sobre el impacto de la figura de la TAVI Nurse y la implementación de su programa en diversos países. Algunos estudios destacan su influencia en la mejora de resultados de salud, como la reducción de los días de estancia hospitalaria, evidenciada en investigaciones como el estudio COORDINATE[24] y BENCHMARK[25,26]. Además, recientemente se han publicado artículos centrados en la experiencia y satisfacción del paciente[27-29], alineados con el enfoque de colocar al paciente como el eje central en el diseño de los procesos asistenciales.

No obstante, aún se requieren más estudios que respalden la importancia de esta figura y su impacto en los resultados, ya que las investigaciones disponibles son de carácter local, con muestras poco representativas. Esto se debe a que la figura de la TAVI Nurse aún no está implementada de manera uniforme en todos los países ni en todos los centros hospitalarios.

3. CUIDADOS PREVIOS AL PROCEDIMIENTO TAVI

Una vez se establece el diagnóstico del paciente, previo a la indicación del tratamiento percutáneo, se debe realizar una visita enfermera pre-TAVI con el fin de velar por la seguridad del paciente, educar sobre el procedimiento y evaluar al paciente en diversos aspectos. La consulta se divide en tres partes.

3.1 PRIMERA PARTE: REVISIÓN DE HISTORIA CLÍNICA

En la fase inicial de la consulta se evalúa la historia clínica del paciente y se hacen preguntas de control sobre:

- **Alergias:** especialmente a contraste yodado, antibióticos o látex. Si hay alergias, se sigue el protocolo del centro para garantizar la seguridad del paciente.
- **Analítica previa:** se revisa hemograma, hemoglobina, función renal y razón normalizada internacional (INR) en pacientes con anticoagulantes orales.
- **Tratamiento habitual:** si el paciente toma anticoagulantes orales, se considera suspenderlos antes de la intervención, siguiendo el Documento de Consenso de manejo perioperatorio y periprocedimiento del tratamiento antitrombótico del Grupo de Trombosis Cardiovascular de la Sociedad Española de Cardiología[30].
- **Se verifica que las pruebas necesarias para el TAVI estén hechas y sus resultados en la historia clínica:** Ecocardiograma y TAC cardiaco y de accesos vasculares. En algunos casos, la revascularización previa a la TAVI no se recomienda, salvo en casos de SCA[31], por lo que el cateterismo cardiaco ya no se solicita en muchos centros. La "visita preanestésica" puede ser necesaria dependiendo del tipo de acceso utilizado en el procedimiento TAVI. En algunos centros, la TAVI Nurse también solicita pruebas en esta fase.

3.2 SEGUNDA PARTE: INFORMACIÓN SOBRE EL PROCEDIMIENTO Y RECOMENDACIONES

El objetivo en esta segunda parte es preparar al paciente para el procedimiento y el alta, informando sobre el procedimiento, el tiempo de ingreso, las complicaciones, los cuidados en casa, las medidas dietéticas y de ejercicio, los factores de riesgo cardiovascular y las recomendaciones previas al ingreso. Se resuelven dudas y se planea el alta para ofrecer tranquilidad.

3.3 TERCERA PARTE: VALORACIÓN INTEGRAL DEL PACIENTE

Según guías europeas de 2021, la TAVI no se recomienda en pacientes con comorbilidades graves si no mejora la calidad de vida o supervivencia al año[32]. Se valoran síndromes geriátricos, autocuidado, fragilidad y calidad de vida para decidir el tratamiento y predecir complicaciones. Cada vez en más centros son las enfermeras quienes realizan esta evaluación, que también incluye riesgo nutricional y sociofamiliar.

Los test o escalas utilizadas son herramientas validadas, algunas ya estudiadas en pacientes con estenosis aórtica, y otras validadas en paciente con patología general. Su elección dependerá del equipo de cada hospital **(Figura 2)**.

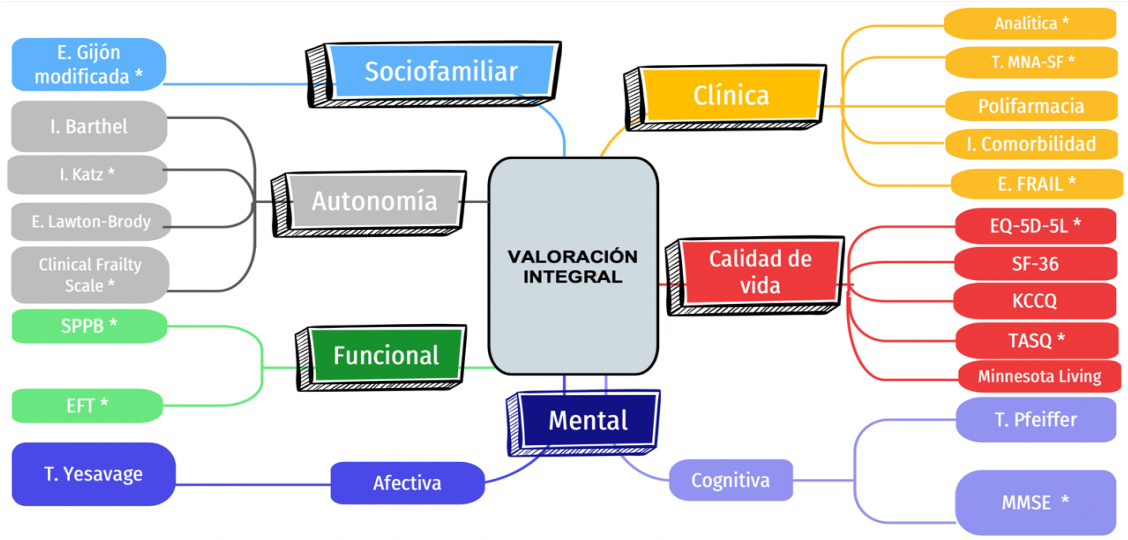


Figura 2. Escalas de valoración integral. Marcadas con * las más utilizadas en pacientes con estenosis aórtica. Figura Ad hoc. SPPB: Short Physical Perfomance Battery; EFT: Essential Frailty Toolset; MNA-SF: Mini Nutritional Assessment Short Form; EQ-5D-5L: European Quality of Life Fife Dimension Five Level Scale; SF-36: Short Form-36; KCCQ: Kansas City Cardiomyopathy; TASQ: Toronto Aortic Stenosis Quality of Life Questionnaire; MMSE: Mini-Mental State Examination.

3.3.1 Fragilidad

La fragilidad es un síndrome geriátrico que implica deterioro de la reserva fisiológica y mayor vulnerabilidad ante estresores, con riesgo aumentado de morbimortalidad, mostrando reducciones en masa muscular, fuerza, resistencia y actividad[32,33].

Las herramientas de detección de fragilidad deben ser sensibles, específicas, rápidas de administrar, validadas para detección y no requerir equipo específico[33].

La fragilidad puede cambiar y su evaluación debe servir para pronóstico e intervenciones de prehabilitación y rehabilitación cardiaca según necesidades.

Se han estudiado escalas para detectar fragilidad en la estenosis aórtica, buscando una herramienta válida, fiable y fácil de usar[34]. La siguiente tabla, publicada por Diez-Villanueva et al[35], muestra las principales herramientas utilizadas para la medición de la fragilidad y su capacidad predictiva en la estenosis aórtica **(Tabla 2)**.

En las guías de 2021 sobre el manejo de la enfermedad valvular de la Sociedad Española de Cardiología[32], se reafirma la importancia de evaluar la fragilidad, recomendando el uso de la herramienta Essential Frailty Toolset (EFT)[33,37]. Entre las escalas más utilizadas a nivel internacional destaca la Short Physical Performance Battery

(SPPB)[38], que se caracteriza por su facilidad de aplicación, sin requerir prácticamente instrumentos especializados.

TABLA 2. Ventajas e inconvenientes de los índices de fragilidad en pacientes con estenosis aórtica.

ÍNDICE	COMPLEJIDAD	TEST FÍSICO	ANALÍTICA	CAPACIDAD PREDICTIVA EN EAO
FRAIL	+	-	-	¿?
FRIED	++	+	-	+
CLINICAL FRAILTY SCALE	+	-	-	+
ESSENTIAL FRAILTY SCALE	+++	+	+	++
GREEN SCORE	+++	+	+	+
VELOCIDAD DE LA MARCHA	++	+	-	+
SPPB	++	+	-	+

Traducido de: Díez-Villanueva et al[35].
SPPB: short physical perfomance battery, AS: aortic stenosis

También es ampliamente utilizada la *Clinical Frailty Scale*[34] (CFS) basada en una evaluación subjetiva del profesional sanitario del estado funcional a través de 9 niveles.

3.3.2 Dependencia

Una de las escalas recomendadas para evaluar la dependencia en el paciente con enfermedad valvular es el *índice de Katz*[39,40].

Otras escalas ampliamente utilizadas por su facilidad y conocimiento son el *índice de Barthel*[41], para las actividades básicas de la vida diaria, y la *escala de Lawton y Brody*[42], para las actividades instrumentales de la vida diaria.

3.3.3 Deterioro cognitivo

La presencia de deterioro cognitivo es un aspecto que debe valorarse de forma individualizada en cada paciente por parte del equipo multidisciplinar, siendo el test más utilizado el *test de Pfeiffer*[43] (Short Portable Mental Status Questionnaire [SPMSQ]) o el Mini-Mental State Examination[44] (MMSE).

3.3.4 Calidad de vida

Para evaluar la calidad de vida relacionada con la salud (CVRS) existen diversos instrumentos específicos validados. Los más ampliamente utilizados para la evaluación en los pacientes con estenosis aórtica son: European Quality of Life Five Dimension Five Level Scale (EQ-5D-5L)[45], Short Form-36 (SF36)[46], Minnesota Living With Hearth Failure Questionnaire (MLHFQ)[47] y Kansas City Cardiomyopathy (KCCQ)[48].

En los últimos años se ha diseñado y validado el Toronto Aortic Stenosis Quality of Life Questionnaire (TASQ)[49], siendo el primer cuestionario específico para la evaluación de la CVRS en pacientes con estenosis aórtica.

3.3.5 Otros factores que se pueden valorar son

- Valoración sociofamiliar mediante la escala de Gijón modificada[50]; que permite la detección de situaciones de riesgo o problemática social a partir de 5 ítems.
- Valoración nutricional: cribado para medir riesgo de desnutrición, el índice de masa corporal y el porcentaje de grasa corporal. Se puede emplear escalas como el Mini Nutritional Assessment Short Form (MNA-SF)[51], el Malnutrition Universal Screening Tool (MUST)[52] o el COntrolling NUTritional status (CONUT)[53].
- Valoración de estado de ánimo mediante el test de Yesavage[54].

Últimamente se han sugerido mediciones de las dimensiones del músculo psoas (mediante TAC) como parámetros de sarcopenia y fragilidad[55]: Se mide en la tomografía computarizada en el borde inferior de la tercera o cuarta vértebra (L3 o L4). Se sugiere los siguientes valores de corte: Índice área Psoas (PAI) bajo para hombres: < 8,5 cm^2/m^2 y PAI bajo para mujeres: < 6,5 cm^2/m^2.

4. CUIDADOS POSTERIORES AL PROCEDIMIENTO TAVI

En el contexto del paciente recién intervenido de implantación de válvula aórtica percutánea se debe realizar una supervisión y seguimiento desde la salida inmediata del quirófano hasta el alta hospitalaria.

Así pues, durante la fase hospitalaria posprocedimiento, la TAVI Nurse realiza un seguimiento evolutivo activo y de las eventuales complicaciones, tanto en cuidados críticos como en hospitalización. Para ello, dicha figura deberá ofrecer orientación, atención y apoyo a las enfermeras tratantes en los diferentes servicios. Las actividades[56] que debe realizar en esta fase son:

- Dialogar de forma constante con la enfermera responsable de sus curas y cuidados, brindando un apoyo educacional y de resolución de dudas en todo momento.
- Favorecer la movilización temprana del paciente.
- Coordinar el implante de marcapasos definitivo en caso de que sea necesario.
- Asegurarnos la realización de electrocardiograma y ecocardiograma previo al alta.

- Programar pruebas y visitas posteriores al alta.
- Reforzar con el paciente y la familia conceptos educacionales realizados en la consulta pre-TAVI y velar en todo momento por su seguridad, garantizando un proceso de alta seguro y eficaz.

Tras el alta, la TAVI Nurse será la encargada de gestionar y realizar el seguimiento posprocedimiento. El protocolo de seguimiento de enfermería depende de cada centro. Se recomienda una consulta precoz (1 semana a 3 meses) y al menos un seguimiento a largo plazo (de 6 meses a un 1 año)[56 - 59].

En el seguimiento programado tras el alta hospitalaria, es preciso realizar un seguimiento evolutivo de sintomatología y de complicaciones según los protocolos establecidos. Dependiendo de las necesidades del paciente y del protocolo de cada centro, se diseñará un calendario de consultas y pruebas diagnósticas para ello. El seguimiento puede ser llevado a cabo por la TAVI Nurse con supervisión de protocolos y trayectorias clínicas previamente diseñadas.

Durante el seguimiento de enfermería pos-TAVI[3] se debería:

- Reforzar la información recibida en la consulta pre TAVI y en el proceso hospitalario, tanto al paciente como a la familia.
- Evaluar necesidades tras el alta hospitalaria y programar actuaciones para cubrirlas.
- Reevaluar de forma integral al paciente y compararlo con su estado previo en diferentes variables como su calidad de vida, autonomía, fragilidad o estado anímico.
- Reevaluar el factor social y el apoyo familiar tras el alta para la cobertura de cuidados.
- Realizar apoyo emocional al paciente y la familia.
- Realizar seguimiento de complicaciones ya objetivadas en el ingreso, detectar complicaciones tardías y gestionar el circuito de diagnóstico y tratamiento.
- Realizar seguimiento de los pacientes incluidos, si es el caso, en el programa de rehabilitación cardiaca con el objetivo de mejorar la capacidad funcional, la calidad de vida y controlar los factores de riesgo cardiovasculares asociados al paciente TAVI[60].
- Valorar la satisfacción y experiencia del paciente durante su “Patient Journey” TAVI[61].

Durante el seguimiento precoz y a largo plazo es preciso realizar una estrecha vigilancia de posibles complicaciones posteriores y tardías tras el procedimiento. Para ello se deberá identificar de forma rápida potenciales complicaciones y educar a los pacientes sobre los signos y síntomas de alarma tras el alta. Además, se debe gestionar de forma eficaz el diagnóstico/tratamiento de dichas complicaciones. Entre las complicaciones más frecuentes en la TAVI que se deberían comprobar en el segui-

miento destacan el trastorno arrítmico que precisa implantación de marcapasos, el ictus isquémico, la insuficiencia renal aguda, la disfunción protésica o insuficiencia paravalvular y las complicaciones vasculares[3,62-65].

La sintomatología que debemos tener presente en las consultas posintervención son la disnea y cuantificar su graduación, fatiga, edemas maleolares, dolor torácico y mareos. Además, nos permitirá comparar con el control previo pre-TAVI. También es importante evaluar la clase funcional NYHA pre y posintervención para evaluar el impacto del procedimiento.

ALTA PRECOZ Y TAVI AMBULATORIA

La correcta evaluación de los pacientes previos a la intervención, la evolución de las técnicas y los dispositivos, que permiten disminuir las complicaciones potenciales durante el procedimiento, sumado a la presión asistencial ejercida en las unidades de críticos, debido al aumento de procedimientos de implante de TAVI[66], hace que en un subgrupo de pacientes se pueda plantear el alta precoz o incluso la TAVI ambulatoria, dando de alta el mismo día del procedimiento.

Para ello, es preciso realizar una adecuada identificación del paciente candidato para este tipo de alta[67]. Dependiendo de los protocolos de cada centro, la TAVI Nurse debería en la consulta prequirúrgica evaluar factores anatómicos (abordaje femoral, valorar si precisa ecocardiograma transesofágico, las características antropométricas del paciente o la anatomía anular), factores funcionales (fracción de eyección del ventrículo y riesgo de trastornos de la conducción) y factores sociales (apoyo social y familiar 24/48h tras el alta). Esta tipología de paciente y tras realizar una intervención minimalista sin complicaciones pueden ser dados de alta de forma segura a las 24/48h o incluso antes[55,66-70].

Hay diversos estudios que han demostrado la seguridad del alta ambulatoria (en el mismo día del procedimiento)[68] en los pacientes con implante percutáneo de válvula aórtica y es de vital importancia la figura de la TAVI Nurse para la correcta selección de pacientes, evaluando y educando al paciente y familia, y estableciendo un plan de cuidados adecuado a sus necesidades[70]. Además, debe garantizar la movilización rápida, precoz y segura mediante el diálogo y orientación con las enfermeras tratantes y la educación realizada al paciente.

Para una correcta selección del paciente, la TAVI Nurse deberá cerciorarse de la correcta elección del paciente candidato a TAVI ambulatoria siguiendo criterios clínicos, de soporte familiar y de ausencia de complicaciones[70].

Los protocolos de actuación y seguimiento de la TAVI Nurse presentan modificaciones en relación con los pacientes que se benefician del alta precoz o TAVI ambulatoria[70-72], ya que se precisa una correcta detección de los pacientes candidatos y un seguimiento exhaustivo de forma más precoz. En dichos pacientes se requiere:

- Valoración por parte de la TAVI Nurse previo al alta hospitalaria, para identificación de complicaciones y refuerzo educativo al paciente y la familia.

- Seguimiento precoz por vía telefónica a las 24-48 horas del alta hospitalaria.
- Adaptación del protocolo de seguimiento según la valoración pre-alta y el seguimiento precoz.

5. CONCLUSIONES

1. El aumento de pacientes con estenosis aórtica y el envejecimiento de la población han impulsado la necesidad de programas para la selección y seguimiento de pacientes aptos para TAVI en diversos centros médicos.
2. La introducción de la figura TAVI Nurse se respalda en la evidencia científica actual, que destaca sus beneficios potenciales, como la optimización de recursos y la mejora en la comunicación y toma de decisiones, lo que podría resultar en mejores resultados de salud y satisfacción para los pacientes.
3. La TAVI Nurse debe actuar como el enlace entre el paciente y la institución, asegurando un cuidado continuo y una comunicación efectiva para minimizar las brechas asistenciales. La colaboración de las autoridades sanitarias, la dirección de los centros y las sociedades científicas es crucial para respaldar estas prácticas basadas en la evidencia.
4. Las competencias y experiencia de las enfermeras en el rol de TAVI Nurse les permiten liderar programas eficientes y seguros, centrados en la prevención de complicaciones, el control y promoción del autocuidado, así como la satisfacción del paciente y su familia.
5. La implementación del Documento de Consenso ha sido ampliamente aceptada y utilizada para introducir la figura de la TAVI Nurse en numerosos hospitales, convirtiéndose en una referencia internacional sobre este rol.

BIBLIOGRAFÍA

1. Nascimento RKM, Andrade KBS, Camerini FG, Franco AS, Marins ALC, Naves CB de OC. *Consulta de enfermagem pré-procedimento de cateterismo cardiaco: avaliação da satisfação do paciente* [*Nursing consultation prepares cardiac catheterism procedure: assessment of patient satisfaction*] [*Consulta de enfermería antes del procedimiento de cateterismo cardiaco: evaluación de la satisfacción del paciente*]. Rev. enferm. UERJ [Internet]. 3° de maio de 2021 [citado 19° de maio de 2025];29(1):e49970. Disponível em: https://www.e-publicacoes.uerj.br/enfermagemuerj/article/view/49970
2. Lauck S, Forman J, Borregaard B, Sathananthan J, Achtem L, McCalmont G, Muir D, Hawkey MC, Smith A, Højberg Kirk B, Wood DA, Webb JG. *Facilitating transcatheter aortic valve implantation in the era of COVID-19: Recommendations for programmes.* Eur J Cardiovasc Nurs. 2020 Aug;19(6):537-544. doi: 10.1177/1474515120934057. Epub 2020 Jun 4. PMID: 32498556; PMCID: PMC7717283.
3. González Cebrian M, Valverde Bernal J, Bajo Arambarri E, Castillo Royo R, Trilla Colominas M, Neiro Rey C, Fradejas Sastre V, García Aranda FJ, Villalba Lizandra N, Calvo

Barriuso E. *Documento de consenso de la figura de la TAVI Nurse del Grupo de Trabajo de Hemodinámica de la Asociación Española de Enfermería en Cardiología.* Enferm Cardiol. 2022;29(86): 5-13.

4. D'Arcy JL, Prendergast BD, Chambers JB, Ray SG, Bridgewater B. *Valvular heart disease: The next cardiac epidemic*. Heart. 2011;97(2):91–3. doi: 10.1136/hrt.2010.205096.

5. Amonn K, Stortecky S, Brinks H, Gahl B, Windecker S, Wenaweser P, et al. *Quality of life in high-risk patients: comparison of transcatheter aortic valve implantation with surgical aortic valve replacement.* Eur J Cardiothorac Surg. 2013;43(1):34–41. doi: 10.1093/ejcts/ezs173.

6. Lauck SB, McGladrey J, Lawlor C, Webb JG. *Nursing leadership of the transcatheter aortic valve implantation Heart Team: Supporting innovation, excellence, and sustainability.* Healthc Manage Forum. 2016 May;29(3):126-30. doi: 10.1177/0840470416632004.

7. Lauck SB, Baumbusch J, Achtem L, Forman JM, Carroll SL, Cheung A, Ye J, Wood DA, Webb JG. *Factors influencing the decision of older adults to be assessed for transcatheter aortic valve implantation: An exploratory study.* Eur J Cardiovasc Nurs. 2016 Dec;15(7):486-494. doi: 10.1177/1474515115612927.

8. Hartley A, Hammond-Haley M, Marshall DC, Salciccioli JD, Malik IS, Khamis RY, Shalhoub J. *Trends in Mortality From Aortic Stenosis in Europe: 2000-2017.* Front Cardiovasc Med. 2021 Oct 11;8:748137. doi: 10.3389/fcvm.2021.748137.

9. Dworakowski R, MacCarthy PA, Monaghan M, Redwood S, El-Gamel A, Young C, Bapat V, Hancock J, Wilson K, Brickham B, Wendler O, Thomas MR. *Transcatheter aortic valve implantation for severe aortic stenosis-a new paradigm for multidisciplinary intervention: a prospective cohort study.* Am Heart J. 2010 Aug;160(2):237-43. doi: 10.1016/j.ahj.2010.05.014.

10. Lauck SB, Wood DA, Baumbusch J, Kwon J-Y, Stub D, Achtem L, et al. *Vancouver transcatheter aortic valve replacement clinical pathway: Minimalist approach, standardized care, and discharge criteria to reduce length of stay.* Circ Cardiovasc Qual Outcomes. 2016;9(3):312–21. doi: 10.1161/CIRCOUTCOMES.115.002541.

11. Lauck S, Achtem L, Boone RH, Cheung A, Lawlor C, Ye J, et al. *Implementation of processes of care to support transcatheter aortic valve replacement programs.* Eur J Cardiovasc Nurs. 2013;12(1):33–8. doi: 10.1016/j.ejcnurse.2011.06.005.

12. Thonghong T, De Backer O, Søndergaard L. *Comprehensive update on the new indications for transcatheter aortic valve replacement in the latest 2017 European guidelines for the management of valvular heart disease.* Open Heart. 2018 Feb 23;5(1):e000753. doi: 10.1136/openhrt-2017-000753.

13. Reardon MJ, Van Mieghem NM, Popma JJ, Kleiman NS, Søndergaard L, Mumtaz M, et al. *Surgical or transcatheter aortic-valve replacement in intermediate-risk patients.* N Engl J Med. 2017;376(14):1321–31. doi: 10.1056/NEJMoa1700456.

14. Lauck SB, Sathananthan J, Park J, Achtem L, Smith A, Keegan P, et al. *Post-procedure protocol to facilitate next-day discharge. Results of the multidisciplinary, multimodality but minimalist TAVR study*. Catheter Cardiovasc Interv.2020;96(2):450-8. doi: 10.1002/ccd.28617.

15. Hawkey MC, Lauck SB, Perpetua EM, Fowler J, Schnell S, Speight M, et al. *Transcatheter aortic valve replacement program development: Recommendations for best practice.* Catheter Cardiovasc Interv. 2014;84(6):859–67. doi: 10.1002/ccd.25529.

16. Gialama F, Prezerakos P, Apostolopoulos V, Maniadakis N. *Systematic review of the cost-effectiveness of transcatheter intervention for valvular heart disease*. European Heart Journal. Quality of Care & Clinical Outcomes. 2018;4(2):81-90. doi.org/10.1093/ehjqcco/qcx049.

17. Mack MJ, Leon MB, Thourani VH, Makkar R, Kodali SK, Russo M, Kapadia SR, Malaisrie SC, Cohen DJ, Pibarot P, Leipsic J, Hahn RT, Blanke P, Williams MR, McCabe JM, Brown DL, Babaliaros V, Goldman S, Szeto WY, Genereux P, Pershad A, Pocock SJ, Alu MC, Webb JG, Smith CR; PARTNER 3 Investigators. *Transcatheter Aortic-Valve Replacement with a Balloon-Expandable Valve in Low-Risk Patients*. N Engl J Med. 2019 May 2;380(18):1695-1705. doi: 10.1056/NEJMoa1814052.

18. Reardon MJ, Van Mieghem NM, Popma JJ, Kleiman NS, Søndergaard L, Mumtaz M, Adams DH, Deeb GM, Maini B, Gada H, Chetcuti S, Gleason T, Heiser J, Lange R, Merhi W, Oh JK, Olsen PS, Piazza N, Williams M, Windecker S, Yakubov SJ, Grube E, Makkar R, Lee JS, Conte J, Vang E, Nguyen H, Chang Y, Mugglin AS, Serruys PW, Kappetein AP; SURTAVI Investigators. *Surgical or Transcatheter Aortic-Valve Replacement in Intermediate-Risk Patients*. N Engl J Med. 2017 Apr 6;376(14):1321-1331. doi: 10.1056/NEJMoa1700456.

19. Popma JJ, Deeb GM, Yakubov SJ, Mumtaz M, Gada H, O'Hair D, Bajwa T, Heiser JC, Merhi W, Kleiman NS, Askew J, Sorajja P, Rovin J, Chetcuti SJ, Adams DH, Teirstein PS, Zorn GL 3rd, Forrest JK, Tchétché D, Resar J, Walton A, Piazza N, Ramlawi B, Robinson N, Petrossian G, Gleason TG, Oh JK, Boulware MJ, Qiao H, Mugglin AS, Reardon MJ. *Evolut Low Risk Trial Investigators. Transcatheter Aortic-Valve Replacement with a Self-Expanding Valve in Low-Risk Patients*. N Engl J Med. 2019 May 2;380(18):1706-1715. doi: 10.1056/NEJMoa1816885.

20. Jurado-Román A, Freixa J, Cid B, Cruz-González I. *Registro Español de hemodinámica y cardiología intervencionista. XXXII Informe oficial de la Asociación de Cardiología Intervencionista de la Sociedad Española de Cardiología* (1990-2022). Rev Esp Cardiología. 2023; 76 (12): 1021-1031.

21. Lauck Sandra B, Lewis Krystina B, Borregaard B, de Souza Ismalia. "*What is the right decision for me?" Integrating patient perspectives through shared decision-making for valvular heart disease therapy*. Can J Cardiol. 2021 Jul;37(7):1054-1063.

22. Van Wiechen MP, Ooms JF, Hokken TW, De Ronde-Tillmans MJ, Goudzwaard JA, Daemen J, et al. *Pathways Towards Lean TAVR*. Structural heart (Online). 2020;4(4):284–7.

23. Lauck SB, McCalmont G, Smith A, Højberg Kirk B, de Ronde-Tillmans M, Wundram S, Adham1i N. *Setting aBenchmark for Quality of Care: Update on Best Practices in Transcatheter Aortic Valve Replacement Programs*. Crit Care Nurs Clin North Am. 2022 Jun;34(2):215-231. doi: 10.1016/j.cnc.2022.02.009.

24. Bohmann K, Burgdorf C, Zeus T, Joner M, Alvarez H, Berning KL, et al. *The COORDINATE Pilot Study: Impact of a Transcatheter Aortic Valve Coordinator Program on Hospital and Patient Outcomes*. Journal of clinical medicine. 2022;11(5):1205.

25. Saia F. *BENCHMARK Registry Insights for real life applications*. EuroPCR. Paris; 2023.

26. McCalmont G, Arshad M, Bawamia B, Muir DF, Vijayan S, Williams P. *Impact of a nurse-led same day admission pathway on hospital length of stay for transcatheter aortic valve implantation*. British Journal of Cardiac Nursing. 2020;15(6):1–7.

27. Kirk BH, De Backer O, Missel M. *Transforming the experience of aortic valve disease in older patients: A qualitative study*. J Clin Nurs. 2019 Apr;28(7-8):1233-1241. doi: 10.1111/jocn.14732.

28. Olsson K, Näslund U, Nilsson J, Hörnsten Å. *Patients' experiences of the transcatheter aortic valve implantation trajectory: A grounded theory study*. Nurs Open. 2018 Feb 4;5(2):149-157. doi: 10.1002/nop2.124.

29. Picou K, Heard DG, Shah PB, Arnold SV. *Exploring experiences associated with aortic stenosis diagnosis, treatment and life impact among middle-aged and older adults*. J Am Assoc Nurse Pract. 2022 May 1;34(5):748-754. doi: 10.1097/JXX.0000000000000714.

30. Vivas D, Roldán I, Ferrandis R, Marín F, Roldán V, Tello-Montoliu A, et al. *Manejo perioperatorio y periprocedimiento del tratamiento antitrombótico: documento de consenso*

de SEC, SEDAR, SEACV, SECTCV, AEC, SECPRE, SEPD, SEGO, SEHH, SETH, SEMERGEN, SEMFYC, SEMG, SEMICYUC, SEMI, SEMES, SEPAR, SENEC, SEO, SEPA, SERVEI, SECOT y AEU. Rev. Española Cardiol [Internet]. 2018;71(7):553–64.

31. Patterson T, Clayton T, Dodd M, Khawaja Z, Morice MC, Wilson K, Kim WK, Meneveau N, Hambrecht R, Byrne J, Carrié D, Fraser D, Roberts DH, Doshi SN, Zaman A, Banning AP, Eltchaninoff H, Le Breton H, Smith D, Cox I, Frank D, Gershlick A, de Belder M, Thomas M, Hildick-Smith D, Prendergast B, Redwood S. ACTIVATION Trial Investigators. *ACTIVATION (PercutAneous Coronary inTervention prIor to transcatheter aortic VAlve implantaTION): A Randomized Clinical Trial.* JACC Cardiovasc Interv. 2021 Sep 27;14(18):1965-1974. doi: 10.1016/j.jcin.2021.06.041.

32. Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, Milojevic M, Baldus S, Bauersachs J, Capodanno D, Conradi L, De Bonis M, De Paulis R, Delgado V, Freemantle N, Gilard M, Haugaa KH, Jeppsson A, Jüni P, Pierard L, Prendergast BD, Sádaba JR, Tribouilloy C, Wojakowski W. ESC/EACTS Scientific Document Group. 2021 ESC/EACTS *Guidelines for the management of valvular heart disease: Developed by the Task Force for the management of valvular heart disease of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS).* Rev Esp Cardiol (Engl Ed). 2022 Jun;75(6):524. English, Spanish. doi: 10.1016/j.rec.2022.05.006.

33. Ramos GEL, Llibre-Rodríguez JJ. *Fragilidad en el adulto mayor: Un primer acercamiento.* Revista Cubana de Medicina General Integral. 2004. 20(4).

34. Van Mourik MS, Velu JF, Lanting VR, Limpens J, Bouma BJ, Piek JJ, et al. *Preoperative frailty parameters as predictors for outcomes after transcatheter aortic valve implantation: a systematic review and meta-analysis.* Neth Heart J.2020;28(5):280-92.

35. Díez-Villanueva P, Arizá-Solé A, Vidán MT, Bonanad C, Formiga F, Sanchis J, et al. *Recomendaciones de la Sección de Cardiología Geriátrica de la Sociedad Española de Cardiología para la valoración de la fragilidad en el anciano con cardiopatía.* Rev Esp Cardiol. 2019;72(1):63-71.

36. Afilalo J, Lauck S, Kim DH, Lefèvre T, Piazza N, Lachapelle K, Martucci G, Lamy A, Labinaz M, Peterson MD, Arora RC, Noiseux N, Rassi A, Palacios IF, Généreux P, Lindman BR, Asgar AW, Kim CA, Trnkus A, Morais JA, Langlois Y, Rudski LG, Morin JF, Popma JJ, Webb JG, Perrault LP. *Frailty in Older Adults Undergoing Aortic Valve Replacement: The FRAILTY-AVR Study.* J Am Coll Cardiol. 2017 Aug 8;70(6):689-700. doi: 10.1016/j.jacc.2017.06.024.

37. Piankova P, Afilalo J. *Prevalence and Prognostic Implications of Frailty in Transcatheter Aortic Valve Replacemen*t. Cardiol Clin. 2020 Feb;38(1):75-87. doi: 10.1016/j.ccl.2019.09.011.

38. Puls M, Sobisiak B, Jacobshagen C, Danner B, Schoendube F, Hasenfuss G, et al. *Katz-Index effectively predicts long-term mortality after Transcatheter Aortic Valve Implantation (TAVI).* Eur Heart J [Internet]. 1 de agosto de 2013 [citado 18 de noviembre de 2021];34(suppl_1).

39. Byczkowska K, Pawlak A, Gil RJ. *Katz frailty syndrom has no predictive value in low-risk patients undergoing transcatheter aortic valve implantation.* Eur Heart J [Internet]. 1 de octubre de 2021 [citado 18 de noviembre de 2021];42(Supplement_1).

40. Guralnik JM, Simonsick EM, Ferrucci L, Glynn RJ, Berkman LF, Blazer DG, Scherr PA, Wallace RB. *A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission.* J Gerontol. 1994 Mar;49(2):M85-94. doi: 10.1093/geronj/49.2.m85.

41. Cid-Ruzafa J, Damián-Moreno J. *Valoración de la discapacidad física: el indice de Barthel [Disability evaluation: Barthel's index].* Rev Esp Salud Publica. 1997 Mar-Apr;71(2):127-37.

42. Lawton MP, Brody EM. *Assessment of older people: self-maintaining and instrumental activities of daily living*. Gerontologist. 1969 Autumn;9(3):179-86.

43. Martínez de la Iglesia J, Dueñas Herrero R, Onís Vilches MC, Aguado Taberné C, Albert Colomer C, Luque Luque R. *Adaptación y validación al castellano del cuestionario de Pfeiffer (SPMSQ) para detectar la existencia de deterioro cognitivo en personas mayores de 65 años [Spanish language adaptation and validation of the Pfeiffer's questionnaire (SPMSQ) to detect cognitive deterioration in people over 65 years of age].* Med Clin (Barc). 2001 Jun 30;117(4):129-34. Spanish. doi: 10.1016/s0025-7753(01)72040-4.

44. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. *"Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician.* J Psychiatr Res. 1975 Nov;12(3):189-98. doi: 10.1016/0022-3956(75)90026-6.

45. Brooks R. *EuroQol: the current state of play. Health Policy.* 1996 Jul;37(1):53-72. doi: 10.1016/0168-8510(96)00822-6.

46. Garratt A, Schmidt L, Mackintosh A, Fitzpatrick R. *Quality of life measurement: bibliographic study of patient assessed health outcome measures.* BMJ. 2002 Jun 15;324(7351):1417. doi: 10.1136/bmj.324.7351.1417.

47. Rector TS, Kubo SH, Cohn JN. *Patients self assessment of their congestive heart failure: II. Content, reliability and validity of a new measure. The Minnesota Living with Failure questionnaire.* Heart Failure 1987; 3:198-209.

48. Green CP, Porter CB, Bresnahan DR, Spertus JA. *Development and evaluation of the Kansas City Cardiomyopathy Questionnaire: a new health status measure for heart failure.* J Am Coll Cardiol. 2000 Apr;35(5):1245-55. doi: 10.1016/s0735-1097(00)00531-3. PMID: 10758967.

49. Styra R, Dimas M, Svitak K, Kapoor M, Osten M, Ouzounian M, Devins G, Deckert A, Horlick E. *Toronto aortic stenosis quality of life questionnaire (TASQ): validation in TAVI patients.* BMC Cardiovasc Disord. 2020 May 5;20(1):209. doi: 10.1186/s12872-020-01477-2.

50. Alarcón Alarcón T, González Montalvo JI. *La Escala Socio-Familiar de Gijón, instrumento útil en el hospital general.* Rev Esp Geriatr Gerontol. 1998;33(3):175–9.

51. Rubenstein LZ, Harker JO, Salvà A, Guigoz Y, Vellas B. *Screening for undernutrition in geriatric practice: developing the short-form mini-nutritional assessment (MNA-SF).* J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2001 Jun;56(6):M366-72. doi: 10.1093/gerona/56.6.m366. PMID: 11382797.

52. Boléo-Tomé C, Monteiro-Grillo I, Camilo M, Ravasco P. *Validation of the Malnutrition Universal Screening Tool (MUST) in cancer.* Br J Nutr. 2012 Jul;108(2):343-8. doi: 10.1017/S000711451100571X. Epub 2011 Dec 6. PMID: 22142968.

53. González-Madroño A, Mancha A, Rodríguez FJ, Culebras J, de Ulibarri JI. *Confirming the validity of the CONUT system for early detection and monitoring of clinical undernutrition: comparison with two logistic regression models developed using SGA as the gold standard.* Nutr Hosp. 2012 Mar-Apr;27(2):564-71. doi: 10.1590/S0212-16112012000200033. PMID: 22732985.

54. Yesavage JA, Brink TL, Rose TL, Lum O, Huang V, Adey M, Leirer VO. *Development and validation of a geriatric depression screening scale: a preliminary report.* J Psychiatr Res. 1982-1983;17(1):37-49. doi: 10.1016/0022-3956(82)90033-4. PMID: 7183759.

55. Niebauer J, Bäck C, Bischoff-Ferrari HA, Dehbi HM, Szekely A, Völler H, Sündermann SH. *Preinterventional frailty assessment in patients scheduled for cardiac surgery or transcatheter aortic valve implantation: a consensus statement of the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) and the European Association of Preventive Cardiology (EAPC) of the European Society of Cardiology (ESC).* Eur J Prev Cardiol. 2024 Jan 25;31(2):146-181. doi: 10.1093/eurjpc/zwad304.

56. Lauck SB, Sathananthan J, Park J, Achtem L, Smith A, Keegan P, et al. *Post-procedure protocol to facilitate next-day discharge. Results of the multidisciplinary, multimodality but minimalist TAVR study.* Catheter Cardiovasc Interv.2020;96(2):450-8. doi: 10.1002/ccd.28617.

57. Barbanti M, Baan J, Spense MS, Iacoverlli F, Martinelli GL, Saia F, et al. *Feasibility and safety of early discharge after transfemoral transcatheter aortic valve implantation - rationale and design of the FAST-TAVI registry.* BMC Cardiovasc Disord. 2017;17(1):259. doi: 10.1186/s12872-017-0693-0.

58. Spence MS, Baan J, Iacovelli F, Martinelli GL, Muir DF, Saia F, Bortone AS, Densem CG, Owens CG, van der Kley F, Vis M, van Mourik MS, Costa G, Sykorova L, Lüske CM, Deutsch C, Kurucova J, Thoenes M, Bramlage P, Tamburino C, Barbanti M. *Prespecified Risk Criteria Facilitate Adequate Discharge and Long-Term Outcomes After Transfemoral Transcatheter Aortic Valve Implantation.* J Am Heart Assoc. 2020 Aug 4;9(15):e016990. doi: 10.1161/JAHA.120.016990.

59. Barbanti M, van Mourik MS, Spence MS, Iacovelli F, Martinelli GL, Muir DF, Saia F, Bortone AS, Densem CG, van der Kley F, Bramlage P, Vis M, Tamburino C. *Optimising patient discharge management after transfemoral transcatheter aortic valve implantation: the multicentre European FAST-TAVI trial.* EuroIntervention. 2019 Jun 20;15(2):147-154. doi: 10.4244/EIJ-D-18-01197.

60. Eichler S, Salzwedel A, Reib's r, Nothroff J, Hamath A, Schikora M, et al. *Multicomponent cardiac rehabilitation in patients after transcatheter aortic valve implantation: Predictors of functional and psychocognitive recovery.* Eur J Prev Cardiol 2017;24:257-64. doi: 10.1177/2047487316679527.

61. Baumbusch J, Lauck SB, Atchem L, O'Shea T, Wu S, Banner D. *Understanding experiences of undergoing transcatheter aortic valve implantation: one-year follow-up*. Eur J Cardiovasc Nurs.2018;17(3):280-8. doi: 10.1177/1474515117738991.

62. Mack MJ, Leon MB, Thourani VH, Makkar R, Kodali SK, Russo M, et al. *Transcatheter Aortic-Valve Replacement with a Balloon-Expandable Valve in Low-Risk Patients.* N Engl J Med. 2019; 380:1695-1705. doi: 10.1056/NEJMoa1814052 61.

63. Didier R, Eltchaninoff H, Donzeau-Gouge P, Chevreul K, Fajadet J, Leprince P, et al. *5- Year Clinical Outcome and Valve Durability after Transcatheter Aortic Valve Replacement in High-Risk Patients: The FRANCE-2 Registry.* Circulation. 2018;138(23):2597-2607. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.118.036866.

64. Grube E, Sinning JM. The *"Big Five" Complications After Transcatheter Aortic Valve Replacement: Do We Still Have to Be Afraid of Them?*.JACC Cardiovasc Interv 2019;12(4):370-372. doi: 10.1016/j.jcin.2018.12.019.

65. Nunes-Filho A, Katz M, Campos CM, Carvalho LA, Siqueira DA, Tumelero RT, et al. *Impact of Acute Kidney Injury on Short- and Long-term Outcomes After Transcatheter Aortic Valve Implantation.* Rev Esp Cardiol (Engl Ed). 2019;72(1):21-29. doi: 10.1016/j.rec.2017.11.024.

66. Freixa X, Jurado-Román A, Cid B, Cruz-González I. *Registro español de hemodinámica y cardiología intervencionista. XXXI informe oficial de la Asociación de Cardiología Intervencionista de la Sociedad Española de Cardiología (1990-2021).* Rev.Esp.Cardiol.2022;75(12):1040-1049. doi: 10.1016/J.RECESP.2022.08.008.

67. Asmarats L, Millan X, Cubero-Gallego H, Valverde J, Hion-Li Chi, Arzamendi D. *Implementación de un programa de alta precoz tras TAVI en tiempos de la COVID-19: ¿necesidad u oportunidad?* REC Interv Cardiol., 4 (2022), pp. 150-152.

68. Krishnaswamy A, Isogai T, Agrawal A, Shekhar S, Puri R, Reed GW, Yun JJ, Unai S, Burns DJP, Vargo PR, Kapadia SR. *Feasibility and Safety of Same-Day Discharge Following Transfemoral Transcatheter Aortic Valve Replacement.* JACC Cardiovasc Interv. 2022 Mar 28;15(6):575-589. doi: 10.1016/j.jcin.2022.01.013.

69. García-Carreño J, Zatarain E, Tamargo M, Elízaga J, Bermejo J, Fernández-Avilés F. *Feasibility and safety of early discharge after transcatheter aortic valve implantation.* Rev Esp Cardiol.2023;76(8):655–663.

70. Cepas-Guillén P, Vidal-Calés P, Gabani R, Espinosa T, Trilla M, Regueiro A. *Initial experience of same-day discharge after transcatheter aortic valve implantation.* Rev Esp Cardiol (Engl Ed). 2023 Sep;76(9):743-745. English, Spanish. doi: 10.1016/j.rec.2023.03.020.

71. Barker M, Sathananthan J, Perdoncin E, Devireddy C, Keegan P, Grubb K, Pop AM, Depta JP, Rai D, Abtahian F, Spence MS, Mailey J, Muir DF, Russo MJ, Pineda-Salazar J, Okoh A, Smith M, Dahle TG, Rana M, Alfadhel M, Meier D, Chatfield A, Akodad M, Chuang A, Samuel R, Nestelberger T, McAlister C, Lauck S, Webb JG, Wood DA. *Same-Day Discharge Post-Transcatheter Aortic Valve Replacement During the COVID-19 Pandemic: The Multicenter PROTECT TAVR Study.* JACC Cardiovasc Interv. 2022 Mar 28;15(6):590-598. doi: 10.1016/j.jcin.2021.12.046.

72. Rai D, Tahir MW, Chowdhury M, Ali H, Buttar R, Abtahian F, Bhatt DL, Depta JP. *Transcatheter aortic valve replacement same-day discharge for selected patients: a case series.* Eur Heart J Case Rep. 2021 Jan 12;5(2):ytaa556. doi: 10.1093/ehjcr/ytaa556.

Asociación Española de
Enfermería en Cardiología

CAPÍTULO II

SALA DE HEMODINÁMICA

Asociación Española de
Enfermería en Cardiología

TEMA 3

SALA DE HEMODINÁMICA: DESCRIPCIÓN, CARACTERÍSTICAS, MATERIAL Y STOCK, PREPARACIÓN DE LA SALA

Cristina Souto Obregón

Unidad de Hemodinámica. Hospital Quirónsalud Valle del Henares. Torrejón de Ardoz.

1. DESCRIPCIÓN DE LA SALA. CARACTERÍSTICAS GENERALES

1.1 INTRODUCCIÓN

Las terapias intervencionistas han experimentado una evolución rápida y significativa a lo largo de los años, tanto en el número de procedimientos como en la diversidad de técnicas disponibles. La cardiología intervencionista ha liderado el desarrollo de innovaciones, transformando procedimientos quirúrgicos en intervenciones percutáneas mínimamente invasivas. Estos avances han generado beneficios importantes para los pacientes al reducir los riesgos asociados y los tiempos de recuperación posoperatoria[1].

Para los profesionales, este progreso representa un desafío formativo, ya que exige adquirir una capacitación altamente especializada y promover la innovación en los cuidados y las intervenciones. Además, esta evolución ha derivado en nuevas necesidades arquitectónicas y de planificación de los espacios, obligando a las salas a adaptarse a las tecnologías avanzadas e integrarlas en los procesos asistenciales para garantizar una atención basada en la evidencia.

Este texto tiene como objetivo ofrecer una perspectiva global sobre el laboratorio de hemodinámica y acercar el fascinante mundo de la cardiología intervencionista a todas aquellas personas interesadas en profundizar en este campo.

1.2 UBICACIÓN

El laboratorio de hemodinámica debe estar bien comunicado puesto que, en momentos críticos, se podrán requerir traslados desde o hacia varias áreas del hospital.

Por la necesidad de rapidez en algunos de los procesos agudos y emergentes que se realizan en esta sala, se deberá ubicar cerca de quirófanos, unidad coronaria y unidad de cuidados intensivos.

Es recomendable un acceso lo más directo o próximo posible a la unidad de urgencias debido a la tiempodependencia de los procedimientos que en este laboratorio se van a realizar.

1.3 DIMENSIONES Y ESTRUCTURA[2]

La dimensión de esta unidad depende de múltiples factores, siendo el espacio disponible en el hospital el principal condicionante para su diseño y montaje. Aunque no existen medidas legalmente establecidas, algunos textos sugieren una superficie aproximada de 200 metros cuadrados. En última instancia, lo esencial es contar con un espacio suficientemente amplio que permita una distribución adecuada de todo el equipamiento, garantice la movilidad de los elementos de la sala y facilite el trabajo eficiente del personal que opera en ella.

En la distribución del laboratorio se evidencian diferentes estancias:

- **Sala de exploración:** en ella se realizan los procedimientos. Debe contar con una instalación radiológica específica. La superficie de esta sala deberá estar adecuada a las especificaciones técnicas de cada modelo radiológico permitiendo la movilidad de sus miembros, el paciente y del material que se vaya a utilizar en cada procedimiento. Además de una zona de lavado de manos, tanto común como quirúrgico.
- **Zona de almacén:** se debe encontrar una zona dentro de la sala de exploración con el material fungible (tanto el de mayor urgencia como el habitual) que se usa de manera variable según el procedimiento. Otra zona cercana donde se dispone del material de reposición y material de uso menos habitual.
- **Anexo refrigerado:** sala de transformadores y generadores donde se encuentra la unidad central del sistema digital radiológico.
- **Sala de control:** contigua a la sala de exploración con comunicación directa mediante una puerta plomada que debe permanecer cerrada durante los procedimientos. Esta sala estará protegida de la radiación y comunicada con la sala de exploración mediante una ventana de cristal plomado preferiblemente dispuesta de manera caudal a la mesa. En la actualidad se realiza instalación de intercomunicadores para mejorar la comunicación entre los operadores del equipo.
- **Zona de recepción pre- y posintervención:** en muchos centros disponen de varias salas dentro de una misma área o contiguas y por tanto se debe adecuar la distribución a los requerimientos y actividad de estas salas.
- **Zona de descanso** para el personal, aseos y vestuarios.
- **Área de visualización de imágenes** posprocesamiento y despachos.



Figura 1. Sala de exploraciones.



Figura 2. Sala de control.

1.4 MATERIAL Y APARATAJE DE LA SALA DE EXPLORACIÓN[3,4]

En la sala de hemodinámica contamos con dispositivos tecnológicos que precisan de mantenimiento y actualizaciones; también debemos disponer de todo el material fungible habitual en cualquier quirófano, como son llaves de tres pasos, sistemas de suero, sistemas de bomba, gafas nasales, mascarillas de oxígeno, catéteres, guías, etc. La sala alberga mucho material y dispositivos que no vamos a usar en todos los procedimientos, pero deben estar preparados en el caso de que se precisara la utilización de alguno de ellos. Todo este material debe ser revisado y comprobado a diario:

1.4.1 Radiología

- Generador digital de rayos X[4]: es un transformador que alimenta el tubo de rayos X contabilizando tiempo de fluoroscopia y dosis de radiación recibida por el paciente. Debido a que cuenta con técnicas avanzadas de exposición y programación automática, dispone de un sistema de aviso y emergencia ante sobreexposiciones.
- Tubo de rayos X: situado sobre un arco con giro isoeléctrico y multidireccional que se desplaza sobre dos carriles en un eje longitudinal.
- Intensificador de imagen.
- Estación de trabajo y posprocesamiento.
- Sistema de administración de contraste. Es programable tanto en velocidad como en volumen y presión. Dispone de un sensor conectado al polígrafo para detectar presión y un mando para inyectar contraste y suero.
- La aparición de servidores de gran volumen de datos permite archivar las pruebas radiológicas en la historia clínica.
- Mesa de exploración con desplazamiento longitudinal y trasversal con una rotación de 120°.
- Monitores de televisión: dos en la sala de exploración (uno de imagen en vivo y otro para visualización de imágenes de referencia) y otros dos en sala de control y posprocesamiento.
- Mando a distancia e impresora para revisión de las imágenes del procedimiento.
- Equipos de protección contra radiaciones ionizantes (como son los faldones de la mesa, pantallas, delantales, collarines y gafas plomadas)[6].
- Dispositivos de mediciones radiológicas personales que deben ser almacenadas en una zona libre de radiación ionizante[7].

1.4.2 Polígrafo, otros dispositivos y herramientas para fisiología cardiaca

La sala debe contar con un polígrafo que recoge, almacena y procesa los datos hemodinámicos del paciente. Es capaz de monitorizar el ECG en diferentes canales y velocidades. Monitoriza también la presión no invasiva y la invasiva, la saturación de

oxígeno, la frecuencia cardiaca, medición de gradientes entre cavidades y medición de gasto cardiaco; esto posibilita hacer electrocardiogramas y revisar toda la monitorización posteriormente.

Toda esta información es visible a través de un monitor tanto en la sala de exploración como en la sala posprocesamiento.

Con este aparataje podremos añadir la información del personal, medicación, procedimiento y cualquier otra información de utilidad.

La tecnología está intrínsecamente ligada a esta especialidad, impulsando avances significativos y el desarrollo de nuevos procedimientos. El uso de estos dispositivos ha pasado a ser una herramienta complementaria fundamental en el tratamiento y diagnóstico de diversas patologías, permitiendo optimizar las intervenciones, reducir riesgos, estabilizar a los pacientes y realizar valoraciones funcionales directamente en el laboratorio.

Entre los dispositivos destacados en este ámbito se encuentran: la guía de presión, el balón de contrapulsación, la asistencia ventricular percutánea (Impella®), el ecógrafo, el sistema de ultrasonido intravascular (IVUS), el sistema de aterectomía rotacional (Rotablator®), el sistema de coherencia óptica (OCT), shockwave, láseres, así como dispositivos para la optimización y combinación de imágenes con fisiología coronaria, entre otros.

Debido al desarrollo tecnológico constante y a que se dispone en la sala de nuevos dispositivos, nuevos soportes respiratorios para anestesia como son los optiflows, dispositivos de soporte ventricular (IMPELLA®) o el sistema de oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO), se precisan profesionales altamente formados y especializados que dan soporte en procesos terapéuticos complejos que precisan de material específico del que debemos disponer o conseguir rápidamente en situaciones especiales.

1.4.3 Soporte vital/carro de parada[3]

Los carros de parada deberán disponer del material necesario para hacer frente a una situación de urgencia y proporcionar un soporte vital avanzado de inmediato. El contenido del carro de parada es determinado por el servicio de calidad del centro de la institución, así como los controles y revisiones para asegurar que dispone de todo el material en buenas condiciones para hacer frente a una situación de gravedad.

Material habitual en el carro:

- Monitor desfibrilador.
- Medicación de urgencias (adrenalina, atropina, lidocaína, digoxina, nitroglicerina, amiodarona, dopamina, midazolam, dobutamina, dopamina propofol, flumazenilo, diazepam, sulfato de isoprelina [nevera], adenosina, verapamilo, furosemida, bicarbonato, etc.).
- Sueroterapia: fisiológico, glucosado 5% y 10%, gelafundina, manitol, etc.

- Material de intubación: cánulas orotraqueales, laringoscopio, tubos, mascarillas laríngeas, kit de traqueotomía.
- Equipos de ventilación: ventiladores, optiflows, sistemas de oxigenación con regulador de flujo, aspiración y sondaje.
- Material para canalización de vía central y periférica.
- Monitor de transporte.



Figura 3. De izquierda a derecha: carro de parada, respirador y balón de contrapulsación.

Fuente: propia.

Se dispondrán también elementos como bombas de perfusión, kit de pericardiocentesis, marcapasos provisional invasivo o externo totalmente equipado, balón de contrapulsación intraaórtica, Impella®, ventilador, optiflow etc., como parte del material para situaciones de urgencia y complicaciones de las patologías tratadas en las salas de hemodinámica.

1.4.4 Fuente de alimentación y gases medicinales

Al tratarse de una sala que actualmente la igualamos a un quirófano, que es lo que denominamos sala híbrida, debe cumplir la normativa aplicable en cuanto a instalaciones eléctricas, aparataje, radiación y acondicionamiento de aire y gases medicinales.

Debe disponerse de un número adecuado de tomas (eléctricas, oxígeno, vacío, protóxido de nitrógeno y aire medicinal) a las dimensiones de la unidad y su distribución debe estar planificada y consensuada para facilitar la práctica diaria.

Se emplea aire filtrado con filtros de hasta 3 micras sin recirculación. Se mantendrá a una temperatura de 20-24 °C con una humedad relativa del 45-60% y con 15-20 renovaciones/h de aire según estipula UNE 100713.

1.5 SEGURIDAD [3]

La seguridad debe ser una constante en el diseño de la unidad no solo para los pacientes, sino para el personal que trabaja en ella, además de disponer de espacios

libres de obstáculos para poder atender al paciente durante el procedimiento. Asegurar la ergonomía de los dispositivos para evitar lesiones futuras que puedan afectar al rendimiento de la unidad.

1.5.1 Radiológica

El laboratorio de hemodinámica o sala híbrida puede considerarse una instalación médica de rayos X, por lo que está sometida a los criterios de seguridad nuclear y protección radiológica según la legislación vigente[8]. En la actualidad la evolución de los equipos ha minimizado la radiación de pacientes y personal, pero además se debe hacer uso adecuado y concienciado con el fin de minimizar la dosis administrada disponiendo de personal formado en las radiaciones ionizantes.

El objetivo es reducir la radiación recibida tanto a operarios como a pacientes, por lo que hay que cuidar el diseño, instalación y funcionamiento de la sala[9].

Para que una sala pueda iniciar su actividad es imprescindible la autorización del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), que exigirá la documentación y requisitos establecidos en el RD 1891/1991[10].

Los equipos también deben estar homologados según la Directiva Europea 93/427 CEE sobre productos sanitarios y se realizan mediciones periódicas por el CSN.

Debe existir un servicio de protección radiológica que controle la adecuación del proyecto y ejecución a la legislación previamente mencionada. Debe contar con ítems como el blindaje de paredes, techos, suelos y puertas, instalación de “setas de emergencia” y mamparas y faldones de protección para los operarios que están en contacto directo y señal luminosa roja indicando cuándo se están utilizando rayos X[6].

1.5.2 Eléctrica

El sistema eléctrico de la sala debe ser equiparado al de un quirófano, por tanto, debe cumplir el Reglamento de baja tensión y la norma específica ITC-BT-38 sobre los Requisitos para las instalaciones eléctrica en quirófanos y salas de intervención[11].

Como elementos a destacar en esta norma encontramos que el suelo debe ser antielectrostático siendo el valor de referencia de 1 megaohmnio, aunque el límite son 100 megaohmnios según la norma MI BT 025 y CEI62A. Toda la instalación eléctrica debe ser trifásica con neutro y conductor de protección. Todas aquellas partes metálicas accesibles deben estar conectadas al embarrado de equipotencialidad. Es obligatoria la existencia de un cuadro de mando por sala, situado en la zona exterior, que cuente con los dispositivos de protección diferencial, transformadores de aislamiento y protección contra sobreintensidades y un dispositivo de vigilancia. Dentro de la sala se disponen de una o varias setas o botones de emergencia para realizar un apagado de la sala de emergencia, estas son de color rojo y en forma de seta o botón luminoso grande.

En la actualidad, se están instalando torretas con enchufes y bandejas con material, más ergonómicas y fáciles de movilizar.

2. MATERIAL Y STOCK DE LA SALA DE HEMODINÁMICA

2.1 INTRODUCCIÓN[4]

Debido al aumento y especialización de los procedimientos, ha habido un aumento exponencial del material sanitario. Esto no solo conlleva un aumento de la demanda económica, sino un gran esfuerzo por parte de todos los profesionales intervinientes para cubrir la exigencia de eficiencia, garantizando la disponibilidad de todos los productos sanitarios que se puedan requerir, optimizando los procesos asistenciales.

Es también reseñable la visión más gestora del personal de enfermería, donde este incremento de material conlleva un gasto económico importante[10]. Por lo tanto, la implicación de todo el equipo en la gestión del material y la responsabilidad en la utilización implica una mejora en el coste-eficacia del servicio y la calidad de los cuidados.

2.2 MATERIAL

El empleo del abanico de materiales disponibles en la sala es muy irregular, ya que depende del tipo de procedimiento, de los requerimientos del paciente dentro de un "mismo" procedimiento y del profesional que realice la intervención. Es por ello por lo que debemos disponer de un almacén del cual surtirnos durante los procedimientos sin estar a expensas de roturas de stock, de tiempos de fabricación o retrasos en la logística.

Debemos custodiar el material evitando cualquier daño con máximo cuidado y facilitando el inventario de control. Debemos también valorar las características propias del producto y la demanda. Con esto, es posible realizar una colocación de material ajustándonos a la información que precisamos para un correcto funcionamiento de la sala[12]:

- Lugar cercano al lugar del procedimiento.
- Revisión de caducidades y buen estado de almacenaje.
- Revisión del stock mínimo, revisión y control del material de poca demanda, control del material de depósito.

2.3 STOCK

La cantidad de material se intentará que sea el mínimo imprescindible, pero debido a la variabilidad tanto en material como en la demanda no es posible mantener un flujo lineal de entrada y salida[12,13]. Encontramos los siguientes problemas:

- Error de previsión y variabilidad en la demanda.
- Cambios en la logística de los suministros, incertidumbre de procedimientos y material muy especial o material de poco uso.

Por tanto, en la sala de hemodinámica, se debe disponer de un stock operativo (que es la reposición del material empleado diariamente) y un stock de seguridad (es aquel

que se almacena para suplir cualquier inconveniente o incremento de la demanda). Este stock es donde recae la complejidad en la gestión.

Nuestro objetivo como profesionales de la sala es conseguir los suministros en la "regla de los tres correctos": momento correcto, condiciones correctas y cantidad correcta; de este modo disminuiremos costes. Con esta premisa aparecen los sistemas informáticos de dispensación o armarios inteligentes.

Para la colocación, es fundamental considerar la fecha de caducidad, priorizando los materiales con vencimiento más próximo al colocarlos en posiciones visibles, como al frente o en la parte superior. Este sistema debe ser implementado en la unidad y conocido por todos los profesionales que trabajan en ella. Además, es recomendable emplear distintivos visibles, como círculos rojos autoadhesivos, para marcar los materiales con fechas cercanas a caducar, facilitando su uso preferente.

Es esencial realizar revisiones periódicas del material para detectar productos faltantes, con fechas próximas a caducar o agotados. Estas tareas se ven facilitadas por los armarios inteligentes, que permiten organizar los inventarios en función de la caducidad. Durante la colocación o reposición del material, es imprescindible realizar un control visual para comprobar el buen estado de las cajas, asegurándose de que no presenten aplastamientos ni roturas. En el caso de materiales termosensibles, se debe prestar especial atención a las condiciones de temperatura.

Asimismo, es importante distinguir entre material de compra y material de depósito, asegurando una gestión eficiente y ordenada de los recursos.



Figura 4. Armarios inteligentes de reposición automática.
Fuente: propia.

Existen en la actualidad diversos sistemas informáticos para la dispensación correcta y controlada de material de alto coste[14]. El objetivo de estos mecanismos se relaciona con lo mencionado previamente:

- Control inventario y caducidades.
- Mejor atención al paciente.
- Empleo controlado del material de alto coste.
- Estos cuatro pilares reducen la carga de trabajo y disminuye los costes. Como inconveniente, estos sistemas son muy complejos en su instalación y el desembolso inicial es muy elevado[12].

Estos sistemas cuentan con varios armarios controlados digitalmente por un ordenador al cual se accede con clave personal y con el cual se imputa cada material extraído al paciente y procedimiento que se está realizando.

El *software* de estos sistemas, junto con integraciones en la historia clínica del hospital, permiten la automatización de procesos administrativos descargando al personal sanitario de tareas de poco valor para brindar una mayor atención al paciente. El sistema identifica quién accede a los armarios, qué retira o devuelve, a qué hora se realizaron estos movimientos de inventario y, por último, registra el paciente destinatario del material en el caso de retirada para una intervención.

El armario dispone de cuatro configuraciones típicas en su interior, dependiendo del material que gestione, adaptándose a las necesidades de cada hospital.

Esta solución también permite ampliar el espacio de almacenaje mediante la instalación de armarios auxiliares conectados con el armario principal[14].

3. PREPARACIÓN DE LA SALA DE HEMODINÁMICA

3.1 INTRODUCCIÓN[3,4]

Esta sala siempre debe estar preparada y lista para la realización de un procedimiento tanto si es programado como si es de urgencia. Para que esto pueda llevarse a la práctica clínica debemos seguir un protocolo exhaustivo por parte de varios equipos de profesionales. Los requisitos son los siguientes:

- Servicios de técnicos de los aparatajes de la sala y el servicio de electromedicina realicen sus labores de mantenimiento periódico de seguridad.
- Personal de enfermería realice un mantenimiento rutinario del material y aparataje de la sala con el fin de detectar cualquier fallo en el funcionamiento.
- Disponer de todo el material fungible distribuido y colocado de manera ordenada y bajo sencillas clasificaciones por la sala. De esta manera todo el personal tenga clara su localización rápidamente, con buena visibilidad y acceso.
- Limpieza y orden del laboratorio tanto al inicio, durante y la finalización del procedimiento.
- La limpieza es importante entre procedimientos, para evitar infecciones, debido a la elevada prevalencia de infecciones con multiresistencias. Los controles periódicos de tomas ambientales se realizan a primera hora antes del inicio de la sala.

3.2 PREPARACIÓN DEL APARATAJE[16,4]

A primera hora, se realiza el listado de verificación y comprobación de todos los aparatos, la revisión de todo el material a emplear en los procedimientos y una limpieza de mantenimiento a todo el aparataje. Se sigue la siguiente dinámica:

- Se enciende el equipo de rayos X y el polígrafo.
- Se deja preparado el polígrafo con la ventana de introducción de datos lista para la llegada del paciente y se selecciona en el equipo de rayos X el protocolo de estudio.
- Se verifica el buen estado de los cables de monitorización del polígrafo (debiendo existir repuesto en sala por si fallasen). Se enciende cualquier equipo auxiliar que se tenga programado usar (IVUS, guía de presión, etc.).
- Se comprueba el carro de parada, valoramos que el desfibrilador se encuentra en la bandeja superior, que se encuentra enchufado a la red eléctrica, que dispone de papel milimetrado, dispone de palas o parches radiotransparentes y gel conductor listo para usarse y realizar el listado de verificación y comprobación diario recomendado por el fabricante. Se comprueba que esté precintado.
- La inyectora de contraste se enciende y se procederá a la limpieza de esta y al montaje necesario para su empleo, siguiendo las instrucciones sistemáticas que aparecen en la pantalla.
- Comprobación de la existencia, funcionamiento y fungible necesario del generador de marcapasos, balón de contrapulsación, respirador, dispositivo para valoración de coagulación (INR,ACT), resto de aparataje de la sala.
- Comprobación de la existencia, funcionamiento y fungible necesario de las bombas de perfusión.
- Comprobación del correcto funcionamiento de las tomas de gases medicinales, oxígeno y aspiración.
- Comprobación de que la mesa de instrumentación dispone de todo el material fungible, y todo lo necesario para realizar la preparación del aparataje.
- Comprobación de disponer de la medicación específica para la realización de las pruebas.
- Comprobar los contenedores de agujas y sustituir en el caso de que estuvieran llenos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ojeda S, Romaguera R, Cruz-González I, Moreno R. Registro Español de Hemodinámica y Cardiología Intervencionista. XXIX Informe Oficial de la Asociación de Cardiología Intervencionista de la Sociedad Española de Cardiología (1990-2019) [*Spanish Cardiac Catheterization and Coronary Intervention Registry. 29th Official Report of the Interventional Cardiology Association of the Spanish Society of Cardiology* (1990-2019)]. Rev Esp Cardiol. 2020 Nov;73(11):927-936. Spanish. doi: 10.1016/j.recesp.2020.07.024.
2. Morís De La Tassa C, Cequier Fillat AR, Moreu Burgos J, Pérez Hernández H, Aguirre Salcedo JM; Sociedad Española de Cardiología. *Guías de práctica clínica de la Socie-*

dad Española de Cardiología sobre requerimientos y equipamiento en hemodinámica y cardiología intervencionista [*Guidelines of the Spanish Society of Cardiology on requirements and equipment in hemodynamic and interventional cardiology*]. Rev Esp Cardiol. 2001 Jun;54(6):741-50.

3. Fernández Maese J.M, García Aranda FJ., Gómez Fernández M., Ramírez Yáñez P., Rodríguez García-Abad V., Sánchez Hernández EM., Seoane Bello M., (eds.). *Manual de Procedimientos de Enfermería en Hemodinámica y Cardiología Intervencionista*, Madrid, Asociación Española de Enfermería en Cardiología, 2014, 621 pp., 24 x 17 cm.— isbn 978-84-697-0208-6.
4. Morís de la Tassa C, Cequier Fillat AR, Moreu Burgos J, Pérez Hernández H, Aguirre Salcedo JM; Sociedad Española de Cardiología. *Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología sobre requerimientos y equipamiento en hemodinámica y cardiología intervencionista* [*Guidelines of the Spanish Society of Cardiology on requirements and equipment in hemodynamic and interventional cardiology*]. Rev Esp Cardiol. 2001 Jun;54(6):741-5
5. Grossman W, Baim D. "*Cateterismo, angiografía, e intervención cardiaca*." 4o edición. 1992. Editorial Intermédica.
6. Limacher et al. "*Radiation safety in cardiology*". JACC Vol 31 Núm. 14. Marzo 1998:892-913.
7. Ministerio Sanidad y Consumo (España) "*Manual General de Protección Radiológica*", Madrid: INSALUD; 2002.
8. "*Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes*". Real Decreto 783/2001. B.O.E. Núm. 178. 21 de Julio de 2001.
9. Consejo Seguridad Nuclear (España) "*Guía Seguridad Núm. 5.11 Aspectos técnicos de seguridad y protección radiológica de instalaciones médicas de rayos X para diagnóstico*", Madrid: CSN; 1990.
10. "*Utilización de equipos e instalaciones de rayos X, con fines de diagnóstico médico*". Real Decreto 1891/1991. B.O.E. Núm. 3. 3 de Enero de 1992.
11. Ministerio de Ciencia y Tecnología (España) "*Reglamento electrotécnico para baja tensión*." Real Decreto 842/2002. B.O.E. 224.18 de Septiembre de 2002.
12. González B., Meneu R. *La sanidad pública ante la crisis. Recomendaciones para una sanidad pública sensata y responsable*. Economía y salud. no73 Marzo 2012. Disponible online. http://www.aes.es /rss_documentos_aes.php.
13. Fernández E. *Gestión de recursos materiales en una unidad de cardiología intervencionista*. [Internet]. 1. Cantabria.Sept.2012 [citado 6 Feb 2013]. Disponible en: http://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/887/FernandezPe%C3%B1aE. pdf?sequence=1.
14. Santamaría Rubio J., Morís de la Tassa C., Torre Cabo J.D., Arias García P., et al. *Nuevo Sistema de Dispensación Automatizado en el Laboratorio de Hemodinámica*. Publicado online. Tema libre 115. 3er congreso virtual de Cardiología por Internet. Sección de Cardiología Intervencionista. 1 Sept- 30 Nov 2003. Disponible en: http://www.fac.org.ar/tcvc/llave/tl115/tl115.
15. Gestión de inventario. Palex. Hospital Logistic. 2021. Disponible online. https://www.palex-hospitallogistics.com/productos/dyane-smartcabinet/.
16. *Normas de Actuación Clínica en Cardiología* - Procedimientos y Técnicas diagnósticas en cardiología editado por la Sociedad Española de Cardiología.

TEMA 4

NORMAS HIGIÉNICAS EN LA SALA DE HEMODINÁMICA

Iara Garcia Cellalbo, M.Luisa Cantarero Avilés, Meritxell Usón Ruiz, Paula Díez De los Ríos, Montserrat Palau Durán, David Arias Martos

Hospital Universitari Mútua Terrassa. Terrassa.

1. INTRODUCCIÓN

La infección de localización quirúrgica (ILQ) es la infección sanitaria más prevalente en España (con una incidencia del 21,6 %), y en Europa (del 19,6 %). Cerca del 50 % de las ILQ se consideran evitables, por lo que su prevención es una prioridad en las sociedades científicas[1]. Según la OMS, la tasa de infección entre los enfermos hospitalizados no debería ser mayor del 7 %, ya que podría prolongar la hospitalización de cinco a diez días en operaciones convencionales[2]. Diversas sociedades internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS), el National Institute for Health and Care Excellence (NICE), la Infectious Diseases Society of America (IDSA), o nacionales, como el Ministerio Español de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, publican guías de práctica clínica con recomendaciones de prevención basadas en el análisis de la evidencia científica.

Este tema nos proporciona una visión actual de las medidas que proponen las guías respecto a las normas de higiene en las salas de hemodinámica.

2. SALA DE HEMODINÁMICA

Las salas de hemodinámica tradicionalmente se han considerado laboratorios de cateterismo percutáneo; técnicas con catéter mínimamente invasivas, guiadas por imágenes fluoroscópicas donde se realizan procedimientos terapéuticos o diagnósticos, bajo anestesia general, regional, con o sin sedación. A medida que surgen nuevas necesidades clínicas, como la implementación de la cardiología estructural, estas salas se están actualizando como salas híbridas.

Estos quirófanos deben combinar las actividades de cardiología intervencionista con los protocolos de trabajo propios de los quirófanos convencionales en términos de esterilidad, higiene y seguridad, permitiendo actuar quirúrgicamente en caso de emergencia. El quirófano híbrido debe seguir las guías y protocolos de esterilidad y asepsia de una sala de operaciones convencional establecidos por los centros a través del servicio de prevención. Aspectos que difieren entre una sala de hemodinámica y un quirófano tradicional, como la dotación de sistemas de flujo laminar[3], están siendo cuestionados en diferentes estudios, donde se demuestra que no existen diferencias significativas en la mortalidad por infección a medio plazo tras un intervencionismo estructural[4].

2.1 CONDICIONES TERMO-HIGROMÉTRICAS

En las áreas blancas (o salas limpias), la climatización y el acondicionamiento del aire desempeñan un papel fundamental en la reducción de agentes contaminantes y microorganismos. Para ello, existen diferentes criterios aplicables al diseño y mantenimiento de los sistemas de ventilación en los centros sanitarios. Dichos criterios se recogen en manuales tales como la normativa UNE-100713 (España), normativa ISO 14644 (Internacional) o la ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers)[5].

Según la UNE, las áreas quirúrgicas deben mantenerse a una temperatura mínima de 22 °C y máxima de 26 °C para la tipología de sala que constituyen las salas de hemodinámica, pudiendo alcanzar temperaturas mínimas de hasta 18 °C en quirófanos de mayor riesgo. La humedad recomendada se sitúa entre 45 % y 55 %, ya que contribuye a reducir la desecación de los tejidos expuestos al aire y protege el tracto respiratorio, tanto del paciente como del personal sanitario.

2.2 PRODUCTOS DE LIMPIEZA

La limpieza y desinfección de objetos y superficies constituye un proceso esencial para la reducción de carga microbiana, agentes contaminantes y materia orgánica que van a estar en contacto con el paciente, miembros del equipo e instrumental. La limpieza de la sala, así como todo lo incluida en ella (electromedicina, carros, armarios, mesas de trabajo...), se realiza de forma manual[6].

Existen multitud de productos de limpieza y desinfección en función del tipo de limpieza que llevemos a cabo, y de los materiales sobre los que actuarán. Para la limpieza manual de la sala no es necesario utilizar diversos productos; a menudo con uno es suficiente, siempre que cumpla con las siguientes características generales:

- Alta capacidad para eliminar materia orgánica e inorgánica.
- Compatibilidad con el instrumental y las superficies a limpiar (pantallas, plásticos y materiales que puedan erosionar).
- Capacidad para evitar el depósito de iones sobre el instrumental.
- Formación controlada de espuma.
- Facilidad para el aclarado.
- Presentación adecuada.

Para ello suelen utilizarse detergentes químicos tales como surfactantes, detergentes enzimáticos, sustancias alcalinas o biocidas.

Es recomendable disponer de un protocolo de rotación de agentes desinfectantes, con el fin de evitar la formación de cepas resistentes, de acuerdo con las instrucciones de la Unidad de Medicina Preventiva[7].

2.3 LIMPIEZA DE LA SALA

- ***Limpieza inicial del día:*** se realiza a primera hora de la mañana, dejando la sala preparada al menos 30 min antes del inicio de la actividad. Se trata de una limpieza húmeda, empleando un paño limpio humedecido con un detergente desinfectante en las siguientes zonas:
  - ✓ Lámparas y objetos suspendidos del techo.
  - ✓ Monitores, pantallas, cables y cualquier otro dispositivo que se encuentre en la sala.
  - ✓ Mesa quirúrgica.
  - ✓ Todas las superficies donde se vaya a colocar material.
  - ✓ Suelo.
- ***Limpieza entre intervenciones:*** se realizará siempre al finalizar una intervención y antes de iniciar la siguiente, con la mayor brevedad posible, centrándose en un área de 1–1,2 metros alrededor del campo quirúrgico que esté visiblemente sucio.
  - ✓ Retirada inmediata de los residuos generados durante el procedimiento, así como del instrumental y la ropa utilizada.
  - ✓ Vaciado de bolsas de basura y de ropa sucia tras cada intervención.
  - ✓ Limpieza y desinfección de todas las superficies horizontales de la sala (mesas, dispositivos, pantallas, cables...), así como lámparas, taburetes, carros u otros elementos que estén sucios.
  - ✓ Limpieza de paredes y techos, únicamente si presentan manchas visibles.
  - ✓ Barrido húmedo del suelo con mopa o muselina de un solo uso, recogiendo los residuos del suelo.
  - ✓ Fregado del suelo utilizando un detergente desinfectante.
- ***Limpieza de final de turno:*** limpieza profunda que se realiza al finalizar la jornada, retirando estructuras móviles (carros, dispositivos, mesas...), incluyendo puertas, suelo y paredes.
  - ✓ Retirada de bolsas de basura y ropa sucia.
  - ✓ Barrido húmedo del suelo con mopa o muselina de un solo uso.
  - ✓ Limpieza y desinfección de superficies como en la limpieza entre intervenciones, incluyendo además las zonas más periféricas del área de trabajo.
  - ✓ Limpieza de equipos montados o fijados al techo, incluyendo ruedas o elementos en contacto con el suelo.
  - ✓ Fregado del área central de la sala, desplazando estructuras.
  - ✓ Barrido húmedo de las zonas periféricas.

- ✓ Fregado de las zonas periféricas.
- ✓ No se permitirá el acceso hasta que el suelo esté completamente seco.
- ✓ Se utilizarán productos no conductivos en la desinfección de los equipos conectados a la red eléctrica.

2.4 LIMPIEZA POSINTERVENCIÓN CONTAMINANTE

Se considera intervención contaminante aquella en la que se produce una gran dispersión de material purulento, procedente de procesos con pacientes que presenten patologías como tuberculosis (TBC), COVID-19, o infecciones o colonizaciones por gérmenes multirresistentes (por ejemplo, MRSA). En estos casos, la limpieza de la sala deberá realizarse siguiendo el mismo protocolo que la limpieza de final de jornada[6].

En cuanto a los trajes plomados de uso habitual en las salas de hemodinámica, debería adoptarse medidas de protección, como la utilización de batas de quirófano que los cubran adecuadamente. En el caso de ser una situación de enfermedad infecciosa de nuevo diagnóstico, los trajes deberán ser desinfectados según las indicaciones del fabricante.

Los residuos tipo domésticos se separan y recogen de forma similar a los generados en los hogares, adaptando el tamaño de los contenedores (bolsas, compactadores, etc.) al volumen de residuos generados.

Los residuos tipo biosanitarios asimilables a urbanos se recogen en bolsas de mayor galga (grosor) que las utilizadas para residuos domésticos. Para conocer con mayor detalle las características de estos envases, es necesario consultar la normativa específica vigente en cada Comunidad Autónoma[9].

Los residuos sanitarios peligrosos deben ser separados por el personal responsable de su generación y depositados en contenedores homologados. Las características de dichos contenedores están recogidas en las correspondientes legislaciones autonómicas. Algunos ejemplos de las características son:

- Opacos.
- Resistentes a la humedad.
- No generadores de emisiones tóxicas por combustión.
- Imperforables (en el caso de los contenedores destinados a los residuos cortantes/punzantes).

2.5 CONTROLES DE LIMPIEZA

El control de limpieza es responsabilidad del centro donde esté ubicada la unidad. No obstante, lo siguiente podría servir como guía para un protocolo de control de limpieza[8].

- Control diario del estado de limpieza: será llevado a cabo por el personal de las distintas unidades. Cualquier persona que detecte una deficiencia en la limpieza deberá comunicarla con la supervisora o responsable correspondiente.
- Control excepcional: será realizado por el Servicio de Medicina Preventiva tras la notificación de una deficiencia por parte de la supervisora, procediendo a realizar una visita urgente a la zona afectada cuando exista gravedad o reincidencia. Su función será valorar la necesidad de adoptar medidas excepcionales y emitir un informe sobre la anomalía detectada, que se remitirá a la unidad correspondiente.
- Control periódico del estado de la limpieza: periódicamente, de acuerdo con lo establecido en el protocolo interno del centro. Una opción adecuada sería que la Unidad de Medicina Preventiva realizara inspecciones conjuntas con la supervisora y el encargado de limpieza, o figuras equivalentes, en las distintas unidades.
- Control microbiológico de superficies: no se realizará de forma rutinaria, sino únicamente ante la aparición de un problema epidemiológico concreto, y según los criterios establecidos por la Unidad de Medicina Preventiva en el protocolo institucional.

3. PREPARACIÓN DEL PACIENTE

La prevención de las infecciones debe ser una prioridad en los centros sanitarios y debe extenderse a las unidades de hemodinámica. Con el propósito de disminuir el riesgo de infecciones posquirúrgicas, debemos seguir una serie de recomendaciones previas a la intervención. Como profesionales presentes a lo largo de todo el proceso quirúrgico debemos proporcionar toda la información necesaria y herramientas que precise el individuo y fomentar su empoderamiento en el autocuidado.

Las recomendaciones previas para los pacientes incluyen: ducharse el día previo o antes del procedimiento, llevar las uñas recortadas y sin esmalte y asegurar la retirada de cualquier tipo de joyería antes de la intervención.

Respecto a la eliminación del vello, se ha demostrado que la tasa de infección es inferior en pacientes que no han sido rasurados[10]. Sin embargo, la decisión de eliminar el vello debe tener en cuenta la necesidad de acceso adecuado a la zona quirúrgica y visibilidad del campo operatorio. La ausencia de depilación puede interferir en maniobras como la punción, la sutura o la aplicación de apósitos y vendajes. No deben utilizarse cuchillas de afeitar, ya que puede provocar cortes microscópicos y abrasiones que faciliten la colonización bacteriana y la posterior infección.

La técnica más segura será con maquinilla eléctrica, siguiendo la dirección del crecimiento del vello, y debe realizarse lo más cerca posible de la hora de la intervención.

Se realizará un rasurado amplio en ambas muñecas o zonas inguinales, según el tipo de procedimiento a realizar **(Figura 1)**.

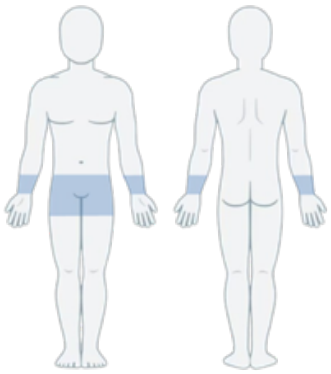


Figura 1. Eliminación del vello para cateterismo. Fuente propia.

El uso de antibióticos sistémicos profilácticos no es necesario de forma rutinaria en la intervención de angioplastia coronaria percutánea. Sin embargo, sí es obligatorio en la implantación de cualquier dispositivo estructural[11], al tratarse de material protésico y debido a las potenciales consecuencias graves de una infección posoperatoria para el paciente.

En el momento de la intervención, se procederá a la limpieza y desinfección de la zona de punción. Los productos recomendados por las guías son:

- ***La clorhexidina alcohólica al 2%*** (si es posible con color).

  Este producto es de elección, ya que presenta la ventaja de una menor capacidad de sensibilización, no se absorbe a través de la piel y mantiene su actividad incluso en presencia de jabón, sangre o materia orgánica.

  Se debe dejar actuar un mínimo de 3 minutos, con el fin de asegurar su efecto, permitir el secado del líquido y la eliminación de vapores alcohólicos antes de colocar las coberturas adhesivas o quirúrgicas estériles **(Figura 1)**.

- **La povidona:** recomendada por su amplio espectro antimicrobiano y su larga duración de acción.

  La antisepsia de la zona que se va a intervenir se realizará desde el centro a la periferia, abarcando una amplia área que permita trabajar sin contactar con piel no tratadas con antiséptico, minimizando así el riesgo de contaminación del campo operatorio.

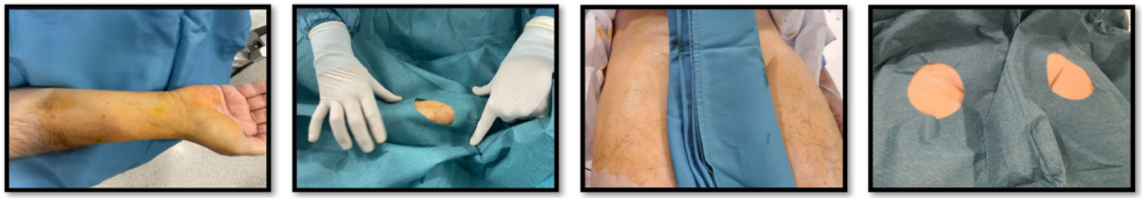


Figura 1. Fotos desinfección de las zonas radiales y femorales.

Fuente propia.

4. MEDIDAS DE HIGIENE PARA PROFESIONALES

Existen una serie de normas básicas destinadas a mantener la asepsia en el área quirúrgica. Este conjunto de medidas a aplicar contribuye a las primeras estrategias para evitar la transmisión de microorganismos. Todo el personal que forma parte del equipo quirúrgico debe adherirse rigurosamente a las normas de asepsia, ya que son la base para prevenir el desarrollo de infecciones de localización quirúrgica (ILQ).

- **Vestimenta:** el objetivo del uso de vestimenta específica es minimizar la exposición del paciente a microorganismos presentes en la piel, el cabello y la mucosa del personal sanitario.
- **Pijamas:** deben ser anchos, cómodos, y confeccionados en algodón o poliéster; se cambiarán a diario o en caso de necesidad. Uso exclusivo en el área quirúrgica.
- **Calzado:** preferiblemente de goma y fácil de limpiar.
- **Gorro:** idealmente transpirable y que cubra completamente el cabello, incluido flequillo. Debe usarse durante todo el procedimiento.
- **Mascarilla:** han de garantizar la asepsia: grosor adecuado, filtro con eficacia mínima del 95 % y componente moldeable, cumpliendo con la norma UNEEN 14683. Se colocarán con la mínima manipulación posible, cubriendo nariz y boca, y adaptándose correctamente mediante el elemento moldeable. Deben utilizarse siempre dentro de la sala, incluida la zona de lavado de manos, y cambiarse cada 4 horas o cuando estén sucias.
- **Lavado de manos:** se podrá realizar de distintas maneras, que tienen aval empírico, pero su realización debe ser estricta. Los cinco momentos de la higiene de manos recomendados por la OMS son:
  - ✓ Antes del contacto con el paciente.
  - ✓ Antes de realizar una tarea aséptica.
  - ✓ Después del riesgo de exposición a fluido orgánico.
  - ✓ Después del contacto con el paciente.
  - ✓ Después del contacto con el entorno del paciente.

4.1 HIGIENE DE MANOS QUIRÚRGICA

El objetivo es eliminar la flora transitoria y reducir significativamente la flora residual, así como limitar el crecimiento microbiano bajo los guantes durante todo el procedimiento.

Recomendación según la OMS:

- Uñas cortas, sin esmaltes ni uñas postizas.
- Retirar anillos, relojes, brazaletes y lavarse con jabón no antimicrobiano antes de entrar al área quirúrgica.

- Limpieza subungueal con bastoncillos y esponja (no son recomendables cepillos porque lesionan la piel; si se usan, deben ser estériles).

La primera higiene del día debe realizarse con solución jabonosa (gluconato de clorhexidina).

La higiene quirúrgica preoperatoria incluye manos, antebrazos, y codos.

4.2 LAVADO CON JABÓN ANTISÉPTICO CLORHEXIDINA

- Humedecer manos y antebrazos.
- Enjabonar desde los dedos hasta los codos sin regresar a zonas ya limpias.
- Aclarar con agua de forma descendente (de manos a codos).
- Desplazarse hacia el campo estéril y coger una compresa seca dando toques desde la mano hasta el codo para secar, repetir la operación con la otra mano utilizando una compresa nueva para esta.
- Mantener las manos por encima de los codos y alejadas de la bata quirúrgica.

Se recomienda una duración mínima de 2 a 5 minutos, aunque puede variar según el producto. Siempre debe realizarse un mínimo de 2 minutos. Utilizar grifos activados por pie, rodilla o codo para evitar el uso de las manos. El uso de un antiséptico reduce el riesgo de proliferación bacteriana bajo los guantes. Se desaconseja el uso de cepillos por el riesgo de abrasión; tampoco es necesaria la esponja si se emplea solución alcohólica de clorhexidina.

4.3 LAVADO CON SOLUCIÓN HIDROALCOHÓLICA

- Aplicar en la palma de la mano una dosis suficiente de producto que asegure cubrir todas las superficies (9-15 ml aproximadamente).
- Frotar las palmas de las manos entre sí. Seguir con la palma de nuestra mano derecha contra el dorso de la izquierda, entrelazando los dedos y viceversa, con la otra mano.
- Frotar el dorso de los dedos de una mano con la palma de la mano opuesta, agarrando los dedos. En un movimiento de rotación, atrapar el pulgar de una mano con la palma de la otra y repetir el movimiento con el dedo pulgar de la mano contraria.
- Frotar la punta de los dedos de una mano contra la palma de la otra, haciendo un movimiento de rotación. Hacer lo mismo con los dedos de la otra mano.
- Una vez seca la solución hidroalcohólica podremos proceder.

La eficacia antimicrobiana es superior a otros productos. La duración recomendada del lavado es de tres minutos, aunque puede variar según el fabricante (mínimo 1,5 minutos).

- Su eficacia se reduce si no se frota hasta que las manos estén completamente secas.
- Mantener siempre las manos por encima de los codos.
- No utilizar cremas hidratantes durante la jornada, ya que contienen derivados del petróleo y aumentan la porosidad de los guantes.

4.4 ASEPSIA DEL CAMPO QUIRÚRGICO

Los materiales usados en el campo quirúrgico deben ser completamente estériles, incluyendo batas, cobertura del paciente con tallas estériles y cobertura de la mesa quirúrgica (preferentemente de un solo uso).

- La bata estéril: larga sin arrastrar, con puños ajustables y cierre posterior. Se considera estéril de cintura a mitad de tórax por delante y hasta los codos en los brazos.
- Guantes estériles: previenen la contaminación y reducen el riesgo de trasmisión de patógenos entre paciente y equipo quirúrgico. El 18 % (rango del 5-82 %) de los guantes presentan perforaciones al finalizar la intervención, y más del 80 % del equipo quirúrgico no lo detecta.
- Mantenimiento de la asepsia durante todo el procedimiento:

Todo el personal es responsable del mantenimiento de la esterilidad.

- El personal circulante debe mantener la distancia del campo estéril.
- No debe pasar los brazos sobre la mesa estéril ni agitar materiales encima.
- Al abrir materiales, se deben seguir pautas de asepsia estrictas.
- La enfermera instrumentista solo debe moverse entre zonas estériles y no debe abandonarlas.
- Entradas y salidas del campo estéril aumentan el riesgo de contaminación.

Recomendaciones de la AORN (Association of periOperative Registered Nurses):

- Preparar el campo estéril inmediatamente antes de la intervención.
- Utilizar exclusivamente instrumental y material estéril.
- Considerar los bordes de envoltorios y contenedores como no estériles.
- Vigilar las áreas estériles mediante observación directa.
- Mantener cerradas las puertas durante y entre intervenciones.
- Reducir al mínimo las conversaciones frente al campo estéril para evitar la dispersión de gotículas.
- Prestar especial atención a catéteres, guías y otros materiales largos, ya que su extensión facilita la contaminación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Badia JM, Rubio Pérez I, Manuel A, Membrilla E, Ruiz-Tovar J, Muñoz-Casares C, et al. *Medidas de prevención de la infección de localización quirúrgica en cirugía general.* Documento de posicionamiento de la Sección de Infección Quirúrgica de la Asociación Española de Cirujanos. Cirugía Española [Internet]. 2020;98(4):187-203. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.ciresp.2019.11.010.
2. Organización Mundial de la Salud (OMS). *Prevención de las infecciones nosocomiales. Guía práctica.* 2a edición. Malta: OMS; 2003 WHO/CDS/CSR/EPH/2002.12.
3. Ouyang X, Wang Q, Li X, Zhang T, Rastogi S. *Laminar airflow ventilation systems in orthopaedic operating room do not prevent surgical site infections: a systematic review and meta-analysis.* J Orthop Surg Res [Internet]. 2023;18(1). Disponible en: http://dx.doi.org/10.1186/s13018-023-03992-2.
4. Spaziano M, Lefèvre T, Romano M, Eltchaninoff H, Leprince P, Motreff P, et al. *Transcatheter aortic valve replacement in the catheterization laboratory versus hybrid operating room: Insights from the FRANCE TAVI registry*. JACC Cardiovasc Interv [Internet]. 2018;11(21):2195–203. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.jcin.2018.06.043.
5. M. Gracia Rosell Farrás, Adriano Muñoz Martinez. *Ventilación general en hospitales* [internet]. Instituto nacional de higiene en el trabajo. 2010. Disponible en: https://www.insst.es/documents/94886/328681/859w.pdf/274f1a5d-9bbe-429d-a6c4-097dc30e2c2d.
6. Comunidad de Madrid Consejería de sanidad. *Prevención y control de la infección nosocomial.* [internet].2007. Disponible en: https://www.comunidad.madrid/sites/default/files/doc/sanidad/chas/prevencion_y_control_de_la_infeccion_nosocomial.pdf
7. Torrens, Ll., Espuñes, J., Merino, J., et al. *Limpieza del bloque quirúrgico y otras áreas críticas.* Asociación catalana de enfermeras del control de la infección. Sant Joan Despí; 2013.
8. Servicio gallego sanidad. *Guía de procedimientos de limpieza en medio hospitalario* https://www.sergas.es/Saude-publica/Documents/1168/procedementos_limpeza.pdf
9. Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico; *Gestión de residuos sanitarios*. https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujos/residuos-sanitarios/cual-es-su-ciclo-gestion.html.
10. Centro colaborador español del Instituto Joanna Briggs para los cuidados de salud basados en la evidencia. *Impacto de la eliminación del vello en las infecciones de la zona quirúrgica*. Best Practice;7(2):1-6 ISSN 1329-1874.
11. Longnecker RC. *High-Risk Cardiac Catheterization*. Kern MJ, coordinador. *The cardiac catheterization handbook.* 5th ed. Philadelphia: Saunders; 2011. 312-335.

TEMA 5

PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

Marina Domínguez Merino, Francisco Javier García Cañedo

Hospital Regional Universitario de Málaga. Málaga.

1. INTRODUCCIÓN

Los profesionales sanitarios que trabajan en las unidades de hemodinámica y cardiología intervencionista están expuestos al riesgo de radiaciones ionizantes.

Se define como radiación ionizante aquella que interacciona con la materia generando ionización, es decir, produce partículas con carga eléctrica (iones) y radicales libres capaces de romper los enlaces químicos y provocar alteraciones moleculares que dañan las células expuestas.

Las radiaciones ionizantes pueden medirse con el objetivo de evaluar tanto las fuentes que las emiten como los efectos que producen.

El daño que causa en órganos y tejidos dependerá de la dosis recibida o absorbida, del tipo de radiación y de la sensibilidad de cada órgano y tejido[1].

La dosis absorbida se refiere a la energía transferida al medio por unidad de masa, y su unidad de medida es el gray (Gy).

Para medir el potencial de la radiación ionizante para causar daño, se utiliza la dosis efectiva, cuya unidad es el sievert (Sv). Esta unidad considera la sensibilidad del órgano irradiado. Dado que se trata de una unidad muy grande, se utilizan unidades menores como el milisievert (mSv) o el microsievert (μSv). La dosis efectiva se define como la suma ponderada de las dosis equivalentes recibidas en los distintos órganos.

Las partículas causan mayor daño en los tejidos cuanto mayor es su transferencia lineal de energía (LET). Este factor se tiene en cuenta al calcular la dosis equivalente, que se obtiene multiplicando la dosis absorbida por un factor de ponderación asociado al tipo de radiación[2].

El Comité Científico de las Naciones Unidas sobre los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR) tiene como misión evaluar e informar sobre los niveles y efectos de la exposición a las radiaciones ionizantes. A nivel mundial, sus estimaciones se consideran como referencia para establecer las medidas de protección[3].

La Directiva 2013/59/Euratom adaptó las normas europeas de protección radiológica siguiendo las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica, ICRP-103 (2007). Esta directiva fue parcialmente transpuesta a la legislación española mediante el Real Decreto 1029/2022, que establece el Reglamento sobre Protección de la Salud contra los Riesgos derivados de la Exposición a las Radiaciones Ionizantes[2].

2. EFECTOS BIOLÓGICOS DE LA RADIACIÓN

Las radiaciones ionizantes actúan sobre los átomos de la materia, dañando el ADN. Las células más sensibles son aquellas con mayor contenido de ADN.

Los efectos biológicos que producen pueden clasificarse:

- Efectos somáticos: afectan al propio individuo.
- Efectos genéticos: afectan a los descendientes.

En función del tiempo que tardan en manifestarse, se distinguen:

- Efectos inmediatos: aparecen poco después de la exposición.
- Efectos retardados: surgen entre 5 y 30 años después, y suelen ser de carácter maligno.

Según su forma de producirse, se dividen en:

- Efectos estocásticos o aleatorios: pueden presentarse con cualquier dosis de radiación. La probabilidad de aparición aumenta con la dosis, pero su gravedad no depende de la cantidad recibida.
- Efectos no estocásticos o deterministas: aparecen solo si se supera un umbral de dosis, y su gravedad aumenta con la cantidad de radiación recibida.

Los efectos producidos por las radiaciones ionizantes en función de la dosis recibida son los siguientes:

- Dosis de 10 mSV: no existe evidencia de efectos sanitarios.
- Dosis de 0,1 Sv: se aprecia un aumento de cánceres tardíos.
- Dosis de 1 Sv: provoca efectos inmediatos.
- Dosis de 10 Sv: dosis letal con muerte a las 5 o 6 semanas por lesiones en la médula ósea.
- Dosis entre 10 y 50 Sv: la muerte se produce por lesiones gastrointestinales en 1 o 2 semanas.
- Dosis de 100 Sv: la muerte se produce en horas por lesiones en el sistema nervioso central.

Para evitar estos efectos indeseados, es fundamental establecer pautas de trabajo que limiten al máximo la exposición a radiaciones ionizantes[2].

3. PRINCIPIOS GENERALES DE PROTECCION RADIOLÓGICA

La protección radiológica tiene como objetivo fundamental proteger a las personas y sus descendientes frente a los efectos de las radiaciones ionizantes, permitiendo su uso con fines beneficiosos. Se basa en tres principios fundamentales:

1 JUSTIFICACIÓN

Toda práctica que implique exposición a radiaciones ionizantes deberá ser justificada mediante un análisis de beneficio-riesgo, de modo que el beneficio individual o social obtenido compense el posible detrimento para la salud.

2 OPTIMIZACIÓN

La exposición a radiaciones debe ser la mínima posible, tanto para trabajadores como para el público general, teniendo en cuenta el conocimiento técnico disponible, y factores económicos y sociales. Este principio se resume en el criterio ALARA (As Low As Reasonably Achievable)[2,4].

3 LIMITACIÓN DE DOSIS (TABLA 1)

En situaciones de exposición planificada, la suma de las dosis recibidas por cualquier persona no deberá superar los límites de dosis establecidos, tanto para la exposición ocupacional como para la de los miembros del público.

El límite de dosis es "el valor de la dosis efectiva o de la dosis equivalente, en un periodo especificado, que no debe ser superado para una persona". Este valor garantiza que las personas no sean sometidas a un riesgo inaceptable.

Los límites de dosis establecidos para los **trabajadores expuestos** son:

1. Dosis efectiva: límite anual de 20 mSv por año oficial.
2. Sin perjuicio de lo dispuesto en el apartado 1, se aplicarán los siguientes límites:
   - *a)* El límite de dosis equivalente para el cristalino será de 100 mSv a lo largo de cinco años oficiales consecutivos, y una dosis máxima de 50 mSv en un único año oficial.
   - *b)* El límite de dosis equivalente para la piel será de 500 mSv por año oficial.
   - *c)* El límite de dosis equivalente para cada extremidad será de 500 mSv por año.

TABLA 1. Límite de dosis para trabajadores expuestos.

LÍMITE DE DOSIS		
TRABAJADORES EXPUESTOS	DOSIS EFECTIVA	20 mSv/año
	DOSIS EQUIVALENTE	Cristalino 50 mSv/año
		Piel 500 mSv/año
		Extremidades 500 mSv/año
TRAJADORAS EMBARAZADAS (FETO)	1 mSv/embarazo	

Fuente: elaboración propia.

Durante el **embarazo** tan pronto como una trabajadora comunique su estado de embarazo al titular de la práctica, la protección del feto deberá ser comparable a la de los miembros del público. Por ello, las condiciones de trabajo de la mujer embarazada serán tales que la dosis equivalente al feto sea tan baja como sea razonablemente posible, de forma que dicha dosis no exceda de 1 mSv, al menos desde la comunicación de su estado hasta el final del embarazo[4].

4. PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE PROTECCIÓN OCUPACIONAL DE LOS TRABAJADORES EXPUESTOS

La protección de los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes se basa en los siguientes principios fundamentales:

- Evaluación previa de las condiciones laborales, con el objetivo de determinar la naturaleza y magnitud del riesgo radiológico y garantizar la correcta aplicación del principio de optimización.
- Clasificación de los lugares de trabajo en diferentes zonas, teniendo en cuenta: la evaluación de las dosis anuales previstas, el riesgo de dispersión de la contaminación, y la probabilidad y magnitud de las exposiciones potenciales.
- Clasificación de los trabajadores expuestos en diferentes categorías, según las condiciones específicas de su actividad laboral.
- Aplicación de las normas y medidas de vigilancia y control, tanto en relación con las distintas zonas como con las distintas categorías de trabajadores expuestos. Esto incluye, en su caso, la vigilancia individual de la exposición.
- Vigilancia de la salud, mediante controles médicos periódicos, con el fin de detectar precozmente efectos adversos asociados a la exposición.
- Información[4] y formación, inicial y periódica, dirigida a los trabajadores expuestos en relación con los riesgos radiológicos asociados a su trabajo y con las normas y procedimientos a aplicar para el adecuado desarrollo de este[9].

5. CLASIFICACIÓN DE ZONAS

Se distinguen las siguientes zonas de clasificación radiológica **(ver Figura 1)**:

- **Zona controlada:** espacio donde existe la posibilidad de recibir dosis efectivas superiores a 6 mSv por año oficial (identificada con un trébol verde). Esta zona se subdivide en:
  - ✓ **Zona de permanencia limitada:** existe el riesgo de recibir una dosis superior a los límites fijados (trébol amarillo).
  - ✓ **Zona de permanencia reglamentada:** existe el riesgo de recibir en cortos periodos de tiempo una dosis superior a los límites de dosis fijados (trébol naranja).

- ✓ **Zona de acceso prohibido:** existe el riesgo de recibir, en una exposición en muy corto periodo de tiempo, dosis superiores a los límites de dosis fijados (trébol rojo).

- **Zona vigilada:** espacio que, sin ser una zona controlada, presenta posibilidad de exposición a dosis efectivas superiores a 1 mSv por año oficial (identificada con un trébol gris azulado)[4].



Figura 1. Señales de zonas con riesgo de exposición a radiaciones ionizantes.

Fuente: Norma UNE 73302.

6. CLASIFICACIÓN DE TRABAJADORES EXPUESTOS

Se define como "trabajador expuesto" a toda persona que, trabajando, bien por cuenta propia o ajena, está sometida a niveles de radiaciones ionizantes que pueden superar los límites establecidos de dosis para los miembros del público[4].

Los trabajadores expuestos se clasifican en dos categorías:

- **Categoría A:** comprende a aquellos trabajadores que pueden recibir:
  - ✓ Una dosis efectiva superior a 6 mSv por año oficial.
  - ✓ Una dosis equivalente superior a 15 mSv por año oficial al cristalino.
  - ✓ Una dosis equivalente superior a 150 mSv por año oficial en piel y extremidades.
- **Categoría B:** incluye a los trabajadores que no cumplen los criterios para ser clasificados como de categoría A.

Para los trabajadores clasificados como **categoría A**, la estimación de dosis será obligatoria y se llevará a cabo mediante:

a) Exposición externa: uso de dosímetros individuales que midan la dosis externa recibida, representativa de la exposición de todo el organismo, durante la jornada laboral completa.

b) Exposición parcial o no homogénea del organismo: uso de dosímetros específicos colocados en las zonas anatómicas potencialmente más expuestas.

c) Exposición interna: realización de mediciones o análisis adecuados que permitan evaluar las dosis absorbidas internamente.

Las dosis individuales recibidas por los trabajadores de categoría B podrán ser estimadas a partir de los resultados de la vigilancia radiológica en los lugares de trabajo, siempre que estos demuestren de forma suficiente que su clasificación como categoría B es adecuada[4].

7. MEDIDAS BÁSICAS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

La peligrosidad de las radiaciones ionizantes hace necesario establecer medidas para limitar la exposición a las personas. Estas acciones pueden ir encaminadas a la fuente emisora (medida prioritaria), al ambiente por donde circulan las ondas o al individuo expuesto, siendo estas dos últimas más difíciles de aplicar.

Los riesgos de irradiación por exposición se reducen aplicando las siguientes medidas de protección:

- **Distancia:** aumentando la distancia a la fuente de radiaciones ionizantes, la exposición disminuye en la misma proporción en que aumenta el cuadrado de la distancia (exposición= $1/m^2$).
- **Tiempo:** disminuyendo el tiempo de exposición se reducirán las dosis.
- **Blindaje:** en los casos en que la distancia y el tiempo no sean suficientes, sería necesario interponer material absorbente (blindaje) entre el operador y la fuente de radiación[6].

7.1 EQUIPOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

En lo referente a protección radiológica, existen recomendaciones que dan los organismos internacionales, que cada país traspone a su legislación, teniendo en cuenta los aspectos económicos y sociales específicos.

En la Unión Europea, el organismo regulador de la protección radiológica es Euratom, cuyas directivas son de obligado cumplimiento. En España, esta labor la realiza el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN).

Los métodos más efectivos para protegernos de las radiaciones ionizantes son:

a) minimizar el tiempo de exposición,

b) maximizar la distancia a la fuente de rayos emisora, y

c) en los casos en que los factores anteriores no sean suficientes, interponer un blindaje entre la fuente de radiaciones ionizantes y el operador[6].

La **Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales** indica que los equipos de protección individual deberán utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar o no puedan limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

Los empleadores deberán proporcionar a los trabajadores los EPI adecuados, y asegurar su uso cuando la naturaleza del trabajo lo requiera[7].

Según el **RD 1076/2014, de 7 de diciembre, por el que se modifica el Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual,** se podrán requerir, en función de la parte del cuerpo afectada, los siguientes equipos de protección individual frente a radiaciones ionizantes:

- **Ojos:** gafas de montura universal o integral de protección.
- **Manos:** guantes.
- **Tronco/abdomen:** delantal plomado, chaquetón, chaleco, faldón.
- **Cabeza:** gorros y otros elementos de protección.
- **Cuello:** protector de tiroideo.

Será la evaluación de riesgos laborales la que determine la necesidad de suministrar EPI y sus características[8].

El **RD 1085/2009, de 3 de julio, por el que se aprueba el reglamento sobre instalación y utilización de aparatos de rayos X con fines de diagnóstico médico** considera dentro del programa de protección radiológica:

a) El uso de blindajes fijos o móviles como las pantallas protectoras para la mesa **(Figura 2)**.



Figura 2. Mampara suspendida, blindaje lateral y cortina plomada.

Fuente: propia.

b) Utilización de equipos de protección personal como delantales y gafas de vidrio plomado. En radiología intervencionista, además, protectores tiroideos y guantes quirúrgicos plomados.

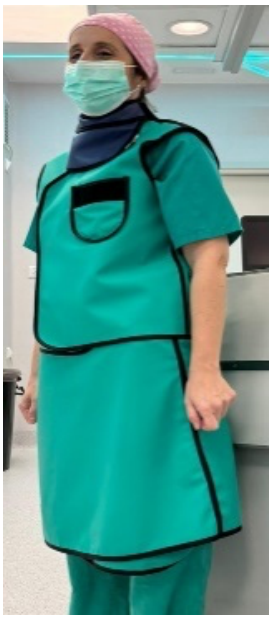
Existen diversos tipos de gafas plomadas **(Imágenes 3 y 4)**. Algunas se pueden poner sobre gafas graduadas **(Figura 3, derecha)**. Son recomendables las que tienen protección lateral.

En las instalaciones se deberá disponer de las prendas de protección adecuadas con objeto de que sean utilizadas por el operador y para proteger al paciente si fuese necesario. Dichas prendas deberán estar disponibles en número suficiente para permitir su uso simultáneo de acuerdo con las necesidades de la instalación. Siempre que sea posible, se minimizarán los tiempos de escopia[9].

Los delantales plomados pueden ser de una o dos piezas **(Figura 3)**.

La **norma UNE-EN 61 331-3: 2015** recomienda:

- Los delantales plomados deben cubrir la parte frontal del cuerpo desde la garganta hasta, al menos, las rodillas, todo el esternón y los hombros **(Figura 3)**.
- El ancho del material en cada hombro debe ser menor de 8 cm para las personas con perímetro torácico mínimo de 76 cm y se debe ajustar según aumente el perímetro torácico. Los delantales de protección cerrados deben estar diseñados para cubrir adicionalmente los laterales del cuerpo desde no más de 10 cm por debajo de la axila hasta las rodillas y la parte posterior hasta las rodillas.



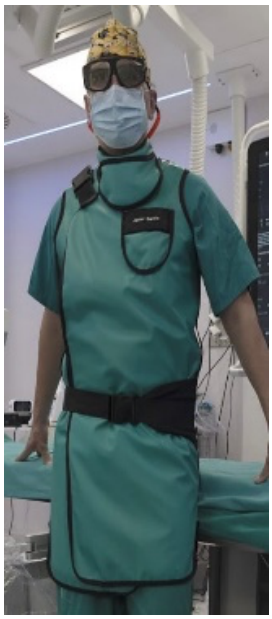


Figura 3. Delantal plomado de dos piezas (chaleco y falda) y protector tiroides. Delantal plomado de una pieza, protector tiroides y gafas plomadas.

Fuente: propia.

Los protectores de tiroides deben cubrir la mitad frontal del cuello, incluyendo la glándula tiroides, y se deberían extender desde la parte inferior de la mandíbula hasta el escote del delantal de protección **(Figura 4)**. El equivalente de plomo no debe ser menor de 0,35 mm plomo[5].



Figura 4. Protector de tiroides y gafas plomadas. Gafas plomadas con protección lateral.

Fuente: propia.

Las prendas de protección radiológica certificadas ofrecen el siguiente nivel de atenuación **(Tabla 2)**[10]:

TABLA 2. Nivel de atenuación de las prendas de protección radiológica certificadas.

EQUIVALENCIA EN mm PB	ATENUACIÓN A 80 KV	
	HAZ DIRECTO	RADIACIÓN DISPERSA
0,12 mm Pb	70%	85%
0,25 mm Pb	89%	96%
0,35 mm Pb	94%	98%
0,50 mm Pb	97%	99%

Fuente: elaboración propia.
mm Pb: milímetros de plomo; KV: kilovoltio.

La Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR) recomienda 0,35 mm Pb para la protección frontal en exposiciones habituales (esporádicas, 0,25 mm Pb). Para la parte trasera, 0,25 mm Pb. Las prendas con 0,5 mm Pb equivalente protegen un 1% más frente a la radiación dispersa que las de 0,25 mm Pb equivalente, pesando más del 30%, por ello se desaconseja llevar mandiles de 0,5 mm Pb durante tiempos prolongados. Con un delantal de 0,35 mm Pb 10 cm más largo conseguimos mayor disminución de dosis con un incremento del peso del 10% que con uno de 50 mm Pb con un aumento del peso del 30%[10].

La IAEA recomienda para disminuir la radiación recibida:

- Usar mamparas de protección, blindajes laterales y cortinas plomadas debajo de la mesa (reducción de radiación dispersa en más del 90%) **(Figura 2)**.
- Mantener las manos fuera del haz de rayos X.
- Situarse al lado del detector de imagen.
- Mantener el tubo de rayos X debajo de la mesa y no encima[11].

8. VIGILANCIA Y VALORACIÓN DE LA EXPOSICIÓN

Se realiza una medición y vigilancia de los lugares de trabajo y otra a nivel individual por el servicio de protección radiológica, en el caso de instituciones que dispongan de él, o se contrata a una unidad técnica de protección radiológica (UTPR). Cuentan con personal especialista en radiofísica.

La dosimetría se utiliza para indicar los equivalentes de dosis que los trabajadores reciben de los campos de radiación externos a los que puedan estar expuestos. Si existe la posibilidad razonable de que un trabajador acumule entre el 5 % y el 10 % del límite de dosis permitido, deberá llevar un dosímetro personal. Las trabajadoras gestantes llevarán un dosímetro adicional ubicado en el abdomen para controlar la dosis absorbida por el feto.

Es obligatorio registrar todas las dosis recibidas por los trabajadores de categoría A y por los trabajadores de categoría B con dosímetro individual, durante su vida laboral, manteniendo un historial dosimétrico individual que se mantendrá debidamente actualizado y estará, en todo momento, a disposición del propio trabajador[4].

Los trabajadores de la categoría A se registrarán las dosis mensuales y las dosis acumuladas por año oficial y los trabajadores de categoría B se registrarán las dosis anuales asignadas o estimadas[4].

En el caso de trabajadores a los que se le asignen dosis al cristalino, en su historial dosimétrico se incluirán, adicionalmente, las dosis acumuladas en cinco años oficiales[4].

8.1 DOSÍMETRÍA PERSONAL

Se emplea para medir de forma directa el equivalente de dosis recibida por una persona. Puede ser de la totalidad del organismo (dosímetro de solapa), de las extremidades superiores (dosímetros de muñeca y anillo), del abdomen, cristalino o para ponerlo sobre un delantal plomado. Se mide mediante el dosímetro, es un detector de radiación.

El Centro Nacional de Dosimetría (CND) se encarga de la lectura y control dosimétrico mensual de los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes del Sistema Nacional de Salud. Cuenta también con una Unidad Técnica de Protección Radiológica autorizada por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) para prestar sus servicios a instalaciones de radiodiagnóstico.

Encontramos los siguientes dosímetros personales:

1. Dosímetro personal de muñeca

Se debe colocar en la muñeca del brazo más cercano al tubo de rayos X, en la parte interna si el tubo de rayos X está situado debajo, o en la parte externa si el tubo está arriba.

Se pondrá debajo de los guantes si se utilizan **(Figura 5)**[12].



Figura 5. Proceso de colocación de guante sobre dosímetro de muñeca. Dosímetro de anillo.

Fuente: propia.

2. Dosímetro personal de solapa

Se puede poner dejando cualquiera de sus caras enfrentadas a la fuente de radiación, es igual por los dos lados. Se cuelga a la altura del pecho con una pinza. Si se lleva el delantal plomado, colocaremos el dosímetro debajo del delantal **(Figura 6)**. Casos especiales:

- **Dosímetro de delantal:** se pone sobre el delantal plomado.
- **Dosímetro de abdomen (para embarazadas):** se lleva a la altura del abdomen[11].



Figura 6. Dosímetro de solapa.

Fuente: propia.

3. Dosímetro personal de cristalino

Lo pondremos próximo al ojo más cercano a la fuente de radiación. Se puede colocar con una cinta elástica sobre la cabeza o con un imperdible enganchado al gorro quirúrgico o con el velcro a la patilla de las gafas **(Figura 7)**[12].



Figura 7. Dosímetro de cristalino.

Fuente: Centro Nacional de Dosimetría.

4. Dosímetro personal de anillo

Se debe colocar en el dedo más expuesto, suelen ser el meñique y el anular, de la mano más cercana a la fuente de radiación (suele ser la no dominante), con el elemento sensible situado hacia la fuente de radiación **(Figura 5)**[12].

9. VIGILANCIA DE LA SALUD DE TRABAJADORES EXPUESTOS A RADIACIONES IONIZANTES

La normativa vigente en materia de prevención de riesgos laborales está recogida en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención Riesgos Laborales. En el artículo 22 recoge que el empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo previo consentimiento del trabajador.

El trabajador no tendrá que dar su consentimiento cuando la realización de los reconocimientos sea imprescindible para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo sobre la salud de los trabajadores o para verificar si el estado de salud del trabajador puede constituir un peligro para él mismo, para los demás trabajadores o para otras personas relacionadas con la empresa o cuando así esté establecido en una disposición legal en relación con la protección de riesgos específicos y actividades de especial peligrosidad.

Los resultados de los reconocimientos médicos se entregarán exclusivamente al trabajador, y no podrá facilitarse información médica sobre este al empresario, sin consentimiento expreso del trabajador. Al empresario se le comunicará la "aptitud" del trabajador[7].

Desde el punto de vista médico y de acuerdo con el resultado de los exámenes de salud oportunos, los trabajadores expuestos de categoría A se clasificarán como:

- **Aptos:** aquellos que pueden realizar las actividades que implican riesgo de exposición asociado al puesto de trabajo.
- **Aptos en determinadas condiciones:** aquellos que pueden realizar las actividades que implican riesgo de exposición asociado al puesto de trabajo, siempre que se cumplan las condiciones que a tal efecto se establezcan, basándose en criterios médicos.
- **No aptos:** aquellos que deben mantenerse separados de puestos que impliquen riesgo de exposición[4].

No obtener el apto médico implica la baja como trabajador expuesto de categoría A[4].

Toda persona que vaya a ser clasificada como **trabajador expuesto de categoría A** deberá ser sometida a un examen de salud previo, así como a revisiones periódicas que verifiquen su aptitud para realizar las funciones que se le asignen[4]. El departamento de vigilancia de la salud realizará reconocimientos médicos específicos frente a los riesgos derivados del trabajo[13].

Implica:

- **Evaluación de salud de los trabajadores inicial:** permitirá evaluar el estado de salud del trabajador, comprobar que el trabajador es apto para las funciones que se le asignen, que no presenta alteraciones que pueden ser agravadas por el trabajo ni incompatibilidades[3,14].

  Se realizará tras la incorporación por primera vez al trabajo y tras asignación de nuevas tareas que conlleven nuevos riesgos[12]. Se harán como pruebas complementarias un electrocardiograma, una espirometría, una audiometría y una exploración oftalmológica[15].

- **Evaluación de salud periódica específica:** permiten comprobar que el trabajador sigue siendo apto para su puesto de trabajo y que las condiciones de trabajo no están provocando efectos nocivos en la salud del trabajador. La periodicidad de las revisiones de los trabajadores de categoría A será cada 12 meses o más frecuentemente si fuera necesario[4,14]. Tendrán una validez de 13 meses[4]. El electrocardiograma, la espirometría y la audiometría se realizarán como mínimo cada cinco años, o según criterio médico en función del puesto de trabajo, excepto la exploración oftalmológica (examen del cristalino), que deberá realizarse anualmente debido a la mayor sensibilidad del cristalino a la exposición de rayos X[14,15].

  Deberá realizarse una vigilancia sanitaria especial en caso de superación o sospecha de superación de algunos de los límites de dosis[4].

- **Evaluación de salud después de una ausencia prolongada por motivos de salud**[13].

10. EMBARAZADAS Y RADIACIONES IONIZANTES

El artículo 26 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales establece medidas específicas para la protección de la maternidad[7]. Se deben adaptar las condiciones de trabajo con el fin de eliminar cualquier riesgo para la seguridad y salud de las trabajadoras embarazadas o en periodo de lactancia. Se conservará el derecho a las retribuciones de su puesto de origen[7].

El anexo VIII del Real Decreto 298/2009, de 6 de marzo, dipone que no puede haber riesgo de exposición por parte de trabajadoras embarazadas a radiaciones ionizantes[16]. Una vez que la trabajadora haya comunicado su estado de embarazo, la dosis equivalente al feto deberá mantenerse lo más baja como sea razonablemente posible, siendo altamente improbable que dicha dosis supere 1 mSv durante el resto del embarazo[4].

En consecuencia, la trabajadora gestante no deberá desempeñar sus funciones dentro de las salas de hemodinámica y cardiología intervencionista.

Con carácter excepcional, “siempre que la trabajadora manifieste de forma expresa su voluntad de continuar en esa actividad laboral y siempre que el trabajo se realice

en condiciones que aseguren el cumplimiento de la legislación vigente, se le podría permitir el desarorrollo del trabajo. Dichas condiciones deberán ser establecidas y justificadas por un Servicio de Protección Radiológica que, asimismo, supervisará el cumplimiento de las mismas"[17].

Si no resultara posible el cambio de puesto, podrá declararse el paso de la trabajadora afectada a la situación de **suspensión del contrato por riesgo durante el embarazo (Figura 8)**, contemplado en el Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores[18].

Figura 8. QR con enlace a la página de la Seguridad Social "Prestación de riesgo durante el embarazo[20]".

BIBLIOGRAFÍA

1. Instituto Nacional de la Seguridad Social. *Guía de ayuda para la valoración del riesgo laboral durante el embarazo*. 3ª edición. [citado el 5 de Febrero de 2014]. Disponible en: https://www.segsocial.es/wps/wcm/connect/wss/e91e61c5-7559-4ce9-9440-a4bfe80e1df2/RIESGO+EMBARAZO_on-line.pdf?MOD=AJPERES&CVID. (El RD 783/2001 de 6 de Julio al que hace referencia está derogado).
2. Gil Hernández, Fernando. *Tratado de Medicina del Trabajo*. Capítulo 23. 3ª edición. Editorial Elsevier; p 286-295.
3. Naciones Unidas. Comité Científico sobre los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR). [Citado el 20 de Enero de 2014]. Disponible en: https://www.unscear.org/unscear/en/about-us/index.html
4. Real Decreto 1029/2022, de 20 de diciembre, por el que se aprueba el reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a radiaciones ionizantes. Boletín Oficial del Estado, número 305, (21 de diciembre de 2022).
5. Norma UNE-EN 61331-3:2015.
6. Consejo de Seguridad Nuclear. Protección Radiológica. Consejo de Seguridad Nuclear; 2012 [citado el 3 de febrero de 2024]. Disponible en: https://www.csn.es/documents/10182/914805/Protecci%C3%B3n%20radiol%C3%B3gica. (El Real Decreto 783/2001 de 6 de Julio y los límites de dosis a los que hace referencia en la página 15 están derogados).
7. Ley 31/1995, de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales. Boletín Oficial del Estado, número 269 (de 10 de Noviembre de 1995).
8. Real Decreto 1076/2021, de 7 de diciembre, por el que se modifica el Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. Boletín Oficial del Estado, número 293, (8 de diciembre de 2021).

9. Real Decreto 1085/2009, de 3 de Julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre instalación y utilización de aparatos de rayos X con fines de diagnóstico médico, Boletín Oficial de Estado, número 173 (18 de Julio 2009).
10. Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR). *Elementos de protección individual en protección radiológic*a. [Internet]. [Citado el 2 de febrero de 2024]. Disponible en: https://www.sepr.es/archivo-doc/recursos/otros/1853-3-12-elementos-de-proteccion-individual-para-ri-pdf
11. Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). *Recomendaciones para la protección del staff en fluoroscopia* [Internet]. [Citado el 2 de febrero de 2024]. Disponible en: https://www.iaea.org/sites/default/files/documents/rpop/poster-staff-radiation-protection-es.pdf
12. Mas Muñoz Irene, Pujades Claumarcirant, María del Carmen, Soriano Cruz Angela, Vilar Palop Jorge, Uccello Ornella, et al. *Dosímetro personal de solapa. Dosímetro personal de muñeca. Dosímetro personal de anillo. Dosímetro personal de cristalino. Vigilancia dosimétrica de los profesionales expuestos a radiaciones ionizantes.* [Trípticos]. Instituto Nacional de Gestión Sanitaria, Centro Nacional de Dosimetría. Disponible en: https://ingesa.sanidad.gob.es/Publicaciones-y-Documentaci-n-Publicaciones/Descargas-gratuitas.html.
13. Ministerio de Sanidad. [Internet]. [Citado el 17 de febrero de 2024]. Disponible en: https://www.sanidad.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/saludLaboral/vigiTrabajadores/home.htm
14. Gil Hernández, Fernando. *Tratado de Medicina del Trabajo*. Capítulo 57. 3ª edición. Editorial Elsevier; p 815-816. Reconocimientos médicos en vigilancia de la salud: protocolos específicos.
15. Comisión de Salud Pública. Consejo Interritorial del Sistema Nacional de Salud. *Protocolos de Vigilancia Sanitaria específica radiaciones ionizantes* [citado el 10 de febrero de 2024}. Disponible en: https://sanidad.gobes/ciudadanos/saludAmblaboral/docs/radiacio.pdf (El RD 783/2001, el RD 413/1997 están derogados y conceptos del punto 2.1 Definiciones y conceptos están actualizado por el RD1029/2022, de 20 de Diciembre).
16. Real Decreto 298/2009, de 6 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el reglamento de los Servicios de Prevención, en relación con la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y salud en el trabajo de la trabajadora embarazada, que haya dado a luz o en periodo de lactancia. Boletín Oficial del Estado, número 57, (7 de marzo de 2009).
17. Fernández Belén, Casal Emilio, Manzanas María Jesús, Amor Ignacio, Blanes Ana, Martí Gloria, et al. *Protección de las trabajadoras gestantes expuestas a radiaciones ionizantes en el ámbito sanitario* / CSN. Consejo de Seguridad Nuclear Madrid 2016.
18. Real decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores. Boletín Oficial del estado, número 255, (24/10/2015).
19. Ministerio de Trabajo y Economía Social [Internet]. [Citado el 20 de Febrero de 2024]. Disponible en: https://www.mites.gob.es/es/Guia/texto/guia_7/contenidos/guia_7_16_1.htm
20. Seguridad Social. *Prestación de Riesgo durante el embarazo* [Internet]. [Citado el 5 de febrero de 2024}. Disponible en: https://www.seg-social.es/wps/portal/wss/internet/InformacionUtil/44539/44765

CAPÍTULO III

PACIENTE EN LA UNIDAD DE HEMODINÁMICA

Asociación Española de
Enfermería en Cardiología

TEMA 6

VALORACIÓN INICIAL DEL PACIENTE. HISTORIA DE ENFERMERÍA

Majda Radaidan Hazzaoui

Hospital Universitari Dr. Josep Trueta de Girona. Girona.

1. INTRODUCCIÓN

Según el Instituto Nacional de Estadística, en el año 2022 las enfermedades del sistema circulatorio se mantuvieron como la primera causa de muerte en España, representando el 26% del total de defunciones, seguida de los tumores, que supusieron el 24,8% del total.

A nivel mundial, las enfermedades cardiovasculares son una de las principales causas de mortalidad y representan uno de los mayores desafíos para la salud pública contemporánea[1].

En este contexto, los profesionales de enfermería, como proveedores directos de cuidados, tienen la responsabilidad de garantizar una atención individualizada, centrada en el paciente y basada en un plan de cuidados adaptado a sus necesidades. Cabe destacar la importancia de involucrar activamente al paciente en su propio proceso de cuidado, ya que esto fomenta su autonomía y mejora la relación y la comunicación con el personal sanitario. Establecer un entorno de tranquilidad y confianza, especialmente en un espacio que puede resultar extraño o incluso desagradable para el paciente hospitalizado, es esencial para contribuir a su bienestar.

El primer contacto con el paciente debe centrarse en presentar al equipo de profesionales que lo acompañará durante su ingreso, así como proporcionar información clara, veraz y oportuna, expresada en términos comprensibles. Tanto la eficiencia como la calidad técnica del equipo asistencial son factores clave para alcanzar un estado de confort y seguridad durante la hospitalización.

2. VALORACIÓN DEL PACIENTE EN LA SALA DE HEMODINÁMICA

La valoración inicial del paciente debe ser un proceso organizado y sistematizado que nos permita llegar a un buen diagnóstico de enfermería y posterior puesta en marcha del plan de cuidados. Esto facilita una estratificación precisa del riesgo periprocedimiento, optimiza el manejo médico y contribuye a reducir posibles complicaciones[2].

La preparación y valoración del paciente que acude a la sala de intervencionismo es fundamental para garantizar la seguridad del procedimiento. En este sentido se debe interrogar sobre:

- Posibles alergias, especialmente al contraste yodado (en cuyo caso se realizará la preparación correspondiente según el protocolo de cada hospital).
- Qué fármacos ha tomado antes de acudir al hospital, con especial énfasis en los antiagregantes y los anticoagulantes. Es primordial saber el régimen de tratamiento habitual (monoterapia, biterapia –ya sea doble antiagregación o antiagregante más anticoagulante–), así como cuál ha sido la última dosis y si se ha administrado dosis de carga (en el caso de los antiagregantes).
- Presencia de patologías infecciosas como el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH), virus por hepatitis B o C (VHC, VHB). En estos casos se tendrá especial cuidado con el acceso vascular o la manipulación de material durante el procedimiento. No está de más recabar en la historia clínica los últimos datos de control de la enfermedad (carga viral, seguimiento del tratamiento, etc.).
- Otras patologías infecciosas como, por ejemplo: enfermedades bacterianas por gérmenes multirresistentes (Staphylococcus Aureus Resistente a la Meticilina –MARSA; bacterias productoras de betalactamasas de espectro ampliado –BLEA, etc.) o infecciones víricas altamente contagiosas como el COVID. En estos casos es mandatorio instaurar medidas de protección para el personal de la sala y proceder a una adecuada desinfección de esta tras el procedimiento.

Los cuidados o tipos de respuesta del personal de enfermería se adaptarán en función de la presentación clínica del paciente, pero en todos los casos se garantizará una atención individualizada centrada en las necesidades de cada paciente.

En pacientes que acuden de forma electiva y que no manifiesten ningún tipo de sintomatología en el momento de la valoración, esta se podrá realizar de una manera más extensa, recabando el mayor número de datos posibles para ofrecer una respuesta integral ante el problema de salud. En cambio, en los pacientes que acuden con una patología inestable se deberá hacer una valoración más rápida para minimizar el retraso en el tratamiento definitivo, centrándonos en la premedicación, las alergias, el inicio el tiempo del dolor y las características del dolor, así como alguna otra sintomatología destacable.

La anamnesis y la revisión detallada de la historia clínica nos ayuda a obtener información que nos será de gran utilidad a la hora de valorar al paciente. Hoy en día gracias a la historia clínica informatizada podemos encontrar toda la información necesaria para tratar de manera individualizada a cada paciente. Podemos obtener datos acerca de los antecedentes y patologías actuales o pasadas, planes de cuidados activos de enfermería, tratamiento farmacológico, pruebas de laboratorio e imagen o si el paciente presenta algún tipo de alergia[2,3].

2.1 FACTORES DE RIESGO CARDIOVASCULAR

- **Hipertensión arterial:** se mantiene el umbral de 140/90 como valor definitorio de la hipertensión arterial[4]. Se ha demostrado que la presión arterial (PA) elevada es una causa importante de enfermedad cardiovascular ateroesclerótica (ECV). La PA elevada es un factor de riesgo de enfermedad coronaria (EC), de la

insuficiencia cardiaca (IC), de la enfermedad cerebrovascular, de la enfermedad arterial de las extremidades inferiores (EAEI), de la insuficiencia renal crónica (IRC) y de la fibrilación auricular (FA)[5,6].

- **Dislipemia:** el cLDL y otras lipoproteínas ejercen un papel causal en el desarrollo de enfermedad arterioesclerótica (EA). Valores bajos de cLDL se asocian con menor riesgo de EA[7].
- **Diabetes mellitus:** la diabetes mellitus tipo 1 (DM1), la diabetes mellitus tipo 2 (DM2) y la prediabetes son factores independientes de riesgo de EA y casi lo duplican, dependiendo de la población y el control terapéutico. Es muy probable que los pacientes con DM2 tengan múltiples factores de riesgo de EA (como la dislipemia o la hipertensión)[8].
- **Tabaquismo:** el consumo de tabaco triplica el riesgo de patología coronaria, aumenta 2-3 veces el riesgo de infarto agudo de miocardio (IAM) y produce el 75% de muertes súbitas coronarias[9]. Dejar de fumar mejora desde las primeras horas (descenso de la presión arterial y de la frecuencia cardiaca) y tras 1-5 años se reduce el riesgo de enfermedad coronaria[9,10].
- **Obesidad:** la obesidad se define como un IMC ≥ 30 kg/m^2. La obesidad mórbida con un IMC ≥ 35 kg/m^2 y la obesidad extrema con un IMC ≥ 50 kg/m^2.[12] El índice de masa corporal (IMC) –medido como el peso (en kg) dividido por el cuadrado de la estatura (en metros)– es un factor de riesgo independiente y tiene asociación directa con la EA y la progresión a DM2[6].
- **Factores no clásicos:**
  - ✓ **Sedentarismo:** para los pacientes con síndrome coronario crónico (SCC), se recomienda realizar 30-60 minutos de actividad aeróbica de intensidad moderada al menos 5 veces por semana[13].
  - ✓ **Sexo:** las mujeres están muy poco representadas en los estudios cardiovasculares, constituyen solo el 30% de las poblaciones estudiadas. Este sesgo en el reclutamiento genera una escasez de evidencia ya que no hay suficientes muestras para realizar estudios con grupos de control y aleatorizados por sexo[14].
  - ✓ **Historia familiar de cardiopatía isquémica:** la mayor parte de eventos cardiovasculares precoces se producen en pacientes con antecedentes familiares de ECV, en dichos casos se recomienda el cribado del hipercolesterolemia familiar[14].

2.2 ANAMNESIS

La anamnesis busca identificar síntomas indicativos de isquemia coronaria, como el dolor torácico opresivo, irradiado y acompañado de signos vegetativos, que interfieren claramente con la actividad cotidiana. Un dolor precordial de estas características obliga a descartar isquemia coronaria y requiere valoración cardiovascular especializada.

Las características del dolor relacionado con la isquemia miocárdica (angina de pecho) se pueden dividir en cuatro categorías: localización, carácter, duración y relación con el esfuerzo u otros factores de exacerbación o de alivio. Las definiciones de la angina típica y atípica se resumen en la **Tabla 1**[14].

TABLA 1. Clasificación clínica tradicional de sospecha de síntomas anginosos.

ANGINA TÍPICA	Cumple las tres características siguientes
	• Dolor opresivo en el pecho o el cuello, la mandíbula, el hombro o el brazo
	• Se alivia en unos 5 minutos con el reposo o nitratos
ANGINA ATÍPICA	Cumple dos de las características anteriores
DOLOR TORÁCICO NO ANGINOSO	Cumple una o ninguna de las características anteriores

Para determinar el umbral en el que aparecen los síntomas en relación con la actividad física se sigue usando la clasificación de la Canadian Cardiovascular Society (CCS): esfuerzo intenso (grado I), esfuerzo moderado (grado II), esfuerzo leve (grado III) y reposo (grado IV)[14].

Es importante descartar otras causas de dolor torácico no coronario, como, por ejemplo, pericarditis o pleuritis (dolor en punta de dedo en el costado que aumenta con la respiración), disección aórtica (dolor lancinante irradiado a ambas extremidades), embolia pulmonar (asociado a disnea súbita), traumatismo (se reproduce a la palpación del tórax)[14,15].

2.3 EXPLORACIÓN FÍSICA

La inspección permite identificar signos físicos objetivos que pueden reflejar el estado general del paciente. Se deber detectar e inspeccionar la presencia de cicatrices en el área de punción, bultos, hernias, lesiones en la piel, hematomas previos; revisar el estado de la piel, coloración, presencia de diaforesis, deshidratación, temperatura o la presencia de edemas[16]. La descripción inicial de la piel antes de tener contacto con cualquier fármaco, nos ayudará a identificar posibles lesiones cutáneas que nos indiquen algún tipo de reacción con algún fármaco o medio de contraste yodado.

En este punto podemos interrogar sobre el peso y la talla, así como evaluar los signos vitales.

2.4 VALORACIÓN DE PULSOS

La exploración de los pulsos radiales y femorales es esencial. Alteraciones como pulsos saltones, alternantes o paradójicos puede suponer patologías cardiacas como insuficiencia ventricular izquierda, valvulopatía severa y trastorno del ritmo, entre otros. La arteria radial es el acceso de elección en el cateterismo cardiaco por su menor tasa de complicaciones como pueden ser las complicaciones vasculares y hemorrágicas,

además de que ofrece mayor comodidad y recuperación para el paciente. En caso de no poder acceder por vía radial ya sea por la anatomía del paciente, o por alguna patología subyacente, el acceso por arteria femoral continúa siendo la estrategia a utilizar por defecto[18], aunque existen otras alternativas menos estudiadas como el acceso radial distal, arteria cubital o humeral (más información en el **Tema 11 del capítulo IV**).

Test de Allen[18]

Como medida previa a una punción arterial, para valorar la calidad de la circulación colateral de la arteria cubital al arco palmar y predecir el riesgo de complicaciones isquémicas, se realiza de forma rutinaria el test de Allen modificado (TAM). Consiste en pedir al paciente que cierre la mano en un puño y tras comprimir la arteria radial y la cubital al mismo tiempo comprobar que la palma de la mano adquiere un color pálido. Posteriormente, se libera la arteria cubital, sin dejar de comprimir la arteria radial. Si en 10-15 segundos no se restablece la coloración normal de la palma de la mano, el test se considera anormal (positivo) y constituye una contraindicación para la punción de la arteria radial por considerar elevado el riesgo de isquemia[17,18]. No obstante, la baja sensibilidad del test y la evaluación subjetiva de los resultados de este han planteado el debate sobre su realización sistemática. Un metaanálisis reciente[17] concluye que:

- El TAM como prueba aislada no es un buen predictor de isquemia de la mano, y no existe una mayor incidencia de efectos adversos isquémicos.
- La fiabilidad del TAM clásico es muy limitada.
- El TAM, en comparación con la ecografía Doppler, no presenta una adecuada validez diagnóstica como prueba de cribado de déficits de la circulación colateral de la mano.

Es por estos motivos por lo que se proponen alternativas para su valoración, como la pulsioximetría, la pletismografía o la ecografía doppler.

2.5 ELECTROCARDIOGRAMA

El electrocardiograma (ECG) de doce derivaciones es un instrumento ampliamente disponible, fácil y económico que permite detectar enfermedades cardiovasculares sin diagnosticar que requieren tratamiento[2]. Realizar un ECG basal es fundamental para comparar posibles cambios posteriores.

Es de vital importancia diferenciar el síndrome coronario agudo sin elevación del ST (SCASEST) del síndrome coronario agudo con elevación del ST (SCACEST).

Los pacientes con SCASEST pueden presentar distintos patrones electrocardiográficos:

- Elevación transitoria del segmento ST.
- Depresión transitoria o persistente del segmento ST.
- Anomalías en la onda T (ondas T hiperagudas, ondas T invertidas, ondas T bifásicas, ondas T planas, y pseudonormalización de las ondas T).

Los pacientes con SCACEST, en cambio, presentan siempre elevación del segmento ST. La elevación del segmento ST (medida en el punto J) se considera sugestiva de oclusión aguda de la arteria coronaria en los siguientes casos:

- Nueva elevación del ST en el punto J en al menos dos derivaciones contiguas:
  - ✓ ≥ 2,5 mm en hombres <40 años, ≥2 mm en hombres ≥40 años o ≥1,5 mm en mujeres independientemente de la edad en las derivaciones V2-V3.
  - ✓ ≥ 1 mm en las otras derivaciones (en ausencia de hipertrofia ventricular izquierda o bloqueo de rama izquierda)[15].
- En pacientes con sospecha de SCACEST inferior, se recomienda registrar las derivaciones precordiales derechas (V3R y V4R) para evaluar elevación del segmento ST. También se pueden registrar las derivaciones posteriores (V7-V9) para investigar SCACEST posterior, particularmente en pacientes con síntomas y un ECG estándar de doce derivaciones no concluyente[15].

En caso de duda, la comparación con registros previos de ECG es útil para identificar alteraciones relevantes o cambios dinámicos. De aquí la importancia de disponer de ECG previo al procedimiento para poder compararlo con el ECG posprocedimiento en caso de dolor o posibles cambios que se puedan apreciar en el ECG.

2.6 PRUEBAS DE LABORATORIO

- **Biomarcadores cardiacos:** permiten detectar y cuantificar aspectos pronósticos esenciales asociados a la enfermedad cardiaca. La troponina cardiaca ultrasensible T/I cuantifica el daño miocárdico y los péptidos natriuréticos (BNP y NT-proBNP) cuantifican el estrés hemodinámico de la pared cardiaca. Los niveles de troponina ultrasensible y NT-proBNP tienen un valor pronóstico adicional para las complicaciones cardiacas perioperatorias, incluida la muerte cardiovascular, la parada cardiaca, la insuficiencia cardiaca aguda y las arritmias[17].
- **Creatinina:** la enfermedad renal conlleva un aumento significativo del riesgo de eventos cardiovasculares posoperatorios, incluidos el infarto de miocardio, el ictus y la progresión de la insuficiencia cardiaca. La IRC se define como anormalidades en la estructura o la función renal con complicaciones de salud durante más de tres meses. Los criterios y los marcadores de daño renal, especialmente nefropatía diabética, son la albuminuria (cociente albúmina/creatinina > 30 mg/g en muestras de orina puntuales) y tasa de filtrado glomerular (TFG) < 60ml/min/1,73m^2.[19]

Otro valor importante que hay que tener en cuenta es la tasa de filtrado glomerular. Se define como la cantidad de filtrado glomerular por minuto. Suele ser de unos 125 mL/min en hombres y de unos 105 mL/min en mujeres. Tanto la creatinina como la TFG se pueden ver alteradas por la administración de cantidades altas de contraste yodado, por eso se recomienda administrar el menor volumen y la menor dosis posible de contraste yodado. También se puede calcular la dosis máxima de contraste con la formula siguiente:

$$\frac{5\ ml\ de\ contraste\ x\ Kg\ de\ peso\ del\ paciente}{Cifra\ de\ creatinina\ en\ suero}$$

- **Hemoglobina glicosilada:** debe realizarse su determinación en todos los pacientes con diabetes o con alteraciones del metabolismo de la glucosa programados para cirugía no cardiaca, si no se ha realizado esta prueba en los últimos tres meses[20].
- **Hemograma y coagulación:** niveles bajos de hemoglobina nos podrían indicar la presencia de algún tipo de anemia. Es interesante tener en cuenta los valores iniciales a la intervención para tener un valor de referencia en caso de sangrado posintervención[20]. De igual manera cabe destacar la importancia de revisar los valores de coagulación, tiempo de protrombina y INR, tiempo de cefalina, fibrinógeno y recuento de plaquetas. Estos parámetros analíticos son de suma importancia y se deben tener en cuenta para determinar la cantidad de heparina a administrar.

3. CONSIDERACIONES ESPECIALES

3.1 AYUNO PREOPERATORIO

Las últimas guías americanas sobre ayuno preoperatorio y disminución de riesgo de aspiración pulmonar recomiendan 2 horas de ayuno para líquidos claros (agua, zumos transparentes sin pulpa, té y café); y 6 horas para sólidos[21]. En situaciones de emergencia o presencia de complicaciones que implican un riesgo vital para el paciente, debe valorarse el riesgo/beneficio de acortar los tiempos de ayuno para no retrasar procedimientos urgentes.

3.2 PATOLOGÍAS CONCOMITANTES

- **Enfermedad renal crónica:** la insuficiencia renal aguda inducida por contraste se define como un aumento de 0,5 mg/dl de la creatinina sérica o una elevación relativa del 25% del valor basal a las 48 horas de la administración del contraste (o del 5-10% a las 12 horas). Ocurre en menos del 1% de la población general, en más del 5% de pacientes con insuficiencia renal y si a ello se asocia diabetes en cifras cercanas al 20%. Antiguamente se recomendaba el uso de N-acetilcisteína o bicarbonato sódico para prevenirla, actualmente las únicas medidas que han demostrado eficacia son la hidratación intensiva, evitar fármacos con efecto nefrotóxico y minimizar las dosis de contraste administrado. Aunque no todos, la mayoría de los casos de insuficiencia renal inducida por contraste resuelven espontáneamente y la función renal vuelve a la normalidad en los 7 días posteriores al procedimiento[22].
- **Diabetes mellitus tipo 2 (DM2):** los pacientes con diabetes tipo 2 y complicaciones vasculares presentan un mayor número de complicaciones y mayor

índice de mortalidad. La presentación clínica de la angina puede ser ambigua (incluso sin dolor torácico), por lo que presentan más frecuentemente isquemia silente o cuadros más evolucionados (insuficiencia cardiaca, shock)[15]. Por otra parte, la probabilidad de nefrotoxicidad relacionada con el contraste yodado es significativamente más alta. Es primordial garantizar un buen control glicémico previo y posterior al procedimiento[23].

- **Patología tiroidea:** la administración de contraste yodado puede desencadenar una tirotoxicosis en pacientes con enfermedad tiroidea significativa o mal controlada previamente. Es importante asegurar que el paciente está correctamente tratado y con niveles hormonales en rango[24].

3.3 MANEJO DE LA MEDICACIÓN ANTES DEL PROCEDIMIENTO

- **Metformina:** tratamiento utilizado para la diabetes mellitus tipo 2. Puede provocar acidosis láctica precipitada por insuficiencia renal secundaria a la administración de contraste yodado. Antiguamente se recomendaba la suspensión del fármaco de forma sistemática 24 horas antes del procedimiento; sin embargo, según un metaanálisis reciente, continuar el fármaco durante la administración de un medio de contraste no se asocia a un mayor riesgo de insuficiencia renal aguda o de acidosis láctica[25].
- **Fármacos nefrotóxicos:** incluyen los aminoglucósidos, ciclosporina A, anfotericina, dipiridamol y fármacos antiinflamatorios no esteroideos. Se debe valorar su interrupción antes de realizar la coronariografía en pacientes con un riesgo de lesión renal aguda (enfermedad renal crónica). Se ha descrito también mayor incidencia de insuficiencia renal poscontraste en paciente tratados con inhibidores del sistema renina-angiotensina-aldosterona (IECA, ARA-II) a dosis altas[26].
- **Anticoagulantes orales:** se utilizan en pacientes con elevado riesgo de trombosis. El manejo de estos difiere en función del tipo de anticoagulante:
  - ✓ **Antivitamina K (Acenocumarol, Warfarina):** los pacientes tratados con terapia anticoagulación con antagonistas de la vitamina K (AVK) tienen mayor riesgo de sangrado durante y después del procedimiento. En los casos con una ratio internacional normalizada (INR) inferior o igual a 1,5 es seguro realizar el procedimiento. En pacientes anticoagulados y con riesgo de tromboembolismo (pacientes con fibrilación auricular, antecedentes AVC, portador de válvula cardiaca mecánica...) se recomienda terapia puente con heparina no fraccionada (HNF) o heparina de bajo peso molecular (HBPM)[27].
  - ✓ **Nuevos anticoagulantes orales (NACO) – Rivaroxaban, Dabigatran, Apixaban, Edoxaban:** la Asociación Europea del Ritmo Cardiaco clasifica los procedimientos en riesgo hemorrágico muy bajo, bajo o alto. La coronariografía diagnóstica y la angioplastia simple se catalogan en riesgo **muy bajo** y, por lo tanto[27]:

- ✓ No se recomienda interrumpir el tratamiento.
- ✓ Realizar el procedimiento 12-24 horas después de la última ingesta.
- ✓ Reanudar el mismo día o como máximo al día siguiente.

A la angioplastia compleja y al intervencionismo estructural se les atribuye un riesgo **alto**:

- ✓ Se recomienda régimen de transición guiado por el tipo de NACO, la función renal y el riesgo de sangrado **(ver Tabla 2)**.

TABLA 2. Tiempo de la última ingesta de NACO antes de una intervención electiva según La Asociación Europea del Ritmo Cardiaco[27].

	DABIGATRAN	APIXABAN-EDOXABAN-RIVAROXABAN
ACLARAMIENTO CREATININA	**RIESGO ALTO**	
CrCl ≥ 80 ml/min	≥ 48 h	≥ 48 h
CrCl 50-79 ml/min	≥ 72 h	
CrCl 30-49 ml/min	≥ 96 h	
CrCl 15-29 ml/min	No indicado	
CrCl < 15 ml/min	Sin indicación oficial de uso	

4. PROPUESTA DE LISTA DE VERIFICACIÓN ANTES DEL PROCEDIMIENTO

La cirugía constituye uno de los pilares básicos del tratamiento médico en los países desarrollados. No obstante, no está exenta de complicaciones asociadas, muchas de las cuales pueden evitarse mediante herramientas adecuadas de gestión de la seguridad. Diversos estudios sugieren que el beneficio de los listados de verificación quirúrgica se debe a la reducción de los errores por diversas razones: asegurar que todas las tareas relevantes desde el punto de vista de la seguridad del paciente se realicen, potenciar la existencia de equipos de trabajo más transversales y con menos jerarquías, favorecer la comunicación entre los miembros del equipo, detectar errores en el menor tiempo posible y anticipar potenciales complicaciones[28].

A continuación, se describe un ejemplo de listado de verificación **(Figura 1)**.

Figura 1. Propuesta de Listado de Verificación antes del procedimiento.

- ☐ Identificar al paciente - Nombre, apellido edad
- ☐ Tipo de procedimiento que se le va a realizar
- ☐ Revisar historia clínica-antecedentes
  - ° HTA
  - ° Diabetes
  - ° DLP
  - ° Tabaquismo
  - ° IRC (revisar creatinina)
  - ° Otros
- ☐ Alergias **sí** a: ..... tipo de reacción: .....
  no
- ☐ Medicación administrada
  - ° Antiagregantes ..... última dosis: ..... carga: sí/no
  - ° Anticoagulantes ..... última dosis: .....
  - ° Otros fármacos: .....
- ☐ Ayuno
- ☐ Constantes TA ..... FC ..... SpO2. ..... T°
  INR ..... Glicemia .....Peso .....Talla
- ☐ Valoración de pulsos
  ☐ Radial (derecha + izquierda) ☐ Femoral ☐ Humeral
- ☐ Valoración de la piel (deshidratada, edemas, hematomas, cicatrices, coloración, etc.)
- ☐ Inserción vía periférica Calibre Extremidad
  ☐ Derecha ☐ Izquierda
- ☐ Verificar que el consentimiento informado esté firmado
- ☐ Retirada de joyas y prótesis dental
- ☐ Rasurar zona de punción
- ☐ Dar información al paciente sobre el procedimiento, reducir ansiedad.
- ☐ Hora de entrada ..... Hora salida ..... Hora de alta .....
  domicilio-planta-unidad críticos
- ☐ Otros comentarios .....

5. CONCLUSIONES

En la valoración inicial de los pacientes programados para intervenciones quirúrgicas y pruebas invasivas, es fundamental incluir la historia clínica detallada y una exploración física, prestando especial atención a los factores de riesgo cardiovascular, la presencia de enfermedades cardiovasculares establecida y las comorbilidades asociadas.

En la era de la medicina basada en la evidencia, la estandarización de procesos y listas de valoración antes de las intervenciones quirúrgicas ha demostrado ser una herramienta valiosa. La valoración de enfermera tiene que ser un proceso planificado y continuo de recogida e interpretación de información. Es un proceso que demuestra el compromiso de los profesionales de la salud con la excelencia y la atención centrada en el paciente en el entorno del intervencionismo coronario.

BIBLIOGRAFÍA

1. *Defunciones según causa de muerte*. [Internet]. 2022; Disponible en: file///https://www.ine.es/prensa/edcm_2022.pdf
2. Sigrun Halvorsen et al. *Guía de la ESC 2022 sobre la evaluación cardiovascular y la estrategia de tratamiento de los pacientes que se someten a cirugía no cardiaca*. The European Society of Cardiology. 2022; Disponible en: https://secardiologia.es/publicaciones/catalogo/guias/14210-guia-esc-2022-sobre-la-evaluacion-cardiovascular-y-la-estrategia-de-tratamiento-de-los-pacientes-que-se-someten-a-cirugia-no-cardiaca.
3. Ba M, Crawford C, Grecia CHD, Francia ID, Di E, Reino A, et al. *Guía ESC 2021 sobre la prevención de la enfermedad cardiovascular en la práctica clínica.* Revista Española de Cardiología. 2022;75(5): 429.e1–429.e104.
4. Gorostidi M, Gijón-Conde T, de la Sierra A, Rodilla E, Rubio E, Vinyoles E, et al. *Guía práctica sobre el diagnóstico y tratamiento de la hipertensión arterial en España, 2022*. Sociedad Española de Hipertensión - Liga Española para la Lucha contra la Hipertensión Arterial (SEH-LELHA). Hipertenso y Riesgo Vascular [Internet]. Available from: https://www.elsevier.es/es-revista-hipertension-riesgo-vascular-67-articulo-guia-practica-sobre-el-diagnostico-S1889183722000666
5. Gorostidi M, Gijón-Conde T, de la Sierra A, Rodilla E, Rubio E, Vinyoles E, et al. *Guía práctica sobre el diagnóstico y tratamiento de la hipertensión arterial en España, 2022*. Sociedad Española de Hipertensión - Liga Española para la Lucha contra la Hipertensión Arterial (SEH-LELHA). Hipertensión y Riesgo Vascular [Internet]. Available from: https://www.elsevier.es/es-revista-hipertension-riesgo-vascular-67-articulo-guia-practica-sobre-el-diagnostico-S1889183722000666
6. Piepoli MF, Hoes AW, Agewall S, Albus C, Brotons C, Catapano AL, Cooney MT, Corrà U, Cosyns B, Deaton C, Graham I, Hall MS, Hobbs FDR, Lochen ML, Löllgen H, Marques-Vidal P, Perk J, Prescott E, Redon J, Richter DJ, Sattar N, Smulders Y, Tiberi M, van der Worp HB, van Dis I, Verschuren WMM, Binno S; ESC Scientific Document Group. *2016 European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice*. Eur Heart J. 2016 Aug 1;37(29):2315-2381.
7. Civeira F, Marco-Benedí V, Cenarro A. *Papel de los lípidos en la ateroesclerosis. Revista Española Cardiología* [Internet]. 2020; 20: 2–7. Available from: https://www.revespcardiol.org/es-papel-lipidos-ateroesclerosis-articulo-S1131358720300236

8. Cosentino F, Grant PJ, Aboyans V, Bailey CJ, Ceriello A, Delgado V, Federici M, Filippatos G, Grobbee DE, Hansen TB. *Guía ESC 2019 sobre diabetes, prediabetes y enfermedad cardiovascular, en colaboración con la European Association for the Study of Diabetes* (EASD). Rev Española Cardiol [Internet]. 2020;73(5): 404.e1-404.e59. Available from: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300893220300889

9. Fundación Española del Corazón. *Tabaco y Tabaquismo* [consultado 11 Jul 2022]. Disponible en: https://fundaciondelcorazon.com/prevencion/riesgo-cardiovascular/fumar-tabaco-tabaquismo.html

10. U.S. Department of Health and Human Services. *The Health Consequences of Smoking: 50 Years of Progress. A Report of the Surgeon General.* Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, Office on Smoking and Health, 2014. Printed with corrections, January 2014 [consultado 11 Jul 2022]. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK179276/pdf/Bookshelf_NBK179276.pdf

11. Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (SEEDO). *Consenso SEEDO'2000 para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica.* Obesidad; Sobrepeso; Epidemiología; tratamiento; Prevención; Documento de consenso. 2000;587–97.

12. Española S, De E, Seedo O. *Consenso SEEDO' 2000 para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica*. Med Clin (Barc) 2000; 115: 587-597.

13. Bruning RS, Sturek M. *Benefits of exercise training on coronary blood flow in coronary artery disease patients.* Prog Cardiovasc Dis. 2015; 57: 443–453.

14. Miembros A, Juhani DT, Finlandia K, Wijns W, Finlandia AS, Italia DC, et al. *Guía ESC 2019 sobre el diagnóstico y tratamiento de los síndromes coronarios crónicos.* Rev Esp Cardiol. 2020;73(6):495.e1–495.e61.

15. Robert A Byrne, Xavier Rossello, J J Coughlan, Emanuele Barbato, Colin Berry, Alaide Chieffo, Marc J Claeys, Gheorghe-Andrei Dan, Marc R Dweck, Mary Galbraith, Martine Gilard, Lynne Hinterbuchner, Ewa A Jankowska, Peter Jüni, Takeshi Kimura, Vijay Kunadian, Margret Leosdottir, Roberto Lorusso, Roberto F E Pedretti, Angelos G Rigopoulos, Maria Rubini Gimenez, Holger Thiele, Pascal Vranckx, Sven Wassmann, Nanette Kass Wenger, Borja Ibanez, ESC Scientific Document Group, *2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes: Developed by the task force on the management of acute coronary syndromes of the European Society of Cardiology* (ESC), European Heart Journal, Volume 44, Issue 38, 7 October 2023, Pages 3720–3826, https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehad191

16. Fox K, Alonso García MÁ, Ardissino D, Buszman P, Camici PG, Crea F, et al. *Guía sobre el manejo de la angina estable.* Versión resumida. Revista Española de Cardiología [Internet]. 2006;59(9):919–70. Available from: https://www.revespcardiol.org/es-guia-sobre-el-manejo-angina-articulo-13092800

17. *Guía sobre la revascularización coronaria de ACC/AHA/SCAI de 2021*. JACC Edición en español [Internet]. 2022;01(24):73–182. Available from: https://jacc.elsevier.es/es-guia-sobre-revascularizacion-coronaria-acc-aha-scai-articulo-XX735109722032380

18. Habib J, Baetz L, Satiani B. *Assessment of collateral circulation to the hand prior to radial artery harvest.* Vasc Med. 2012 Oct;17(5):352-61. doi: 10.1177/1358863X12451514. Epub 2012 Jul 19. PMID: 22814998.

19. Lorenzo Sellarés V, Luis Rodríguez D. *Enfermedad Renal Crónica*. En: Lorenzo V., López Gómez JM (Eds). *Nefrología al día*. ISSN: 2659-2606. Disponible en: https://www.nefrologiaaldia.org/136

20. Rodríguez de Cossío A, Rodríguez Sánchez R. *Pruebas de laboratorio en atención primaria (II).* Med Fam Semer [Internet]. 2011;37(3):130–5. Available from: https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-familia-semergen-40-articulo-pruebas-laboratorio-atencion-primaria-ii--S1138359310004235

21. American Society of Anesthesiologists. *Practice Guidelines for Preoperative Fasting and the Use of Pharmacologic Agents to Reduce the Risk of Pulmonary Aspiration: Application to Healthy Patients Undergoing Elective Procedures.* Anesthesiology, 114 (2011), pp. 495-511. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1097/ALN.0b013e3181fcbfd9

22. Bouzas Mosquera A, Vázquez Rodríguez JM, Calviño-Santos R, Peteiro Vázquez J, Flores-Ríos X, Marzoa Rivas R, et al. *Nefropatía inducida por contraste y fracaso renal agudo tras cateterismo cardiaco urgente: incidencia, factores de riesgo y pronóstico.* Revista Española de Cardiología [Internet]. 2007;60(10):1026–34. Disponible en: https://www.revespcardiol.org/es-nefropatia-inducida-por-contraste-fracaso-articulo-13111234

23. Francisco ALM, Burriel Ruiz C, Casillas Meléndez C et al. *Lesión Renal Aguda Poscontraste Yodado.* En: Lorenzo V., López Gómez JM (Eds). *Nefrología al día*. ISSN: 2659-2606.

24. Ramírez Ribelles C, Sánchez Fuster MA, Pamies Guilabert J. *Contrastes yodados de utilización en Radiología.* Radiologia [Internet]. 2014;56:12–20. Available from: https://www.elsevier.es/es-revista-radiologia-119-articulo-contrastes-yodados-utilizacion-radiologia-S0033833814000927

25. Kao TW, Lee KH, Chan WP, Fan KC, Liu CW, Huang YC. *Continuous use of metformin in patients receiving contrast medium: what is the evidence? A systematic review and meta-analysis.* Eur Radiol. 2022 May;32(5):3045-3055.

26. Francisco ALM, Burriel Ruiz C, Casillas Meléndez C et al. *Lesión Renal Aguda Poscontraste Yodado.* En: Lorenzo V., López Gómez JM (Eds). *Nefrología al día*. ISSN: 2659-2606.

27. Steffel J, Collins R, Antz M, Cornu P, Desteghe L, Haeusler KG, Oldgren J, Reinecke H, Roldan-Schilling V, Rowell N, Sinnaeve P, Vanassche T, Potpara T, Camm AJ, Heidbüchel H; External reviewers. *2021 European Heart Rhythm Association Practical Guide on the Use of Non-Vitamin K Antagonist Oral Anticoagulants in Patients with Atrial Fibrillation.* Europace. 2021 Oct 9;23(10):1612-1676. doi: 10.1093/europace/euab065. Erratum in: Europace. 2021 Jun 28; PMID: 33895845.

28. Treadwell JR, Lucas S, Tsou AY. *Surgical checklists: a systematic review of impacts and implementation.* BMJ Qual Saf. 2014;23(4):299- 318.

TEMA 7

CUIDADOS PREVIOS A LOS PROCEDIMIENTOS

Lara Prieto Alejandre, Anabel Torres Ferrer, Anna de la Peña Nolla, Ana Cabezudo Romero

Hospital Universitari Joan XXIII. Tarragona.

1. INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la cardiología intervencionista, los cuidados previos a los procedimientos son esenciales para garantizar tanto la seguridad del paciente como la eficacia de las intervenciones. El papel de la enfermería es crucial en esta etapa, ya que implica la preparación meticulosa y protocolizada del paciente y del entorno, con el objetivo de minimizar riesgos y optimizar los resultados clínicos.

2. VALORACIÓN INICIAL DEL PACIENTE

La enfermería desempeña un papel fundamental en esta etapa, siendo responsable de recoger información clínica precisa y de comunicar de forma efectiva cualquier hallazgo relevante al equipo médico. Esto resulta imprescindible para prevenir riesgos y lograr unos resultados óptimos en el procedimiento.

Para una correcta optimización de los cuidados, es fundamental el trabajo coordinado de todo el equipo asistencial, compuesto por el hemodinamista, la enfermera, la auxiliar de enfermería y el celador.

La finalidad de los cuidados de enfermería en esta fase es múltiple y debe responder a un enfoque integral. Entre los objetivos principales se encuentran:

- Favorecer la adaptación del paciente y su familia a la situación clínica.
- Contribuir a que la estancia hospitalaria sea lo más breve, segura y confortable posible.
- Ofrecer apoyo emocional, especialmente en situaciones de elevada carga emocional o incertidumbre.
- Colaborar activamente en el proceso diagnóstico y terapéutico del problema de salud.
- Prevenir y detectar precozmente posibles complicaciones.

Las medidas de preparación y prevención deben adaptarse de manera individualizada a las necesidades de cada paciente, adecuándose siempre a la historia clínica, dónde se reflejan los antecedentes, tratamientos previos, factores de riesgos cardiovasculares, alergias y examinación psíquica del paciente. Se deberá prestar especial atención

a aquellos pacientes con diabetes mellitus, insuficiencia renal, alergia al yodo o aquellos que estén en tratamiento anticoagulados.[5]

ANTES DE REALIZAR LA PRUEBA SE TIENEN QUE SEGUIR UNA SERIE DE ACTUACIONES

- Presentación por parte de los miembros del equipo.
- Informar al paciente y al familiar del día, hora y lugar de la intervención, además de una estimación de la duración de la prueba.
- Conocer el nivel de conocimientos previos que tiene el paciente relacionado con el cateterismo para poder evaluar su nivel de ansiedad, así como el de la familia.
- Explicar a ambos los pasos a seguir desde ahora hasta la entrada y salida de la sala de hemodinámica.
- Verificar que ha firmado el consentimiento informado y aprovechar para responder inquietudes sobre la prueba.
- Realizar higiene corporal completa.
- El paciente debe estar en ayunas al menos mínimo 6 horas preprocedimiento.
- Según el protocolo de cada unidad, el paciente debe acudir a la sala de hemodinámica sin ropa interior ni objetos personales.
- Retirar joyas y prótesis dentales.
- Leer la historia cardiológica del paciente.
- Realizar una entrevista con el paciente para abordar distintos ítems y poder registrarlos en la hoja de enfermería. Durante la entrevista es el momento idóneo para valorar el estado de ansiedad y conocimientos del paciente y familiares. En la hoja de enfermería deberán aparecer los siguientes datos:
  - ✓ Toma de constantes vitales (tensión arterial, frecuencia cardiaca, glucemia si precisa y saturación de oxígeno).
  - ✓ Registrar edad, peso y talla del paciente.
  - ✓ Registrar alergias.
  - ✓ Registro de enfermedades contagiosas.
  - ✓ Registrar la medicación habitual en caso del paciente programado. En caso de que el paciente esté ingresado, consultar y registrar el tratamiento actual.
  - ✓ Registrar fármaco y dosis, además del día y la hora de la última dosis administrada de anticoagulantes orales, anticoagulantes parenterales y antiagregantes plaquetarios.

- ✓ Revisar la última analítica e incidir en valores como: creatinina, urea, INR, CK-MB, iones, hematocrito, hemoglobina y plaquetas.
- ✓ Señalar si es portador de sondaje vesical o nasogástrico.
- ✓ Preguntar y registrar la posibilidad de estado de embarazo.
- ✓ Valorar el estado neurológico (escala de Glasgow).
- ✓ Valorar el nivel de ansiedad.
- ✓ Registrar si el paciente es portador de oxigenoterapia.

PROCEDIMIENTOS PARA EFECTUAR EL CATETERISMO CARDIACO

- Realización de electrocardiograma.
- Valorar pulsos arteriales de las extremidades superiores: arteria radial, arteria cubital, arteria humeral o braquial.
- Realizar el test de Allen con la finalidad de valorar la permeabilidad de la arteria cubital. Para realizar el test de Allen: explicar al paciente el procedimiento y su finalidad. Extender el brazo a valorar, en principio el brazo derecho con la palma de la mano hacia arriba. Comprimir con nuestros dedos la arteria cubital y radial al mismo tiempo. El paciente debe abrir y cerrar la mano hasta que la palma de la mano presente signos de isquemia. Después, liberar la compresión sobre la arteria cubital, manteniendo la presión sobre la arteria radial. Deberemos observar el tiempo que tarda la palma de la mano en recuperar su coloración inicial. Tras conseguirlo, liberar la presión de la arteria radial. El test será negativo en caso de que la mano no recupere el flujo al menos en 10 segundos[1]. **Tabla 1**.

TABLA 1. Secuencia para valorar el test de Allen.

TEST ALLEN		
		
Mano irrigada normal.	Compresión radial y cubital. Mano sin irrigación, sin coloración.	Liberación de compresión cubital. Mano recupera irrigación colateral y coloración.

Fuente: propia

- Valorar el pulso de los miembros inferiores: arteria femoral, arteria pedia, arteria tibial posterior, arteria poplítea. **Tabla 1**. Si el pulso femoral no es palpable, valoraremos el pulso tibial posterior, detrás del tobillo bajo el maléolo medial y como último recurso valorar el pulso poplíteo, bajo la rodilla en la fosa poplítea. **Tabla 2**.
- Rasurar posibles zonas de punción. Radial derecha/izquierda e ingle derecha/izquierda (según protocolo de cada centro)[3,1].
- Canalizar una vía periférica según posibles accesos arterial del cateterismo.
- Administrar sueroterapia dependiendo de la función renal y el grado de estenosis aórtica.

En conclusión, la reducción de posibles complicaciones está directamente relacionada con la correcta preparación del paciente antes de entrar en la sala de hemodinámica.

TABLA 2. Localización de pulsos arteriales en extremidades superiores e inferiores.

LOCALIZACIÓN PULSOS ARTERIALES		
RADIAL	Se palpa en la cara anterior y lateral de las muñecas, entre el tendón del músculo flexor radial del carpo y la apófisis estiloide del radio.	
CUBITAL	Se palpa por dentro de las apofestiloides respectivas,	
HUMERAL O BRAQUIAL	Se palpa sobre la cara anterior del pliegue del codo, hacia medial.	
FEMORAL	Se palpa por debajo del ligamento del pliegue punto medio de la línea espina iliaca antero-posterior y sínfisis pubiana.	
PEDIA	Se palpa en el dorso de los pies, lateral al tendón extensor del ortejo mayor. Una palpación transversal a la dirección de la arteria, con dos o tres dedos puede facilitar ubicar el pulso.	

TIBIAL POSTERIOR	Se palpa por detrás del maléolo interno, entre este y el tendón de Aquiles.	
POPLÍTEA	Se palpa en la cara posterior de las rodillas, ya sea estando el paciente en el decúbito dorsal o prono.	

Fuente: propia.

3. FÁRMACOS PARA PACIENTES QUE VAN A SER SOMETIDOS A UN CATETERISMO CARDIACO Y TERAPIA ANTITROMBÓTICA

Los pacientes que van a someterse a un cateterismo cardiaco suelen recibir una terapia farmacológica específica antes, durante y después del procedimiento para reducir el riesgo de complicaciones trombóticas y mejorar los resultados clínicos. Es fundamental que el personal de enfermería conozca en profundidad estos tratamientos y participe activamente en su supervisión y administración.[5]

FARMACOTERAPIA ANTITROMBÓTICA

El tratamiento de los pacientes con enfermedad coronaria implica con frecuencia la combinación de terapia antiplaquetaria y anticoagulante, con el fin de prevenir la trombosis secundaria a la activación del sistema plaquetario y de la coagulación. Por este motivo, existen diversos fármacos antitrombóticos que forman parte del manejo habitual de un elevado porcentaje de pacientes sometidos a cateterismo[4].

Antiagregantes plaquetarios (Tabla 3)

Según los estadios clínicos del paciente deberemos tener en cuenta las diversas terapias antitrombóticas.

1. Angiografía diagnóstica programada

La rutina sistemática pre-procedimiento del tratamiento con inhibidores de la $P2Y_{12}$ (clopidogrel, prasugrel o ticagrelor) no es necesaria en pacientes que vayan a ser sometidos a un cateterismo diagnóstico[4].

2. ICP (intervención coronaria percutánea) programada

Los tratamientos con ácido acetilsalicílico (aspirina) e inhibidores del receptor $P2Y_{12}$ son seleccionados de forma sistemática para todos los procedimientos de interven-

ción coronaria percutánea (ICP), salvo en casos en los que exista alergia o hipersensibilidad conocida.[4,6] Una de las complicaciones más frecuentes de la aspirina es la intolerancia gástrica que tanto en la aspirina como las tienopiridinas el efecto es irreversible, por lo que en caso de que el paciente requiera intervención quirúrgica posterior habría que suspender 7 días antes, que es la vida media de una plaqueta.[4,6]

El tratamiento de elección suele componerse de una terapia dual por vía oral, un inhibidor de la COX (AAS) y un inhibidor de la $P2Y_{12}$ (Clopidogrel, Prasugrel o Ticagrelor).

- **Ácido acetilsalicílico:** dosis 150-300 mg vía oral. Existe la opción de usar Acetil salicilato de Lisina endovenoso en caso de vómitos o intolerancia oral. Seguido de 75-100 mg diarios como dosis de mantenimiento.
- **Clopidogrel:** 300-600 mg de carga, seguido de 75 mg diarios. Para conseguir una actividad antiplaquetaria óptima, el clopidogrel debería ser iniciado 6 horas antes del procedimiento con una carga de 300 mg que debería ser administrada un día antes del procedimiento y si no es posible se administra una carga de 600 mg 2 horas antes de la ICP.
- **Prasugrel:** dosis oral de carga de 60 mg, seguida de dosis de mantenimiento de 10 mg una vez al día. Para pacientes con un peso corporal <60 kg, se recomienda una dosis de mantenimiento de 5 mg una vez al día. Para pacientes de edad ≥75 años es necesario tomar precauciones, pero si el tratamiento con prasugrel se considera necesario se administrarán dosis de mantenimiento de 5 mg una vez al día. No es necesario ajustar la dosis para los pacientes con ERC. El ictus previo es una contraindicación absoluta para su uso.
- **Ticagrelor:** dosis oral de carga de 180 mg, seguida de dosis de mantenimiento de 90 mg cada 12 horas; no es necesario ajustar la dosis para los pacientes con ERC.
- **Cangrelor:** de elección para sustituir los $P2Y_{12}$ en caso de vómitos, intolerancia oral o por elección del hemodinamista. Bolo intravenoso de 30 mcg/kg seguido de infusión de 4 mcg/kg/min durante al menos 2 horas o mientras dure el procedimiento (lo que sea más largo).

  En la transición del cangrelor a una tienopiridina, esta debe administrarse inmediatamente después de la suspensión del cangrelor, utilizando una dosis oral de carga de 600 mg de clopidogrel o 60 mg de prasugrel. Para evitar posibles interacciones farmacológicas, el prasugrel puede administrarse 30 minutos antes de la suspensión de la infusión de cangrelor. En el caso del ticagrelor, cuya dosis de carga es de 180 mg, este debe administrarse en el momento de la ICP, con el fin de minimizar el riesgo de una inhibición plaquetaria durante la fase de transición.

  Asimismo, todos los pacientes candidatos a una ICP deben recibir pretratamiento con un inhibidor del receptor $P2Y_{12}$, independientemente de si está prevista o no la implantación de un stent.

TABLA 3. Tipos de fármacos antiagregantes plaquetarios e inhibidores de los receptores de la glicoproteina IIb/IIIa.

TIPOS	FÁRMACOS
ANTIAGREGANTES PLAQUETARIOS	• Ácido acetilsalicílico (AAS) • Clopidogrel (Plavix) • Duoplavin (AAS + Clopidogrel) • Prasugrel (Efient) • Ticagrelor (Brilique) • Cangrelor
INHIBIDORES DE LOS RECEPTORES DE LA GLICOPROTEÍNA IIB/IIIA	• Tirofiban (Agrastat)

Fuente: propia

3. SCASEST

El protocolo a seguir en pacientes con síndrome coronario agudo sin elevación del segmento ST (SCASEST) es similar al utilizado en el SCACEST. Se administra una dosis de carga de 600 mg de clopidogrel, 60 mg de prasugrel o 180 mg de ticagrelor, seguida por una dosis de mantenimiento de 75 mg diarios en el caso del clopidogrel, 10 mg diarios para el prasugrel o 90 mg de ticagrelor cada 12 horas, dependiendo del antiagregante seleccionado.[4]

La elección del prasugrel como alternativa al clopidogrel se basa en la evidencia de que proporciona beneficios significativos en la reducción de eventos cardiovasculares y disminuye el riesgo de trombosis del stent en el contexto del infarto agudo de miocardio (IAM), sin aumentar el riesgo de sangrado en la población general. Sin embargo, su uso está contraindicado en pacientes mayores de 75 años o con un peso inferior a 60 kg, ya que en estos casos el prasugrel presenta una mayor tasa de complicaciones hemorrágicas en comparación con el clopidogrel.

Por su parte, el ticagrelor, a diferencia del clopidogrel y el prasugrel, produce una inhibición reversible de la función plaquetaria, lo que lo convierte en una opción preferente en pacientes que puedan requerir una intervención quirúrgica en el corto plazo.

4. SCACEST/IAM

La terapia dual de antiagregación en el IAM[4,6]:

- AAS (150-300 mg oral o 250 [500] e.v seguido de 75 o 100 mg diarios.
- Clopidogrel (600 mg dosis de carga, seguido de 75 mg diarios) o prasugrel (60 mg dosis de carga seguido de 10 mg diarios) o ticagrelor (180 mg de dosis de carga seguido de 90 mg dos veces al día).

Anticoagulantes

1. Heparina sódica o no fraccionada

La heparina sódica o no fraccionada se administra por vía intravenosa y se caracteriza por presentar una elevada variabilidad interindividual, lo que significa que una misma dosis puede generar efectos anticoagulantes diferentes en distintos pacientes. Además, posee un estrecho margen terapéutico, lo que implica un riesgo elevado de hemorragia si se sobrepasa su umbral terapéutico. Por este motivo, es fundamental realizar un control estricto de los parámetros de coagulación durante la administración del fármaco.

En caso de sobredosificación o necesidad de revertir su efecto anticoagulante, su acción puede ser neutralizada mediante la administración de sulfato de protamina.

Está recomendada para realizar un procedimiento guiados por ACT (tiempo de coagulación activado). Debe ser administrada a dosis para mantener intervalos de ACT entre 250-350. Es la administración anticoagulante que se utiliza habitualmente se administra en bolos de 70-100 ui/kg.

Se utiliza en ICP, enfermedad de cardiopatía estructural, terapia antitrombótica anticoagulante en FA, coadministración con estreptoquinasa, profilaxis contra la trombosis de la arteria radial posangiografía.

Se debe evitar la mezcla entre la heparina no fraccionada y la HPBM porque eleva el riesgo de sangrado.

2. Heparina de bajo peso molecular

Se administra por vía subcutánea y también intravenosa. Se caracteriza por tener una anticoagulación menos marcada que la heparina no fraccionada. Su efecto no es revertido completamente por el sulfato de protamina.

- **Enoxaparina:** se administra junto con antitrombóticos, coadministración con estreptoquinasa, terapia antitrombótica sin terapia de reperfusión cuando no hay fondaparinux disponible, ICP programada, SCASEST de bajo a alto riesgo de isquemia en pacientes en quienes una estrategia de terapia invasiva será programada con un margen de 24 a 48 horas.
- **Fondaparinux:** no debe ser usada en la ICP primaria, puede producir trombosis de los catéteres, por ello en caso de haberse administrado habría que administrar dosis de heparina sódica una vez en la sala de hemodinámica. Se utiliza como terapia antitrombótica si no se realiza terapia de reperfusión y como coadministración conjunta con estreptoquinasa, está contraindicada en insuficiencia renal severa, comparada con la enoxaparina tiene menor riesgo de sangrado.

3. Bivalirudina

En la práctica clínica, la bivalirudina se utiliza principalmente en pacientes, tanto programados como no programados, que presentan trombocitopenia. Está especialmen-

te indicada en el manejo del síndrome coronario agudo sin elevación del segmento ST (SCASEST) con riesgo isquémico medio o alto, así como en la intervención coronaria percutánea (ICP) primaria y en el infarto agudo de miocardio (IAM) como monoterapia anticoagulante.

Su administración se realiza mediante un bolo inicial seguido de una perfusión continua.

INHIBIDORES DE LOS RECEPTORES DE LA GLICOPROTEÍNA IIB/IIIA

Se trata de anticuerpos dirigidos contra el receptor de la glicoproteína (GPIIb IIIa), localizada en la superficie de las plaquetas impiden que el fibrinógeno y otros factores se unan a este receptor alterando la función plaquetaria e impidiendo su agregación. Está indicado en ICP con lesiones inestables, SCASEST con evidencias de alta carga trombótica, IAM en pacientes con evidencia de alta carga trombótica intracoronaria.[4]

1. Eptifibatida

Se debe administrar un bolo i.v. doble de 180 mcg/kg (administrado en intervalos de 10 minutos) seguido de una infusión de 2,0 mcg/kg/min durante un máximo de 18 horas. En caso de filtrado glomerular de 30-50 ml/min se debe ajustar la dosis (un bolo i.v. de carga de 180 mcg/kg y posterior infusión de mantenimiento de 1 mcg/kg/minutos). Está contraindicado para pacientes con enfermedad renal en fase terminal y con hemorragia intracraneal previa, ictus isquémico en los últimos 30 días, fibrinolisis o recuento plaquetario <100.000/mm^3.

2. Tirofibán

Se debe administrar un bolo i.v. de 25 mcg/kg durante 3 minutos seguido de infusión de 0,15 mcg/kg/min durante un máximo de 18 horas. En caso de filtrado glomerular ≤60 ml/min se debe ajustar la dosis (un bolo i.v. de carga de 25 mcg/kg durante 5 minutos seguido de infusión de mantenimiento de 0,075 mcg/kg/min durante un máximo de 18 horas). Está contraindicado para pacientes con hemorragia intracraneal previa, ictus isquémico en los últimos 30 días, fibrinolisis o recuento plaquetario <100.000/mm^3.

ANTICOAGULANTES ORALES (TABLA 4)

Son fármacos cumarínicos, que inhiben la vitamina K o filoquinona (inhibiendo así la síntesis de los factores de la vía extrínseca de la coagulación).

El control se realiza mediante el INR que expresa el cociente de tiempo de protrombina del paciente respecto al control el INR deseado oscila entre 2 y 3,5 dependiendo de la patología de base del paciente siendo un INR normal sin tratamiento anticoagulante[4,5].

El principal efecto adverso es el riesgo de hemorragias por un INR alargado, para normalizar el INR (INR<1,4) es necesario dejar de tomarlo 3 días antes en el caso del Sintrom y 4 días para el Aldocumar.

El efecto se puede revertir con la administración de vitamina K. Concretamente el INR debe ser menor de 1,8 cuando usamos vía femoral.

TABLA 4. Fármacos anticoagulantes orales y anticoagulantes parenterales.

TIPOS	FÁRMACOS
ANTICOAGULANTES ORALES	• Acenocumarol (Sintrom) • Warfarina (Aldocumar) • Rivaroxaban (Xarelto) • Edoxaban (Lixiana) • Dabigatran (Pradaxa) • Apixaban (Eliquis)
ANTICOAGULANTES PARENTERALES	• Heparina no fraccionada (HNF) • Heparina de bajo peso molecular (HBPM) • Bivalirudina (Angiox)

Fuente propia

4. FACTORES DE RIESGO

Conocer los siguientes factores de riesgo y la correcta prevención de sus posibles efectos adversos será uno de los objetivos prioritarios del personal de enfermería[7,8].

Los principales factores de riesgo asociados con el desarrollo de enfermedades cardiovasculares y complicaciones durante o después de un cateterismo cardiaco son:

1. **Edad avanzada:** a medida que las personas envejecen, aumenta el riesgo de enfermedades cardiovasculares debido al desgaste natural del sistema cardiovascular y a la acumulación de factores de riesgo durante la vida.
2. **Sexo:** en general, los hombres tienen un riesgo mayor que las mujeres de sufrir un síndrome coronario. La diferencia es menor cuando las mujeres sufren el cambio hormonal, la menopausia, porque las investigaciones demuestran que el estrógeno, una de las hormonas femeninas, ayuda a proteger a las mujeres de las enfermedades del corazón. Pero después de los 65 años, el riesgo cardiovascular es aproximadamente igual en hombres y mujeres cuando los otros factores de riesgo son similares.
3. **Alteración lipídica:** cuando la sangre contiene demasiadas lipoproteínas de baja densidad (LDL o «colesterol malo»), esta comienza a acumularse sobre las paredes de las arterias formando una placa e iniciando así el proceso de la enfermedad denominada «aterosclerosis». Cuando se acumula placa en las arterias coronarias que irrigan el corazón, existe un mayor riesgo de sufrir un evento cardiológico.
4. **Hipertensión arterial (HTA):** los cambios que se dan en la pared arterial debidos a la existencia de una presión arterial excesiva prolongada en el tiempo

favorecen la disminución de la luz del vaso y dificultan el paso de sangre a través de él, dificultando el aporte de oxígeno a los tejidos.

5. **Antecedentes familiares de enfermedad cardiovascular:** la historia familiar de enfermedad cardiaca prematura (antes de los 55 años en hombres y 65 años en mujeres) puede aumentar el riesgo de enfermedad cardiovascular en individuos de la misma familia.

6. **Obesidad:** el exceso de peso corporal, especialmente cuando se localiza en el área abdominal, está asociado con un mayor riesgo de enfermedad cardiovascular, diabetes tipo 2, hipertensión y dislipemia.

7. **Tabaquismo:** el tabaquismo eleva la frecuencia cardiaca, endurece las grandes arterias y puede causar irregularidades del ritmo cardiaco. Además, eleva la presión arterial, que es otro factor de riesgo importante.

8. **Diabetes mellitus:** la diabetes tipo 2 está asociada con un mayor riesgo de enfermedad cardiovascular debido a la resistencia a la insulina, la inflamación crónica, la disfunción endotelial y otros factores.

   Los pacientes con esta patología presentan un mayor riesgo y un incremento en la proporción de enfermos coronarios de los cuales muchos son tratados con procedimientos de revascularización. Además, presentan mayores tasas de reestenosis y oclusiones después de la angioplastia.

   El objetivo principal en estos pacientes será mantener un control óptimo de la glucemia, con el fin de evitar episodios de hiperglucemia o hipoglucemia durante la intervención. Para ello, se recomienda programar su cita a primera hora del día y realizar una glucemia capilar previa al procedimiento. Las acciones a seguir dependerán de los valores obtenidos y del protocolo establecido por cada centro.

   En caso de que el paciente tome tratamiento de antidiabéticos orales, concretamente metformina (Dianben), el equipo de enfermería deberá supervisar y dejar por escrito que la medicación haya sido suspendida 24 horas previas a la intervención y sustituirla por otro antidiabético oral o pauta de insulina.

   La realización del cateterismo bajo tratamiento activo con metformina no es recomendable, debido al riesgo de acidosis láctica, una complicación grave provocada por la acumulación de ácido láctico en el organismo cuando las células metabolizan la glucosa en condiciones de hipoxia o disfunción metabólica.

Disfunción renal: la disfunción renal está asociada con un mayor riesgo de enfermedad cardiovascular debido a la acumulación de factores de riesgo cardiovasculares y a la disminución de la eliminación de toxinas del cuerpo.

a) **Enfermedad renal crónica:** aparece en nefropatías graves y persistentes que condicionan el deterioro progresivo del filtrado glomerular que se traduce en una disminución del aclaramiento de creatinina y el consiguiente aumento de la creatinina plasmática. Puede instaurarse en la

evolución de enfermedades sistémicas tales como la diabetes mellitus, glomerulonefritis crónica, pielonefritis, hipertensión no controlada, obstrucción del tracto urinario, lesiones hereditarias, trastornos vasculares, infecciones, medicamentos o agentes tóxicos.

b) La valoración de la función renal en pacientes que van a ser sometidos a una revascularización requiere del cálculo de la velocidad de filtrado glomerular.

c) **Nefropatía inducida por contraste (NIC):** es una alteración iatrogénica que consiste en un deterioro de la función renal, generalmente reversible, que comienza inmediatamente después de la administración de contraste, causada por una combinación de isquemia renal y efecto tóxico directo sobre las células tubulares renales. Produce un aumento de la morbimortalidad y estancia hospitalaria, hecho por el que además es la tercera causa más común de insuficiencia renal aguda en pacientes hospitalizados, con mayor incidencia en pacientes diabéticos y en pacientes con insuficiencia renal previa.

Factores de riesgo relacionados con la NIC: insuficiencia renal preexistente, insuficiencia cardiaca, diabetes mellitus, edad avanzada, hipertensión arterial, IAM en las primeras 24 horas después de aplicar contraste, inestabilidad hemodinámica y el uso de balón de contrapulsación durante el procedimiento, medicamentos (como los inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina y antiinflamatorios no esteroideos), anemia, hipovolemia y enfermedad vascular periférica.

Preparación óptima en pacientes con NIC

- Hidratación con dispositivos de protección renal (Renalguard®).
- Uso de contrastes isoosmolares (contraste de baja osmolaridad).
- Aplazar la administración de medicación potencialmente nefrotóxica.
- Minimizar el volumen total de contraste.

1. **Alteraciones electrolíticas:** los desequilibrios en los niveles de electrolitos como potasio, sodio y calcio pueden afectar la función cardiaca y aumentar el riesgo de arritmias y otras complicaciones cardiovasculares.
2. **Arritmias cardiacas:** Trastornos del ritmo cardiaco como la fibrilación auricular aumentan el riesgo de formación de coágulos sanguíneos y eventos cardiovasculares adversos.
3. **Insuficiencia cardiaca descompensada:** la insuficiencia cardiaca no controlada aumenta el riesgo de complicaciones durante el cateterismo cardiaco debido a la disminución de la función cardiaca y la posible acumulación de líquido en los pulmones y otras partes del cuerpo.

4. **Estrés:** se cree que el estrés es un factor contribuyente al riesgo cardiovascular. Las situaciones estresantes aumentan la frecuencia cardiaca y la presión arterial, aumentando la necesidad de oxígeno del corazón. En momentos de estrés, el sistema nervioso libera más hormonas (principalmente adrenalina). Estas hormonas aumentan la presión arterial, lo cual puede dañar la capa interior de las arterias. Al cicatrizarse las paredes de las arterias, estas pueden endurecerse o aumentar en grosor, facilitando así la acumulación de placa. El estrés también aumenta la concentración de factores de coagulación en sangre, aumentando así el riesgo de que se forme un coágulo. Los coágulos pueden obstruir totalmente una arteria ya parcialmente obstruida por placa y ocasionar un síndrome coronario.

5. **Anticonceptivos orales:** los anticonceptivos orales aumentan el riesgo de sufrir una enfermedad cardiovascular y coágulos sanguíneos en mujeres que fuman o tienen otros factores de riesgo, especialmente si son mayores de 35 años.

6. **Alergia al contraste:** algunas personas pueden ser alérgicas al medio de contraste utilizado durante el cateterismo cardiaco, lo que puede desencadenar reacciones alérgicas graves y complicaciones. Es importante identificar y administrar premedicación al paciente antes del procedimiento.

   En una sala de hemodinámica el paciente se encuentra cubierto con una sábana quirúrgica, por lo que muchas veces es complicado identificar los signos físicos cuando se produce una reacción alérgica al yodo. Es por ello por lo que tiene una gran importancia el conocimiento por parte del personal de las principales manifestaciones clínicas.

   a) **Manifestación en piel y mucosas:** enrojecimiento de la piel, prurito, urticaria, angioedema y edema laríngeo.

   b) **Respuestas anafilácticas menores y musculares suaves:** broncoespasmo, espasmo gastrointestinal y contracciones uterinas.

   c) **Respuestas anafilácticas mayores y cardiovasculares:** arritmias, vasodilatación, shock, edema pulmonar y edema de glotis.

   Además, pueden aparecer náuseas, estornudos, vómitos, tos, cosquilleo de garganta, gusto metálico en la boca, leve ahogo, estados de angustia y agitación.

   La guía práctica para la prevención en caso de alergias es la administración de tratamientos profilácticos según pauta médica de corticoides y antihistamínicos.

7. **Alergia al látex:** algunos pacientes pueden ser alérgicos al látex que encontramos en muchos de los medios utilizados en la realización de un cateterismo. Actualmente la alergia al látex se considera un problema de salud muy importante para un número creciente de pacientes por los siguientes motivos:

   a) Utilización masiva de productos de látex para la profilaxis de las enfermedades infecciosas (VIH, hepatitis).

   b) Descenso en la calidad final de los productos sanitarios de látex para bajar el precio y aumentar la rapidez de su producción.

c) La potencial gravedad de las reacciones que induce.

d) La frecuente asociación con alergia a determinados alimentos debido a fenómenos de reactividad cruzada.

El aumento de la prevalencia en la sensibilización al látex desde los años 80 ha sido constante, hasta situarse en la segunda causa más frecuente de anafilaxia en el entorno del área quirúrgica-anestésica.

Es por ello por lo que es de vital importancia revisar bien la historia clínica del paciente y sus antecedentes para hacer una detección precoz de posibles alergias. Poder así utilizar las medidas correspondientes que serían usar guantes sin látex para poder trabajar con la mayor seguridad.

BIBLIOGRAFÍA

1. Vega JA, Aviles F. *Preparación del paciente y cuidados generales. Argibay V, Gomes M, Jimenez R, Santos S, SerranoC. Manual de enfermeria en cardiologia intervencionista y hemodinámica*. Protocolos unificados. 2007, 416 pp- D.P.L. VG Cuidados previos a los procedimientos pag 71-79. 2007.
2. Pcr group (2024) *Chapter 1: The fundamentals*, *PCRonline.com – By and For the Interventional Cardiovascular Community. Sharing knowledge, experience and practice in cardiovascular interventional medicine*. Available at: https://www.pcronline.com/Webinars/PCR-Edu-Online/Radial-Artery-Access/Radial-Approach/Radial-approach-essentials/Fundamentals (Accessed: 29 September 2024).
3. Santas E, Bodí V, Sanchis J, Núñez J, Mainar L, Miñana G, Chorro FJ, Llácer A. *The left radial approach in daily practice. A randomized study comparing femoral and right and left radial approaches. Rev Esp Cardiol*. 2009 May;62(5):482-90. English, Spanish. doi: 10.1016/s1885-5857(09)71830-4.
4. José Mateo. *Nuevos anticoagulantes orales y su papel en la práctica clínica*. Rev.Esp.Cardiol. Enero 2013 Vol. 13. Núm. C. Páginas 33-41.
5. Fernández Maese José Manuel, García Aranda Francisco Javier, Gómez Fernández Mónica, et al. *Manual de Procedimientos de Enfermería en Hemodinámica y Cardiología Intervencionista, Madrid, Asociación Española de Enfermería en Cardiología*, 2014, 621 pp., 24 x 17 cm.— isbn 978-84-697-0208-6.
6. Robert A Byrne, Xavier Rossello, J J Coughlan, et al. *2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes: Developed by the task force on the management of acute coronary syndromes of the European Society of Cardiology* (ESC). European Heart Journal, Volume 44, Issue 38, 7 October 2023, Pages 3720–3826.
7. CTO Medicina S.L. *Manual CTO enfermería*. Segunda edición. Madrid: CTO Medicina S.L.;2019.
8. Rozman Borstnar, C. and Cardellach, F. (2024) *Farreras Rozman. Medicina Interna*. Elsevier.

TEMA 8

INFORMACIÓN DEL PROCEDIMIENTO. CONSENTIMIENTO INFORMADO

César Alberto Monteiro Teixeira

Hospital Universitario Donostia. San Sebastián.

1. LA INFORMACIÓN DEL PROCEDIMIENTO

El cuidar es la labor primordial del personal de enfermería, y para ejercerlo de forma efectiva, nuestras intervenciones deben sustentarse en una relación terapéutica, entendida como un vínculo de comunicación constante y bidireccional entre profesional y paciente. Esto implica un flujo bidireccional de contenido o información, a través de canales directos o indirectos, y mediante formas verbales o no verbales.

En el ámbito sanitario, la transmisión de información está regulada legalmente por la Ley 41/2002, de 14 de noviembre, básica reguladora de la autonomía del paciente y de los derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica. Dicha normativa establece que toda persona tiene derecho a conocer, con carácter previo, toda la información relevante sobre las actuaciones sanitarias que se le vayan a realizar. Esta información debe ser transmitida de forma verbal, ser veraz, comprensible y adaptada a las características y necesidades individuales del paciente[1]. Además, el titular de esta información será la persona que requiere el servicio sanitario y el médico responsable del paciente quien "garantiza el cumplimiento de su derecho a la información".[1] En lo que respecta a los procedimientos realizados en la sala de hemodinámica, la información ofrecida al paciente debe incluir tanto aspectos generales del procedimiento como los riesgos específicos relacionados con la exposición a radiaciones ionizantes. A continuación, se detalla esta información:

TABLA 1. Información a transmitir al paciente.

INFORMACIÓN GENERAL		RADIODIAGNÓSTICO
Objetivos	Riesgo previsto, molestias	Tipo de exposición
Duración	Beneficios	Uso de medios de contraste
Descripción	Procedimientos alternativos	–
Voluntariedad	Protección de datos/privacidad	–
Diagnóstico	Consecuencias y riesgos en caso de rechazar	–
Posibilidad de desistimiento a cualquier momento		

Fuente: elaboración propia.

2. EL CONSENTIMIENTO INFORMADO

La práctica médica y, por extensión, la enfermera han estado históricamente influenciadas por factores sociales, culturales, históricos y contextuales. A lo largo del tiempo, se ha producido una evolución desde un modelo paternalista, en el que se consideraba aceptable ocultar información al paciente, hacia el modelo actual, denominado principialista, el cual surge como respuesta ética y humanitaria a los abusos cometidos durante la Segunda Guerra Mundial y a las prácticas de investigación con seres humanos en el siglo XX.

Hablar de consentimiento informado implica necesariamente hacer referencia a los principios bioéticos formulados por Tom Beauchamp y James Childress en 1979: autonomía, no maleficencia, beneficencia y justicia. Estos principios deben guiar todas las actuaciones sanitarias, siendo el principio de autonomía el más directamente vinculado al consentimiento informado. Este principio se refiere a la capacidad del paciente de actuar de manera intencionada, con conocimiento suficiente y libre de presiones externas.

2.1 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

Tal como se mencionó anteriormente, la normativa que regula el consentimiento informado en España es la Ley 41/2002,[1] que encuentra su base en normas previas tanto nacionales como europeas. A nivel nacional, se fundamenta en los artículos de la Constitución Española, mientras que, a nivel europeo, se alinea con el Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016, relativo a la protección de datos personales.

Asimismo, tanto el Código Deontológico Médico como el Código Deontológico de Enfermería en España hacen referencia explícita al consentimiento informado, subrayando la responsabilidad profesional de garantizar su correcta aplicación antes de cualquier actuación sanitaria[2,3].

2.2 DEFINICIÓN

De acuerdo con las disposiciones recogidas en la Ley 41/2002, el consentimiento informado se define como “la conformidad libre, voluntaria y consciente de un paciente, manifestada en el pleno uso de sus facultades después de recibir la información adecuada, para que tenga lugar una actuación que afecta la salud”.[1]

Este concepto implica que se trata de un proceso compuesto por dos fases. La primera es la fase informativa, en la que el paciente recibe toda la información relevante de forma clara y comprensible. La segunda es la fase deliberativa, en la que el profesional sanitario y el paciente analizan conjuntamente la información y toman una decisión consensuada.

2.3 RENUNCIA DEL CONSENTIMIENTO INFORMADO

El principio de consentimiento informado contempla también el derecho del paciente a renunciar total o parcialmente a dicho consentimiento, decisión que estará legalmente respaldada. Así, si uno lo desea, puede revocar su consentimiento a parte o la totalidad de una intervención sanitaria, dejando constancia por escrito de su decisión. Es decir, en un caso hipotético, un paciente podría aceptar hacerse un cateterismo diagnóstico y no la angioplastia que derive de su diagnóstico de cardiopatía isquémica. O aceptar solamente que se le realice la prueba por vía transradial y no por otro acceso.

2.4 EXCEPCIONES Y REPRESENTACIÓN

Actualmente solo existen dos excepciones a la necesidad de recabar el consentimiento informado:

- Que la no intervención suponga un riesgo para la salud pública.
- Que la urgencia de la situación no permita demoras por poderse ocasionar lesiones irreversibles o existir riesgo vital.

De estos dos escenarios, la segunda circunstancia es la más común en nuestra práctica diaria, ya que en el caso del código infarto, la emergencia de la intervención no permite retrasos para dar lugar a la obtención del consentimiento informado. Sin embargo, esto no excusa a los profesionales de explicar su actuación al paciente de manera que lo entienda, a pesar de que se encuentre en una situación muy estresante.

Otro caso que implica una actuación excepcional es cuando el paciente está incapacitado legalmente para la toma de decisiones debido a su situación individual. Existen tres casos:

- Según criterio médico, correspondiendo esa decisión a sus familiares, allegados o tutor legal.
- Por orden judicial.
- Cuando sea menor de edad, con menos de dieciséis años, o siendo mayor, no sea capaz intelectual ni emocionalmente de comprender el alcance de la intervención.

2.5 EN LA SALA DE HEMODINÁMICA

De acuerdo con la legislación vigente, y considerando las características específicas de los procedimientos realizados en la sala de hemodinámica, el consentimiento informado debe ser otorgado por escrito[1]. Este requisito no exime la necesidad de mantener un diálogo previo entre el equipo sanitario y el paciente, en el que se le explicarán de forma clara y comprensible todos los aspectos relacionados con el procedimiento, incluyendo su finalidad, riesgos, beneficios esperados y posibles alternativas.

Aunque legalmente el consentimiento informado se entienda como una responsabilidad médica, estando la enfermería relegada a una función colaboradora, eso no es totalmente correcto. Si bien es cierto que la enfermera no debe ser la responsable por la obtención del consentimiento informado durante la preparación del paciente, ni tampoco en la sala de hemodinámica, es verdad que debemos estar presentes durante este proceso para ayudar, asesorar y prestar aclaraciones cuando resulte importante. Además, que una persona rechace una intervención médica no implica que rechace una intervención enfermera. Asimismo, la evidencia señala la carencia que existe en la correcta trasmisión de información durante el consentimiento informado. Esta situación puede y debe ser compensada por la labor enfermera, tal como se defiende en los documentos de consenso sobre las competencias de enfermería en hemodinámica[4,5]. Ejemplo de esta es la indicación que se ha hecho en las últimas guías europeas para el manejo del síndrome coronario agudo. En ellas se da la relevancia necesaria a la trasmisión de la información, haciendo hincapié (nivel evidencia IIaB) en la evaluación de su correcta comprensión[6]. Véase la **Figura 1**.

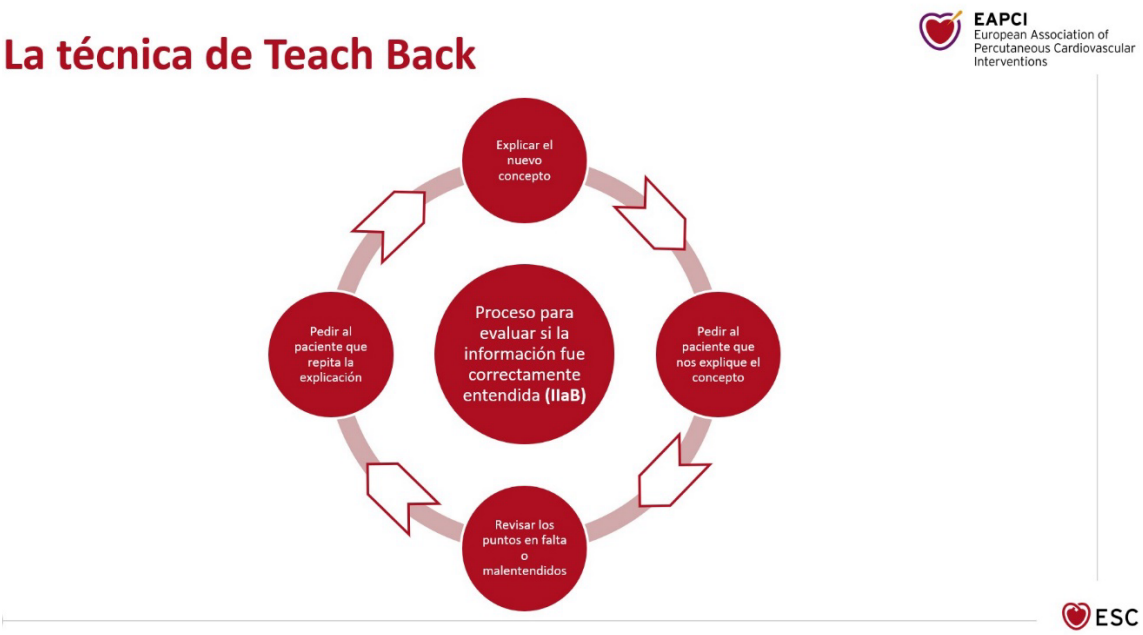


Figura 1. La técnica de *teach back* (elaboración propia), basado en ESC Scientific Document Group (2023). ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes.[6]

3. PROPUESTA DE ALGORITMO DE ACTUACIÓN

Tras lo analizado anteriormente, y sirviendo como propuesta de un diagrama de flujo para orientar la actuación en la práctica diaria, véase la **Figura 2**.

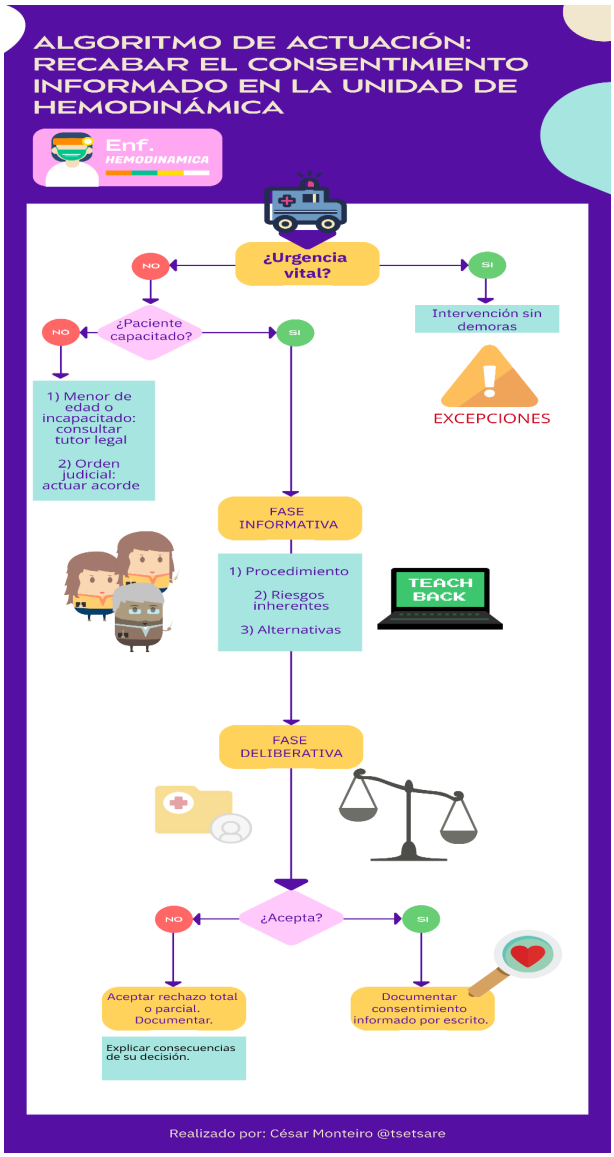


Figura 2. Algoritmo de actuación para el proceso de obtención de consentimiento informado (elaboración propia).

4. CONCLUSIÓN

En resumen, como profesionales de enfermería que desarrollan su labor en una sala de hemodinámica, debemos tener claro que el consentimiento informado no se limita a una simple firma en un documento. Se trata de una responsabilidad legal y ética que asumimos con cada uno de nuestros pacientes.

Para que dicho consentimiento sea realmente efectivo, debe cumplirse una premisa fundamental: la persona informada debe comprender adecuadamente la información proporcionada, la cual debe ser veraz, actualizada y ajustada a la situación clínica concreta. Además, todo el proceso debe desarrollarse respetando los principios éticos, las guías institucionales y el marco normativo vigente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ley 41/2002, de 14 de noviembre, básica reguladora de la autonomía del paciente y de derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica. [Internet]. BOE; 2002 p. 40126-32. Disponible en: https://www.boe.es/eli/es/l/2002/11/14/41.
2. Consejo General de Colegios Médicos de España. *Código de Ética y Deontología Médica*. [Internet]. Madrid; 1990 [citado 29 de febrero de 2024]. Disponible en: https://www.cgcom.es/sites/main/files/files/2022-03/codigo_deontologia_medica.pdf.
3. Consejo General de Colegios de Diplomados de Enfermería de España. *Código Deontológico de la Enfermería española*. [Internet]. Madrid; 1989 [citado 29 de febrero de 2024]. Disponible en: https://pbcoib.blob.core.windows.net/coib-publish/invar/2db-6fd59-3154-4a3b-bbd9-402f560fa4ba.
4. Gómez Fernández M, Rodríguez García-Abad V, Pedrosa Carrera C, López Zarrabeitia I, Buendía Martínez S, Ocariz Aguirre MA, et al. *Perfil del profesional de enfermería en Hemodinámica y Cardiología Intervencionista*. Sistema de acreditación de las competencias avanzadas. Asociación Española de Enfermería en Cardiología (AEEC) y sección de Hemodinámica y Cardiología Intervencionista (SHCI). [Internet]. 2018 [citado 29 de febrero de 2024]. p. 1-52. Disponible en: http://hemodinamica.enfermeriaencardiologia.com/wp-content/uploads/documento-de-perfil-normas-de-acreditacion.pdf.
5. Hinterbuchner L, Coelho S, Esteves R, Carson S, Kløvgaard L, Gonçalves L, et al. *A cardiac catheterisation laboratory core curriculum for the continuing professional development of nurses and allied health professions*: developed by the Education working group of the Nurses and Allied Professions Committee for the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI) 2016. EuroIntervention [Internet]. marzo de 2017 [citado 29 de febrero de 2024];12(16):2028-30. Disponible en: https://api.eurointervention.com/v1/articles/12520/download/pdf.
6. Byrne, R. A., Rossello, X., Coughlan, J. J., Barbato, E., Berry, C., Chieffo, A., Claeys, M. J., Dan, G.-A., Dweck, M. R., Galbraith, M., Gilard, M., Hinterbuchner, L., Jankowska, E. A., Jüni, P., Kimura, T., Kunadian, V., Leosdottir, M., Lorusso, R., Pedretti, R. F. E. [et al]. ESC Scientific Document Group. (2023). *2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes*. European Heart Journal, 44(38), 3720–3826. https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehad19.

TEMA 9

PREPARACIÓN DEL PACIENTE EN LA SALA DE HEMODINÁMICA

Lara García Cellalbo, M. Luisa Cantarero Avilés, Meritxell Uson Ruiz, Paula Díez de los Ríos, Montserrat Palau Durán, David Arias Martos

Hospital Universitari Mutua de Terrassa. Terrassa.

1. INTRODUCCIÓN

El trabajo diario de la enfermería se fundamenta en la evidencia científica, constituyendo un pilar esencial en la preparación del paciente para procesos invasivos médicos. En este contexto, la enfermera ejerce tanto un rol autónomo como uno colaborativo, siendo especialmente relevante en la preparación del paciente para el cateterismo cardiaco. Esta etapa es crucial, ya que una preparación inadecuada podría llevar a la suspensión del procedimiento o, en el peor de los casos, a la aparición de complicaciones que serían previsibles y potencialmente evitables.

La preparación del paciente ha de ser precedida por una valoración inicial para detectar las necesidades y preferencias del paciente **(Tema 6)** para poder planificar y adecuar nuestras intervenciones, proporcionando un cuidado individualizado e integral, procurando mantener el confort y la seguridad del paciente, mediante la planificación de las curas de enfermería estandarizadas y desempeñando el rol de colaboración con los demás profesionales de la salud presentes durante el procedimiento en la sala de hemodinámica, para llegar todos a un mismo objetivo, que es dar una atención integral del paciente y contribuyendo a la salud óptima de este.

2. LOS CUIDADOS DE ENFERMERÍA

Los cuidados de enfermería relacionados con el paciente sometido a intervencionismo en una sala de hemodinámica deberían basarse en la consecución de unos diagnósticos de enfermería con taxonomía NANDA, las intervenciones de enfermería (NIC) y la evaluación de los resultados de las intervenciones (NOC).[1]

- NANDA (00008): Termorregulación ineficaz manifestado por fluctuaciones de la temperatura ambiental.
  - ✓ NOC (0800): Termorregulación.
  - ✓ NIC (3902): Regulación de la temperatura. intraoperatoria.
- NANDA (00126): Conocimientos deficientes relacionados con la falta de exposición.
  - ✓ NOC (1404): Autocontrol del miedo.

- ✓ NIC (5618): Enseñanza del procedimiento. Cateterismo cardiaco.

- NANDA (00126): Conocimientos deficientes relacionados con la falta de exposición.
  - ✓ NOC (1814): Conocimiento: procedimientos terapéuticos.
  - ✓ NIC (5618): Enseñanza del procedimiento (retirada del introductor).
- NANDA (00086): Riesgo de disfunción neurovascular periférica relacionada con la compresión mecánica (vendaje compresivo).
  - ✓ NOC (0407): Perfusión tisular periférica.
  - ✓ NIC (6590): Precauciones con los torniquetes neumáticos (vendaje compresivo).
- NANDA (00206): Riesgo de sangrado relacionado con efectos secundarios relacionados con el tratamiento.
  - ✓ NOC (1101): Mantenimiento de la integridad tisular.
  - ✓ NIC (6680): Monitorización de signos vitales.

3. EL PACIENTE EN LA SALA DE HEMODINÁMICA

Existen tres posibles escenarios de procedencia del paciente en la sala de hemodinámica:

- Paciente ambulatorio.
- Paciente ingresado en planta.
- Paciente extrahospitalario.

3.1 PACIENTE AMBULATORIO QUE HA PASADO POR EL HOSPITAL DE DÍA O UNIDAD DE CORTA ESTANCIA DE NUESTRO SERVICIO (HEMODINÁMICA)

Se trata de un paciente que acude desde su domicilio para la realización de un procedimiento electivo y, tras un periodo adecuado de observación y curas específicas, regresa a su hogar el mismo día. Este perfil de paciente ha tenido un contacto previo con algún profesional sanitario (médico o enfermera), quienes han llevado a cabo una valoración clínica y una recogida de información, preferiblemente de forma presencial, al menos 24 horas antes de la prueba.

Durante ese primer contacto, se le ha informado e instruido sobre las medidas necesarias para su adecuada preparación previa al procedimiento.

La recogida sistemática de información nos permite identificar aquellas necesidades no cubiertas, realizar diagnósticos de enfermería reales, potenciales o de riesgo, y desempeñar funciones colaborativas, como la revisión y ajuste de la medicación. Este

proceso establece las bases de una relación de confianza entre la enfermera y el paciente, la cual será fundamental durante la intervención.

Travelbee[2] plantea el modelo de relación persona a persona, que se desarrolla a lo largo de cuatro fases: encuentro original, emergencia de identidades, empatía y simpatía, culminando en el rapport, entendido como el establecimiento de una relación terapéutica significativa.

La consulta de enfermería en hemodinámica, liderada por una enfermera experta encargada de la evaluación, preparación y educación del paciente y su familia, se está consolidando como una práctica habitual en muchos centros hospitalarios, especialmente con el crecimiento de la cardiología intervencionista estructural.

3.2 PACIENTE INGRESADO EN PLANTA HOSPITALARIA U OTRO HOSPITAL

Se trata de un paciente que se someterá a una prueba de carácter electivo. En este caso la recogida de información debe hacerse por los profesionales del lugar donde este ingresado. Al llegar a nuestro servicio puede ser que entren a sala directamente y por tanto, el personal de enfermería que llevará a cabo el procedimiento será el responsable de la recogida de información y preparación del paciente.

Los profesionales de enfermería deberán confirmar la información facilitada mediante informes físicos, trayectorias clínicas o sistemas informáticos en red lo más actuales posibles.

Las trayectorias de enfermería son documentos realizados por enfermería experta en el procedimiento en cuestión y consensuado con el resto del equipo asistencial que intervenga en el proceso, con el objetivo de proporcionar unos cuidados integrales, adecuados y continuos. Favorecen la equidad e individualización en la atención, disminuyen la posible variabilidad de los procesos asistenciales y permiten la evaluación clínica de resultados.

3.3 PACIENTE URGENTE EXTRAHOSPITALARIO O DE OTRO HOSPITAL

El caso del paciente de código IAM es un caso especial, pues se trataría de una situación de emergencia donde quizá no siempre es posible la valoración y preparación previa del paciente. La información será recabada mediante la interlocución del equipo de traslado del paciente (sistema de emergencias medicadas), que habrá hecho una primera aproximación a la información necesaria. Se podrá obtener información desde la historia clínica compartida del paciente, así como también se podrá averiguar preguntando al paciente.

4. FUNCIÓN DE ENFERMERÍA EN LA SALA DE HEMODINÁMICA

Al ingresar un paciente en la sala de hemodinámica, y exceptuando los casos urgentes, se recomienda realizar una anamnesis previa, basada en la historia clínica y el

registro de enfermería. Esta valoración inicial debe llevarse a cabo antes de la llegada del paciente a la unidad y la información recopilada debe ser compartida con todo el equipo implicado en el procedimiento, haciendo especial énfasis en los datos clínicos más relevantes.

Asimismo, es fundamental que se realice la presentación e identificación de todos los profesionales sanitarios involucrados, ya que esto constituye una práctica básica en cualquier procedimiento, reforzando la seguridad del paciente y fomentando una comunicación efectiva dentro del equipo.

Las funciones del profesional de enfermería según el lugar de responsabilidad durante el procedimiento serán:

Profesional instrumentista

- Preparación y comprobación del material específico según la intervención: previniendo posibles necesidades específicas según sea procedimientos diagnósticos, terapéuticos, estudios, punción pericárdica, etc.
- Preparación y comprobación del sistema de inyección de contraste manual o automático.
- Preparación de la medicación que se administrará de manera estéril durante el procedimiento según necesidades.
- Vigilancia activa en el mantenimiento de la máxima esterilidad durante todo el procedimiento.
- Desinfección de la zona quirúrgica y colocación del campo quirúrgico.
- Rol de colaboración con el cardiólogo intervencionista.

Profesional de enfermería de polígrafo

- Anamnesis y revisión de historia clínica, trayectoria de enfermería.
- Comprobación del nombre del paciente y de la colocación de la pulsera identificativa.
- Comprobar alergias.
- Comprobar y revisar últimas analíticas de sangre, función renal, posibles trastornos de coagulación (INR, TTPA, etc.) o hematológicos, anemia.
- Verificar la obtención del consentimiento informado debidamente cumplimentado.
- Confirmar diagnóstico médico del paciente. De este dependerá tanto la preparación del paciente y el material para la intervención, como la dotación del personal de enfermería para llevar a cabo el procedimiento.
- Verificar la premediación (si fuese necesario); por ejemplo, para la prevención de alergias al yodo, antibioticoterapia, sueroterapia, etc.

- Revisión del tratamiento médico de doble antiagregación.
- Comprobar la posible administración previa de heparinas o anticoagulantes y dosis.

Profesional de enfermería circulante

- Monitorización y valoración física, toma de constantes.
- Confirmación del correcto funcionamiento de al menos una vía venosa o colocación en su defecto en procedimientos con posibles complicaciones potenciales, como, por ejemplo, un código IAM en el que se recomienda la colocación de al menos dos vías venosas periféricas.
- Confirmación de que los accesos para la realización de la prueba están libres de vías u otros dispositivos.
- Preparar la piel de las zonas de posible punción, zonas arterias radiales y arterias femorales, rasurado con máquina eléctrica, nunca con cuchilla, por el alto riesgo de deterioro de la integridad tisular.
- Valoración del nivel de conocimientos previos del paciente y realizar intervenciones de enfermería si fuera necesario.
- Valoración y acciones de enfermería frente a la ansiedad y el dolor. Carpenito considera que la respuesta a una amenaza puede variar desde una ansiedad leve a aguda o pánico, por ello clasifica la ansiedad en tres niveles: leve, moderada y grave[3].
  - ✓ Utilizar un enfoque sereno que dé seguridad.
  - ✓ Establecer claramente las expectativas de participación del paciente durante el procedimiento.
  - ✓ Explicar todos los procedimientos, incluyendo las posibles sensaciones que ha de experimentar durante el procedimiento.
  - ✓ Tratar de comprender la perspectiva del paciente sobre una situación estresante.
  - ✓ Proporcionar información objetiva respecto al diagnóstico, tratamiento y pronóstico.
  - ✓ Permanecer con el paciente para promover la seguridad y reducir el miedo.
  - ✓ Identificar los cambios en el nivel de ansiedad.
  - ✓ Observar si hay signos verbales y no verbales de ansiedad.
  - ✓ Administrar medicamentos que reduzcan la ansiedad si están prescritos.
- Administración de medicación para realizar disminución de dolor y ansiedad:
  - ✓ Los requerimientos de sedación para este tipo de enfermos varían entre una sedación mínima (ansiolítica) y una sedación moderada (sedación

consciente). La sedación consciente se define como un estado de disminución de la conciencia inducido por fármacos durante la cual los pacientes responden a estímulos verbales aislados o asociados a una ligera estimulación táctil (nivel 2 de la escala de Ramsay). Este dependerá de los protocolos de cada institución o del personal médico a cargo.

- ✓ Valorar el riesgo de termorregulación ineficaz debido a fluctuaciones de la temperatura en los quirófanos o por alteración de la conciencia o sedación.

5. LISTADO DE VERIFICACIÓN O COMPROBACIÓN: *CHECKLIST*

Los listados de verificación o *checklists* son herramientas diseñadas para comprobar la correcta ejecución de una secuencia de actividades, con el objetivo de minimizar errores derivados de las limitaciones naturales de la memoria y la atención humanas. Se caracterizan por ser de uso rápido, sencillo y altamente eficaz.

Los listados de verificación de seguridad (LVS) consisten en una secuencia estructurada de pasos que deben ser verificados por todos los miembros del equipo implicado en el procedimiento, antes de avanzar al siguiente punto. Cada ítem debe estar basado en evidencia científica o en recomendaciones de expertos, con el fin de reducir la probabilidad de causar daños quirúrgicos graves y evitables[4].

La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que sea una única persona la responsable de aplicar y cumplimentar el LVS, preferentemente un profesional sanitario directamente implicado en el procedimiento. La enfermera circulante, por su posición estratégica y visión global del entorno quirúrgico, suele ser la figura más idónea para desempeñar esta función **(ver Tema 6)**.

BIBLIOGRAFÍA

1. Zarrabeitia., I. L. (s/f). *Caso clínico: Plan de cuidados enfermeros en el cateterismo cardiaco vía radial*. Enfermeriaencardiologia.com. https://enfermeriaencardiologia.com/media/acfupload/62838e2a4803e_69_06.pdf
2. Interpersonal aspects of nursing Joyce Travelbee Edit. (s/f). F. A. Davis Philadelphia.
3. Carpenito-Moyet, L. (s/f). J *Nursing Diagnosis: Application to clinical practice*.
4. Vidas, L. C. S. (s/f). *Manual de aplicación de la lista OMS de verificación de la seguridad de la cirugía 2009*. Who.int. https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/44233/9789243598598_spa.pdf?sequence=1

TEMA 10

INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DEL CATETERISMO DIAGNÓSTICO Y TERAPÉUTICO

Nuria Poza Gómez, María Begoña Santamaría Fernández, Esther Alejandra Duque López, María Estrella Barreñada Copete

Hospital Universitario Fundación Alcorcón. Alcorcón.

1. INTRODUCCIÓN

El cateterismo cardiaco es una prueba invasiva que permite la visualización de la anatomía coronaria, la cuantificación de la función ventricular, la valoración de lesiones valvulares y la medida de presiones en distintas zonas del sistema cardiovascular.

Mediante esta técnica, el especialista puede identificar la presencia de lesiones en las arterias coronarias, así como determinar su localización exacta, el número de arterias afectadas y la severidad de la patología.

En un procedimiento de cateterismo rutinario en pacientes estables, el riesgo de muerte o complicaciones mortales es inferior al 0,1%, mientras que las complicaciones no mortales se presentan en aproximadamente un 2-3% de los casos. Sin embargo, en pacientes inestables, el riesgo aumenta de forma proporcional a la gravedad de la enfermedad[1].

2. INDICACIONES

El cateterismo cardiaco izquierdo está considerado como la prueba de referencia (*gold standard*) para el estudio de las arterias coronarias, dada su alta precisión diagnóstica. Sin embargo, al tratarse de una técnica invasiva, existe el riesgo de que se produzcan complicaciones graves durante su realización.

Por ello, es fundamental que el procedimiento esté correctamente indicado, basándose siempre en criterios clínicos sólidos y en las recomendaciones de las guías clínicas oficiales[2], cuyas indicaciones principales se desglosan a continuación.

2.1 CATETERISMO EN EL PACIENTE CON CARDIOPATÍA ISQUÉMICA

La angiografía coronaria proporciona una información crucial en el manejo del paciente, ya que permite determinar la afectación arterial, así como la localización de las lesiones y la gravedad de estas. Además, constituye una herramienta fundamental para definir la pauta terapéutica más adecuada en aquellos pacientes con enfermedad coronaria. A continuación, se presenta la **Tabla 1**, que recoge las recomendaciones para la atención de los pacientes con síndrome coronario agudo[3].

TABLA 1. Recomendaciones para las perspectivas de los pacientes en la atención del síndrome coronario agudo[3].

RECOMENDACIONES	CLASE	NIVEL
Se recomienda la atención centrada en el paciente mediante la evaluación y la adherencia a las preferencias individuales, necesidades y creencias del paciente, con el fin de garantizar que los valores de los pacientes se tienen en consideración a la hora de tomar decisiones clínicas.	I	B
Se recomienda incluir a los pacientes con SCA en el proceso de toma de decisiones (en la medida que lo permita su estado) e informar a los pacientes sobre los riesgos de eventos adversos, exposición a la radiación y opciones terapéuticas alternativas. Deben emplearse herramientas para la toma de decisiones que faciliten la discusión.	I	B
Se recomienda evaluar los síntomas empleando métodos que ayuden a los pacientes a describir su experiencia.	I	C
Se debe considerar el uso de la técnica *teach back* para ayudar al paciente a tomar decisiones durante la obtención del consentimiento informado .	IIa	B

Modificado de Guía ESC 2023 para el tratamiento de los síndromes coronarios agudos.

2.1.1 Cateterismo en el paciente con angina estable

La angina estable se define como aquella que aparece con el esfuerzo y que no ha experimentado cambios en su forma de presentación durante el último mes, lo que implica que no se prevé la aparición de complicaciones de manera inminente ni una evolución desfavorable en el corto plazo.

La comparación entre estrategias de revascularización (quirúrgica o mediante angioplastia con colocación de stent) y el tratamiento médico conservador ha demostrado un beneficio significativo de la estrategia invasiva en la disminución de la angina y la reducción de la necesidad de medicamentos antianginosos, así como en la mejora de la capacidad de ejercicio y la calidad de vida[1].

En el tratamiento de la enfermedad coronaria estable, es fundamental comprender que tanto el manejo médico como las estrategias de revascularización son tratamientos complementarios y no competitivos[1].

2.1.2 Cateterismo en el paciente con isquemia silente

La isquemia silente se define como la presencia de isquemia miocárdica objetivable en ausencia de síntomas. La realización de un cateterismo cardiaco está indicada en los siguientes casos:

- Pacientes con criterios de alto riesgo de eventos cardiacos en pruebas de isquemia no invasivas: aquellos pacientes que, a pesar de no presentar síntomas de angina u otros signos evidentes de enfermedad cardiaca, muestran resultados

en las pruebas que indican un alto riesgo de eventos cardiacos graves, como infarto de miocardio.

- Pacientes que desempeñan profesiones de alto riesgo o cuya actividad laboral impacta directamente en la seguridad pública.

2.1.3 Cateterismo en el paciente con síndrome coronario agudo sin elevación del segmento ST (SCASEST)

En el síndrome coronario agudo sin elevación del segmento ST (SCASEST), la estrategia invasiva forma parte fundamental del tratamiento, aunque puede variar en función de la situación clínica del paciente y de su estratificación de riesgo.

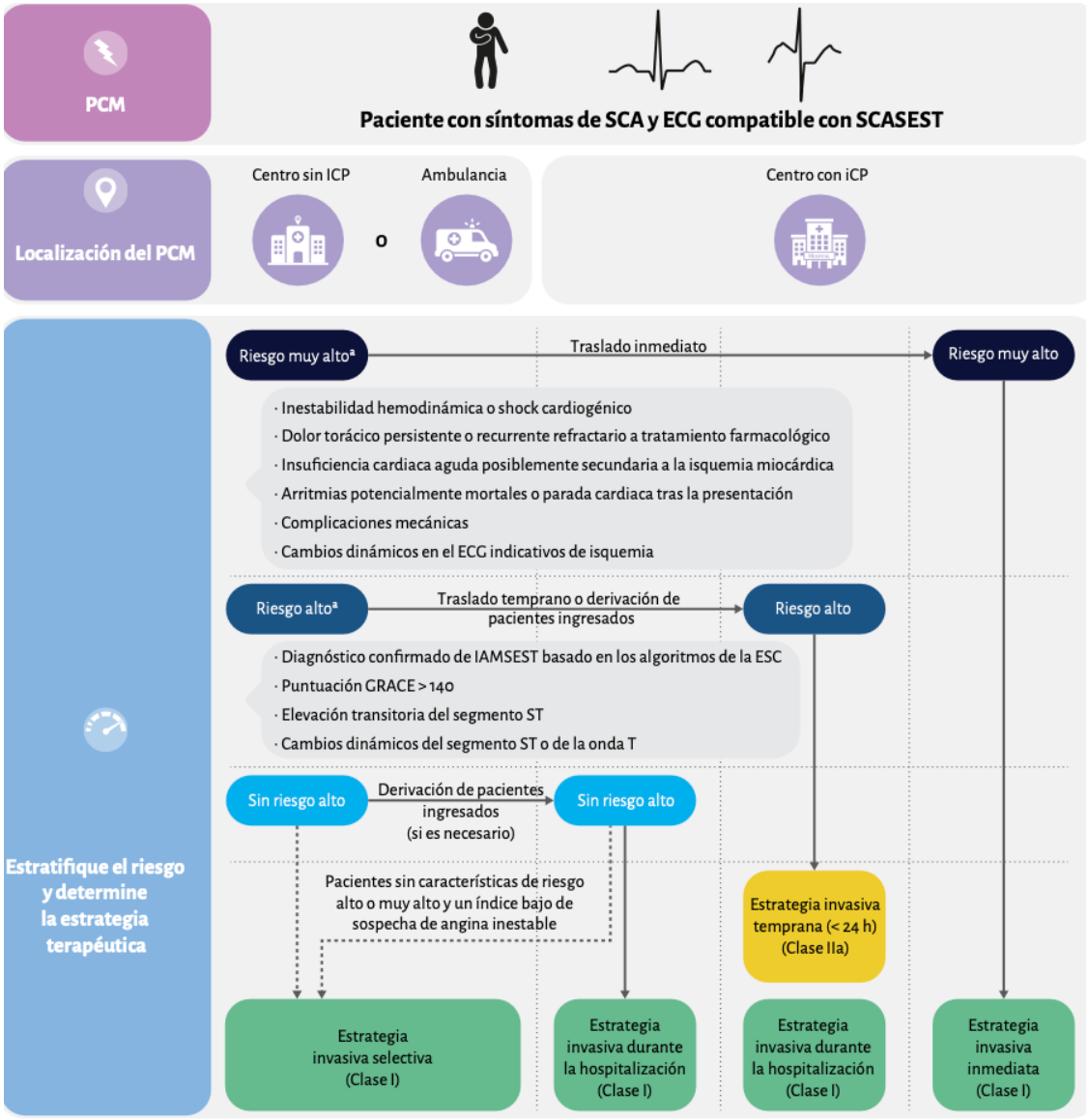
A continuación, se presenta la **Tabla 2**, que resume las diferentes estrategias según el perfil de riesgo.

TABLA 2. Estrategias según el perfil de riesgo.

ESTRATEGIA INVASIVA EN LOS SCASEST	CLASE	NIVEL
Se recomienda una estrategia invasiva durante el ingreso hospitalario para pacientes con SCASEST y criterios de riesgo alto o un índice alto de sospecha de angina inestable.	I	A
Se recomienda una estrategia invasiva selectiva para pacientes sin criterios de riesgo muy alto o alto y con un índice bajo de sospecha de SCASEST.	I	A
Se recomienda una estrategia invasiva inmediata para los pacientes con un diagnóstico inicial de SCASEST y al menos uno de los siguientes criterios de riesgo muy alto: • Inestabilidad hemodinámica o shock cardiogénico . • Dolor torácico recurrente o refractario a tratamiento farmacológico. • Arritmias potencialmente mortales que ocurren durante la hospitalización. • Complicaciones mecánicas del infarto de miocardio. • Insuficiencia cardiaca aguda presumiblemente secundarias a isquemia miocárdica en evolución. • Cambios dinámicos recurrentes del segmento ST o la onda T, particularmente la elevación intermitente del segmento ST.	I	C
Debe considerarse una estrategia invasiva temprana (primeras 24 h) para pacientes con al menos uno de los siguientes criterios de riesgo alto: • Diagnóstico confirmado de SCASEST basado en los algoritmos de hs-cTn recomendados por la ESC. • Cambios dinámicos del segmento ST o la onda T. • Elevación transitoria del segmento ST. • Puntuación GRACE > 140.	IIa	A

Modificado de Guía ESC 2023 para el tratamiento de los síndromes coronarios agudos.[3]

TABLA 3.



Modificado de Guía ESC 2023 para el tratamiento de los síndromes coronarios agudos.[3]

- **Estrategia invasiva inmediata:** consiste en realizar un cateterismo cardiaco en menos de 2 horas desde la presentación de los síntomas. Esta opción se reserva para pacientes de alto riesgo, como aquellos con signos de inestabilidad hemodinámica, evidencia de isquemia grave o antecedentes de enfermedad coronaria significativa.
- **Estrategia invasiva temprana o precoz:** implica llevar a cabo un cateterismo cardiaco dentro de las primeras 24 horas tras la aparición de los síntomas. Esta estrategia se considera adecuada para pacientes con riesgo moderado a alto que no cumplen criterios de intervención inmediata.
- **Cateterismo programado:** se planifica el cateterismo en un momento posterior en función de la estabilidad clínica del paciente y de los resultados de las

pruebas diagnósticas. Se reserva para pacientes con riesgo bajo a moderado, en quienes no se requiere una estrategia invasiva urgente.

2.1.4 Cateterismo en el paciente con síndrome coronario agudo con elevación del segmento ST (STEMI)

En pacientes con STEMI, la realización de un cateterismo cardiaco de forma urgente es primordial debido a la importancia del tiempo en el pronóstico. La rapidez en la reperfusión coronaria tiene un impacto significativo en la supervivencia y en la reducción de complicaciones.

Se enfatiza la importancia de una evaluación rápida y una intervención oportuna, con el objetivo de minimizar el tiempo de isquemia y mejorar los resultados clínicos.

TABLA 4. Recomendaciones para la terapia de reperfusión para pacientes con STEMI[3].

	CLASE	NIVEL
Está recomendado el tratamiento de reperfusión para todos los pacientes con un diagnóstico inicial de STEMI (elevación persistente del segmento ST o equivalentes) y síntomas de isquemia de ≤12 h de duración	I	A
Se recomienda una estrategia de ICP primaria en lugar de fibrinolisis si el tiempo estimado desde el diagnóstico hasta la ICP es <120 min	I	A
Si la ICP primaria no puede realizarse en un intervalo de tiempo adecuado (<120 min) en pacientes con un diagnóstico inicial de STEMI, se recomienda el tratamiento fibrinolítico en las primeras 12 h tras la presentación de los síntomas, siempre que no haya contraindicaciones	I	A
La ICP de rescate está recomendada después de la fibrinolisis fallida (resolución del segmento ST <50% en los primeros 60-90 min tras la administración de fibrinolisis) o en presencia de inestabilidad hemodinámica o eléctrica, empeoramiento de la isquemia o dolor torácico persistente	I	A
Para pacientes con un diagnóstico inicial de STEMI y un intervalo de tiempo >12 h tras la manifestación de los síntomas se recomienda la ICP primaria en caso de presencia de síntomas indicativos de isquemia, inestabilidad hemodinámica o arritmias potencialmente mortales	I	C
Se debe considerar la ICP primaria sistemática para pacientes con STEMI con presentación tardía (12-48 h) después de la aparición de los síntomas	IIa	B
La ICP sistemática de una arteria responsable ocluida no está recomendada para los pacientes con STEMI que se presentan >48 h después de la aparición de los síntomas y no tienen síntomas persistentes	III	A

Modificado de Guía ESC 2023 para el tratamiento de los síndromes coronarios agudos.

TABLA 5. Recomendaciones de traslado e intervenciones tras la fibrinolisis.

	CLASE	NIVEL
Se recomienda el traslado de los pacientes a un centro con ICP inmediatamente después de la administración de fibrinolisis.	I	A
La angiografía urgente seguida de ICP de la arteria responsable (si está indicada) está recomendada para los pacientes con insuficiencia cardiaca persistente o de nueva aparición o en shock tras la administración de fibrinolisis.	I	A
La angiografía seguida de ICP de la arteria responsable (si está indicada) se recomienda entre 2 y 24 h después de la fibrinolisis fallida.	I	A

Modificado de Guía ESC 2023 para el tratamiento de los síndromes coronarios agudos.

2.1.5 Myocardial Infarction with Non-Obstructive Coronary Arteries (MINOCA)

En las últimas guías clínicas, se utiliza este término para referirse a la situación clínica en la que un paciente presenta síntomas sugestivos de síndrome coronario agudo (SCA), con elevación de troponina, pero sin obstrucción significativa de las arterias coronarias en el momento de la angiografía coronaria.[4]

2.2 VALVULOPATÍAS

El cateterismo cardiaco se indica para evaluar la hemodinámica en pacientes sintomáticos cuando las pruebas no invasivas no son concluyentes o existe discrepancia entre sus resultados (clase I, nivel de evidencia C).

Una ventaja significativa del cateterismo es la posibilidad de realizar coronariografía simultáneamente con la medición de presiones y de la resistencia vascular pulmonar, lo que contribuye a determinar el tratamiento más adecuado para la válvula que se va a intervenir.

En estos casos, se puede realizar un cateterismo derecho e izquierdo, acompañado de ventriculografía izquierda para evaluar la posible regurgitación valvular asociada[5,6].

2.3 ENFERMEDAD CONGÉNITA

El progreso en las técnicas de imagen ha relegado al cateterismo cardiaco a los casos de cardiopatías congénitas complejas, como la tetralogía de Fallot o la transposición de grandes, permitiendo evaluar la presión pulmonar, la función diastólica del ventrículo y los gradientes de presión[5,7].

2.4 TRASPLANTE CARDIACO

Es necesario realizar un cateterismo derecho previo al trasplante cardiaco para obtener información sobre presiones intracardiacas, gasto cardiaco, y resistencias pulmonares y sistémicas.

Tras el trasplante, el cateterismo se utiliza para realizar biopsias endomiocárdicas, que suelen practicarse de forma seriada o rutinaria durante los primeros 12 meses posteriores al trasplante. Además, se recomienda realizar una biopsia en las 2-3 semanas después del tratamiento de un episodio de rechazo. También está indicada la coronariografía para la detección de enfermedad vascular del injerto[8].

2.5 HIPERTENSIÓN PULMONAR

Para un óptimo manejo de la hipertensión pulmonar, se debe realizar una evaluación hemodinámica completa, lo que indica la necesidad de un cateterismo derecho.

Este procedimiento permite la medición directa de presiones y resistencias tanto en las cavidades cardiacas como en los vasos pulmonares. Se trata de una técnica segura, con una mortalidad relacionada extremadamente baja (0,055%) y una morbilidad inferior al 1%, lo que facilita realizar un pronóstico individualizado para el paciente[9].

2.6 BIOPSIA ENDOMIOCÁRDICA

Algunas enfermedades pueden beneficiarse de un tratamiento específico si se realiza un diagnóstico certero. La biopsia endomiocárdica permite obtener muestras de tejido cardiaco para su análisis, facilitando la identificación de patologías específicas.

2.7 INSUFICIENCIA CARDIACA (IC)

La guía de insuficiencia cardiaca de la HFA-ESC 2021 adopta un enfoque favorable a la angiografía coronaria invasiva para identificar su etiología. Se recomienda su realización en pacientes con fracción de eyección reducida (FEr) que presenten una probabilidad intermedia-alta de enfermedad coronaria (EC) y evidencia de isquemia en una prueba de estrés no invasiva (recomendación IIb).

Además, está indicada la realización de un cateterismo cardiaco derecho en pacientes con IC y estados de alto gasto cardiaco (clase IIa)[10].

2.8 MIOCARDIOPATÍAS

Las miocardiopatías son un grupo de enfermedades cuya etiología a menudo es desconocida. Dentro de los tres grupos de miocardiopatías (dilatadas, hipertróficas y restrictivas), la realización de un cateterismo está indicado para descartar etiología isquémica, obtener una biopsia endomiocárdica o cuando no sea posible un diagnóstico por técnicas no invasivas. También está indicado para diagnóstico diferencial de pericarditis constrictiva.

2.9 OTRAS INDICACIONES

- **Pacientes con arritmias ventriculares severas** e historial de **angina estable**, donde el **cateterismo diagnóstico** y, si procede, el **intervencionista** serían emergentes.
- **Bloqueo de rama izquierda o derecha** cuando existe una elevación concordante del ST≥1mm en derivaciones con QRS positivo.
- **Bloqueo de rama izquierda o derecha** cuando en las derivaciones V2-V3 se requiere una elevación de:
  - ✓ ≥2 mm para varones de ≥40 años.
  - ✓ ≥2,5 mm para varones de <40 años.
  - ✓ ≥1,5 mm para todas las mujeres.

Dentro de las nuevas estrategias para la prevención de eventos embólicos en pacientes con **fibrilación auricular** que tienen contraindicada la anticoagulación, se les puede realizar un cateterismo diagnóstico previo a la oclusión percutánea de la orejuela para confirmación de vías de acceso y la no existencia de enfermedad en el árbol coronario.

- **Cateterismo en el paciente con muerte súbita:** generalmente la mayoría de las muertes súbitas son de origen cardiovascular (entre el 13% y el 18%). La coronariografía está indicada en pacientes resucitados de muerte súbita, incluso en pacientes con baja sospecha de enfermedad coronaria ya que el diagnóstico puede poner de manifiesto anomalías coronarias congénitas[11].

3. CONTRAINDICACIONES

3.1 CONTRAINDICACIÓN ABSOLUTA

Actualmente, no existen contraindicaciones absolutas para la realización de un cateterismo cardiaco, salvo la negativa expresa del paciente[12].

3.2 CONTRAINDICACIONES RELATIVAS[13]

Se consideran contraindicaciones relativas, que requieren evaluación y manejo previo al procedimiento, las siguientes situaciones:

- Insuficiencia renal.
- Insuficiencia cardiaca descompensada.
- Trastornos metabólicos. Diabetes descompensada, acidosis metabólica severa y desequilibrios electrolíticos graves.
- Trastornos hemorrágicos hereditarios y trastornos de la coagulación.

- Alergia a contraste yodado: premedicación necesaria antes del procedimiento.
- Enfermedad vascular periférica grave.
- Dificultad respiratoria severa.
- Fiebre y sepsis.
- Endocarditis.
- Anemia severa: hemoglobina <8 gr/dl.
- Hipertensión arterial descontrolada.
- Intoxicación digitálica.
- Arritmias no controladas[14].

4. INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES EN GRUPOS ESPECIALES DE POBLACIÓN

4.1 REALIZACIÓN DE CATETERISMO DIAGNÓSTICO DURANTE EL EMBARAZO

Las indicaciones para el cateterismo diagnóstico en mujeres embarazadas son similares a las del resto de la población. Sin embargo, deben tenerse precauciones especiales en mujeres con estenosis mitral moderada o grave y en aquellas con dilatación aórtica.

Los riesgos para el feto por exposición a radiación ionizante dependen principalmente de la edad gestacional y de la dosis recibida, siendo mayores durante la fase de organogénesis. Por ello, las radiaciones deben mantenerse tan bajas como sea razonablemente posible.

En aquellos casos en que sea imprescindible realizar un cateterismo a la madre, se valorará una cesárea previa al procedimiento si la viabilidad y edad fetal lo permite[14,15].

4.2 REALIZACIÓN DE CATETERISMO DIAGNÓSTICO EN EL ANCIANO FRÁGIL

Las últimas guías clínicas para el manejo del síndrome coronario agudo sin elevación del ST (SCASEST) sostienen que la revascularización coronaria proporciona el mayor beneficio pronóstico, especialmente en pacientes de alto riesgo.

Las últimas guías clínicas para el manejo del síndrome coronario agudo sin elevación del ST (SCASEST) sostienen que la revascularización coronaria proporciona el mayor beneficio pronóstico, especialmente en pacientes de alto riesgo.

La conclusión fundamental sobre este grupo de población es que no se debe descartar la revascularización, siendo la decisión meditada cuidadosamente ante un paciente con gran carga de morbilidad[10,16].

BIBLIOGRAFÍA

1. Bhatt DL, Lopes RD, Harrington RA. *Diagnosis and Treatment of Acute Coronary Syndromes: A Review.* JAMA. 15 de febrero de 2022;327(7):662-75.
2. Martín Moreiras J, Cruz González I. *Indicaciones del cateterismo cardiaco. En: Manual de Hemodinámica e Intervencionismo Cardiaco.* 3ª edición. Madrid; 2022. p. 131-44.
3. Byrne RA, Rossello X, Coughlan JJ, Barbato E, Berry C, Chieffo A, et al. *2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes: Developed by the task force on the management of acute coronary syndromes of the European Society of Cardiology (ESC).* European Heart Journal [Internet]. 7 de octubre de 2023 [citado 21 de julio de 2024];44(38):3720-826. Disponible en: https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehad191
4. Ricarte-Bratti JP, Bono JOE, Barcudi R. *Fisiopatología y algoritmo diagnóstico y terapéutico del Infarto de miocardio con arterias coronarias no obstructivas.* Rev Fac Cien Med Univ Nac Cordoba. 31 de marzo de 2023;80(1):36-42.
5. Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, Milojevic M, Baldus S, Bauersachs J, et al. *Guía ESC/EACTS 2021 sobre el diagnóstico y tratamiento de las valvulopatías.* Revista Española de Cardiología [Internet]. junio de 2022 [citado 21 de julio de 2024];75(6):524.e1-524.e69. Disponible en: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300893221005194
6. Hawkins RB, Deeb GM, Sukul D, Patel HJ, Gualano SK, Chetcuti SJ, et al. *Redo Surgical Aortic Valve Replacement After Prior Transcatheter Versus Surgical Aortic Valve Replacement.* JACC Cardiovasc Interv. 24 de abril de 2023;16(8):942-53.
7. *Guía ESC 2020 para el tratamiento de las cardiopatías congénitas del adulto* - ClinicalKey [Internet]. [citado 21 de julio de 2024]. Disponible en: https://www-clinicalkey-es.m-hufa.a17.csinet.es/#!/content/journal/1-s2.0-S0300893220307144
8. Del Rio-Pertuz G, Nugent K, Argueta-Sosa E. *Right heart catheterization in clinical practice: a review of basic physiology and important issues relevant to interpretation.* Am J Cardiovasc Dis [Internet]. 25 de junio de 2023;13(3):122-37. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10352814/
9. Grinstein J, Houston BA, Nguyen AB, Smith BA, Chinco A, Pinney SP, et al. *Standardization of the Right Heart Catheterization and the Emerging Role of Advanced Hemodynamics in Heart Failure.* J Card Fail [Internet]. noviembre de 2023;29(11):1543-55. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1071916423003068
10. Sanchis J, García Acuña JM, Raposeiras S, Barrabés JA, Cordero A, Martínez-Sellés M, et al. *Carga de comorbilidad y beneficio de la revascularización en ancianos con síndrome coronario agudo.* Rev Esp Cardiol [Internet]. 1 de septiembre de 2021 [citado 21 de julio de 2024];74(9):765-72. Disponible en: http://www.revespcardiol.org/es-carga-comorbilidad-beneficio-revascularizacion-ancianos-articulo-S0300893220303651
11. Al-Khatib SM, Stevenson WG, Ackerman MJ, Bryant WJ, Callans DJ, Curtis AB, et al. *2017 AHA/ACC/HRS Guideline for Management of Patients With Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death.* Circulation [Internet]. 25 de septiembre de 2018 [citado 21 de julio de 2024];138(13):e272-391. Disponible en: https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIR.0000000000000549
12. Lawton JS, Tamis-Holland JE, Bangalore S, Bates ER, Beckie TM, Bischoff JM, et al. 2021 *ACC/AHA/SCAI Guideline for Coronary Artery Revascularization: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines.* Circulation [Internet]. 18 de enero de 2022 [citado 21 de julio de 2024];145(3):e18-114. Disponible en: https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIR.0000000000001038

13. Delgado V, Ajmone Marsan N, de Waha S, Bonaros N, Brida M, Burri H, et al. *2023 ESC Guidelines for the management of endocarditis*: Developed by the task force on the management of endocarditis of the European Society of Cardiology (ESC) Endorsed by the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) and the European Association of Nuclear Medicine (EANM). European Heart Journal [Internet]. 14 de octubre de 2023 [citado 21 de julio de 2024];44(39):3948-4042. Disponible en: https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehad193

14. *Guía ESC 2018 sobre el tratamiento de las enfermedades cardiovasculares durante el embarazo*. Revista Española de Cardiología [Internet]. 1 de febrero de 2019 [citado 21 de julio de 2024];72(2):161.e1-161.e65. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030089321830678X

15. Jiménez Navarro M, Galian-Gay L, Avanzas P, Ballesteros S, González García A, González Mesa E, et al. *Comentarios a la guía ESC 2018 sobre el tratamiento de las enfermedades cardiovasculares durante el embarazo.* Revista Española de Cardiología [Internet]. 1 de febrero de 2019 [citado 21 de julio de 2024];72(2):109-14. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300893218306778

16. Manito N. *Nueva guía de insuficiencia cardiaca de la HFA-ESC 2021. Un enfoque práctico e integral*. Rev Esp Cardiol [Internet]. 1 de julio de 2022 [citado 21 de julio de 2024];75(7):548-51. Disponible en: http://www.revespcardiol.org/es-nueva-guia-insuficiencia-cardiaca-hfa-esc-articulo-S0300893222000124

CAPÍTULO IV

VÍAS DE ACCESO VASCULAR

Asociación Española de
Enfermería en Cardiología

TEMA 11
VÍAS DE ACCESO ARTERIAL

1. ACCESO RADIAL

Ana López Cabrera, Juan Carlos Rubio Ramos

Unidad de Hemodinámica y Cardiología Intervencionista
Hospital Universitario Puerto Real. Puerto Real.

1. INTRODUCCIÓN

Desde que Campeau realizara en 1989 el primer cateterismo diagnóstico por vía radial, y posteriormente Kiemeneji y Laarman en 1992 el primer procedimiento terapéutico, esta vía de acceso ha ganado terreno de forma exponencial. Actualmente, según el Registro Nacional de Actividad en Cardiología Intervencionista, la arteria radial se utiliza en el 94,9% de las coronariografías diagnósticas y en el 92,8% de las terapéuticas[1].

La evidencia científica procedente de estudios aleatorizados como RIVAL y MATRIX ha demostrado que la reducción de eventos hemorrágicos relacionados con el acceso vascular mediante la utilización de la arteria radial se traduce en beneficios clínicos significativos. Por ello, el acceso radial se considera la estrategia de elección en pacientes con síndrome coronario agudo sometidos a evaluación invasiva, tanto si se realiza intervención coronaria como si no (clase I, nivel de evidencia A)[2].

2. ANATOMÍA REGIONAL[3]

2.1 COMPARTIMENTO ANTERIOR DEL ANTEBRAZO

La arteria radial se origina en la arteria braquial, en el vértice de la fosa cubital (cuello del radio) y discurre a lo largo del borde lateral del antebrazo, entre el músculo braquiorradial y el músculo pronador redondo en su parte proximal y media.

Distalmente queda cubierta únicamente por piel y fascia, pasando sobre el músculo flexor superficial de los dedos, entre el tendón del músculo braquiorradial y el tendón del músculo flexor radial del carpo.

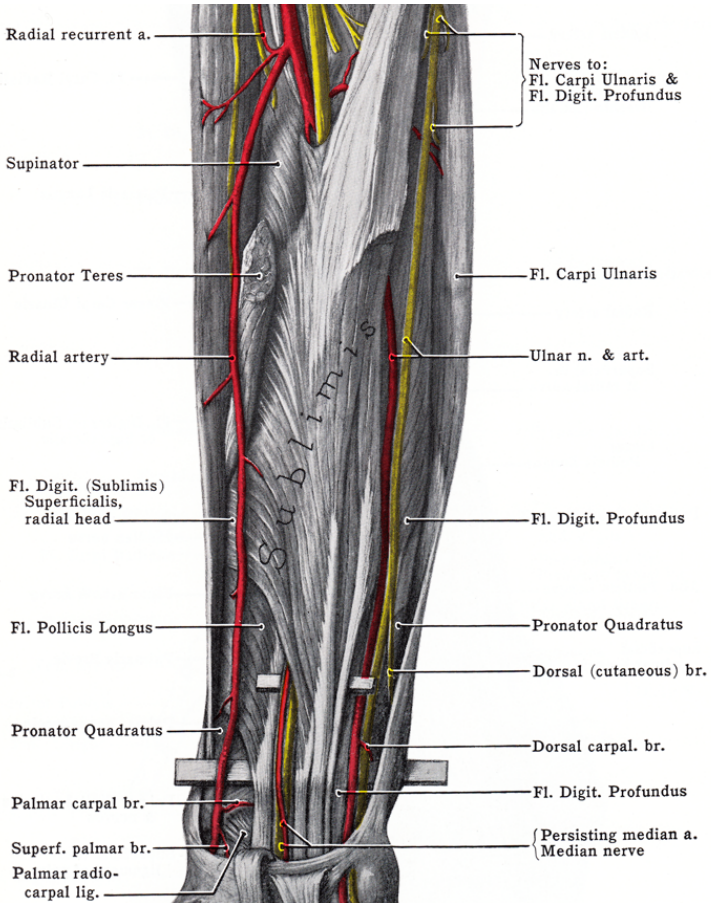


Figura 1. Visión del compartimento anterior del antebrazo.
Fuente: Grant. *Atlas de anatomía*.

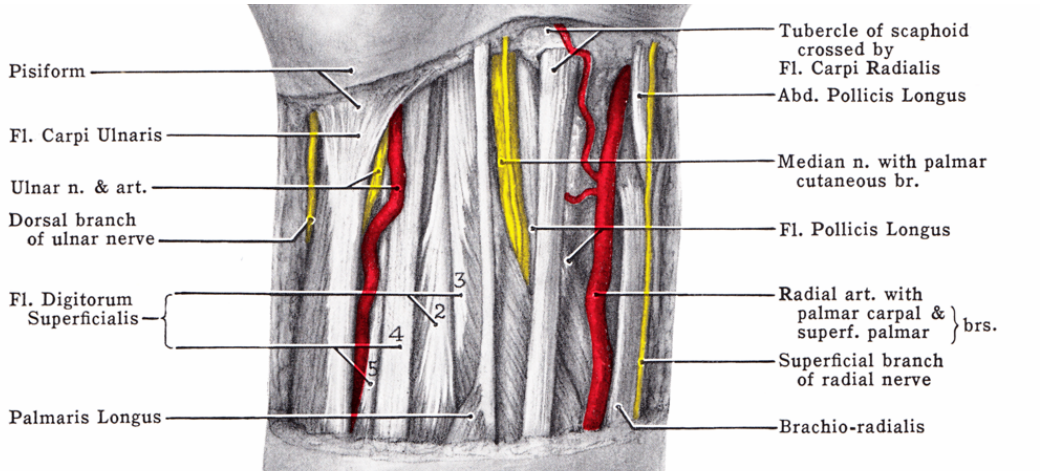


Figura 2. Visión del compartimento anterior del antebrazo.
Fuente: Grant. *Atlas de anatomía*.

2.2 MANO

En la irrigación de la mano, la arteria radial se encarga de la vascularización del pulgar y de la zona lateral del dedo índice.

Abandona el antebrazo rodeando la zona lateral de la muñeca penetrando entre las bases del I y II metacarpiano, por el suelo de la tabaquera anatómica y posteriormente entre el primer músculo interóseo dorsal y el músculo abductor del pulgar, para alcanzar el plano donde formar el arco palmar profundo.

Este arco cruza la palma para comunicarse con la rama palmar profunda de la arteria cubital. A su vez, la rama palmar superficial de la arteria radial se anastomosa con el arco palmar superficial de la arteria cubital para así interconectar ambos arcos vasculares.

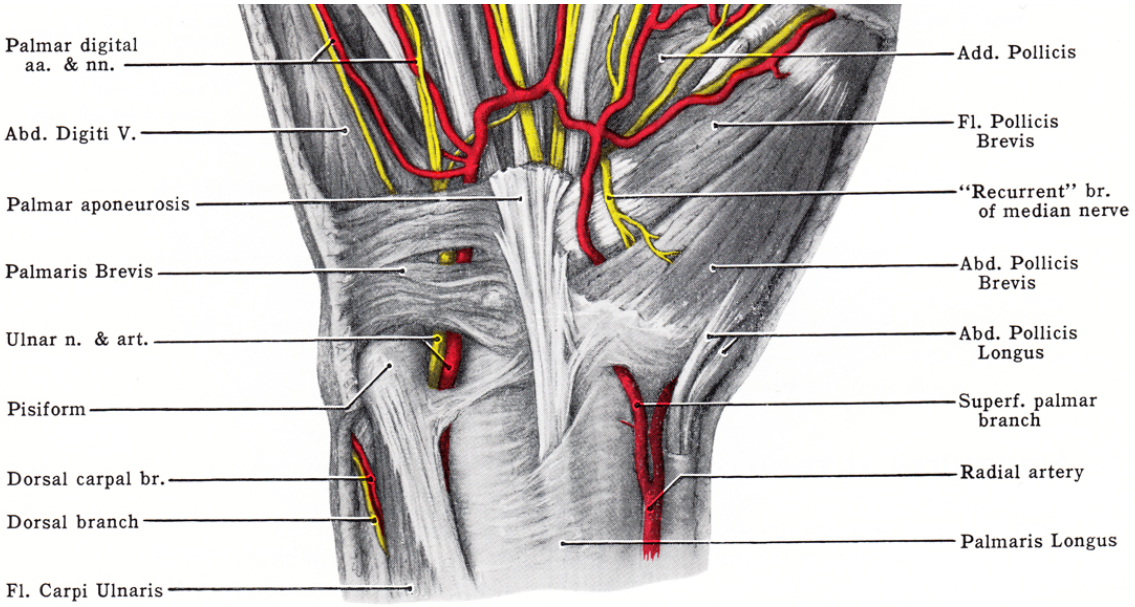


Figura 3. Visión palmar de la mano.

Fuente: Grant. *Atlas de anatomía.*

2.3 TABAQUERA ANATÓMICA

Se trata de una depresión triangular situada en la zona posterolateral de la muñeca, delimitada por los tendones extensores y abductor del pulgar y cuyo suelo está formado por el escafoides y trapecio.

La arteria radial cursa oblicua por debajo de estos tendones, paralela a la vena radial y perpendicular al ramo superficial (inervación sensitiva) del nervio radial.

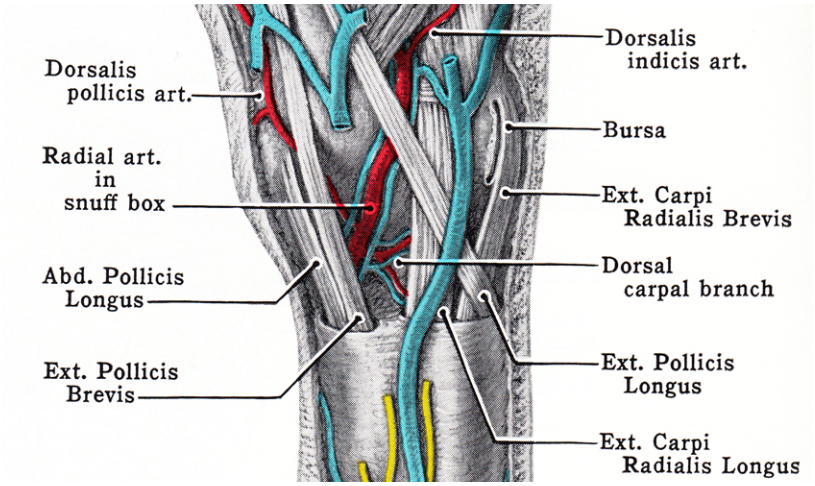


Figura 4. Visión dorsal de la región posterolateral de la mano. Tabaquera anatómica.
Fuente: Grant. *Atlas de anatomía*.

2.4 VARIANTES ANATÓMICAS[4]

Estas variantes son raramente bilaterales (<15 %), por lo que su hallazgo en un brazo no debe condicionar el uso de la radial contralateral.

La más frecuente es el *loop* o bucle, que suele localizarse en su unión con la arteria cubital. A veces pasa inadvertido o se visualiza mediante angiografía al percibir resistencia o por dolor del paciente a ese nivel. Algunos se pueden superar con el uso de guías de intercambio hidrofílicas, guías de angioplastia de 0,014" o el uso de catéter Judkins Rigth o Barbeau.

Otras variantes incluyen la arteria braquiorradial de alto origen, o la arteria radial superficial de trayecto lateralizado.

3. PREPARACIÓN DEL PACIENTE

3.1 SELECCIÓN DE VÍA DE ACCESO RADIAL

Ventajas:

- Reducción de complicaciones vasculares.
- Reducción de morbimortalidad.
- Mayor comodidad para el paciente.
- Alta precoz con disminución de coste sanitario.
- Vía de elección en caso de vasculopatía periférica en miembros inferiores.

Desventajas/limitaciones:

- Mayor curva de aprendizaje.
- Procedimientos complejos que impliquen catéteres ≥7Fr.

Contraindicaciones:

- Fístula arteriovenosa en pacientes en diálisis.
- Pulso radial ausente.
- Test de Allen negativo ± test de Barbeau (onda tipo D) ± ecografía doppler con ausencia de permeabilidad.

3.2 TEST DE ALLEN

La prueba descrita por Edgar V. Allen en 1929 y modificada posteriormente por Wrigth es la más realizada en la práctica clínica para evaluar la permeabilidad de la circulación colateral de la mano.

Diferentes revisiones sistemáticas y las importantes limitaciones que la prueba presenta (subjetividad del operador, falta de unanimidad sobre tiempo de compresión arterial, colaboración del paciente, etc.) establecen que otras técnicas de mayor objetividad como la ecografía doppler, la pulsioximetría o pletismografía son más adecuadas para predecir el déficit de la vascularización[5].

Procedimiento:

1. Explicar al paciente los pasos a seguir y el motivo de la técnica.
2. Colocar la palma de la mano del paciente en supinación.
3. Palpar y comprimir el pulso de la arteria radial y cubital de forma simultánea con el segundo y el tercer dedo.
4. Manteniendo la compresión, pedir al paciente que cierre y abra la mano entre 5 y 10 veces hasta que adquiera palidez dicha extremidad.
5. Descomprimir la arteria cubital y cuantificar los segundos que tarda en recuperarse la coloración.

Aunque no existe un valor de referencia como punto de corte para el tiempo de recuperación, la gran mayoría de los estudios establecen:

- Test de Allen modificado positivo: <5 segundos.
- Test de Allen modificado negativo: ≥10 segundos.

Ante un test de Allen modificado (TAM) negativo o con valores intermedios (dudoso), en ausencia de pulso radial palpable, debería seleccionarse otra vía de acceso diferente. Lo ideal es poder realizar un test de Barbeau (TB) o una ecografía doppler (arteria principal/dorsal del pulgar) para corroborar la ausencia de permeabilidad.

3.3 TEST DE BARBEAU

Gérald E. Barbeau realizó en 2004 un estudio comparativo entre la TAM y la combinación de la pletismografía y pulsioximetría para la evaluación de la permeabilidad vascular[6].

Procedimiento:

1. Explicar al paciente los pasos a seguir y el motivo de la técnica.
2. Colocar la palma de la mano del paciente en supinación y el sensor de pulsioximetría en el pulgar.
3. Evaluar la forma de la onda de pletismografía antes de realizar la compresión.
4. Palpar el pulso radial y comprimir durante 2 minutos.
5. Evaluar las posibles modificaciones de la onda y el valor oximétrico pasado este tiempo.

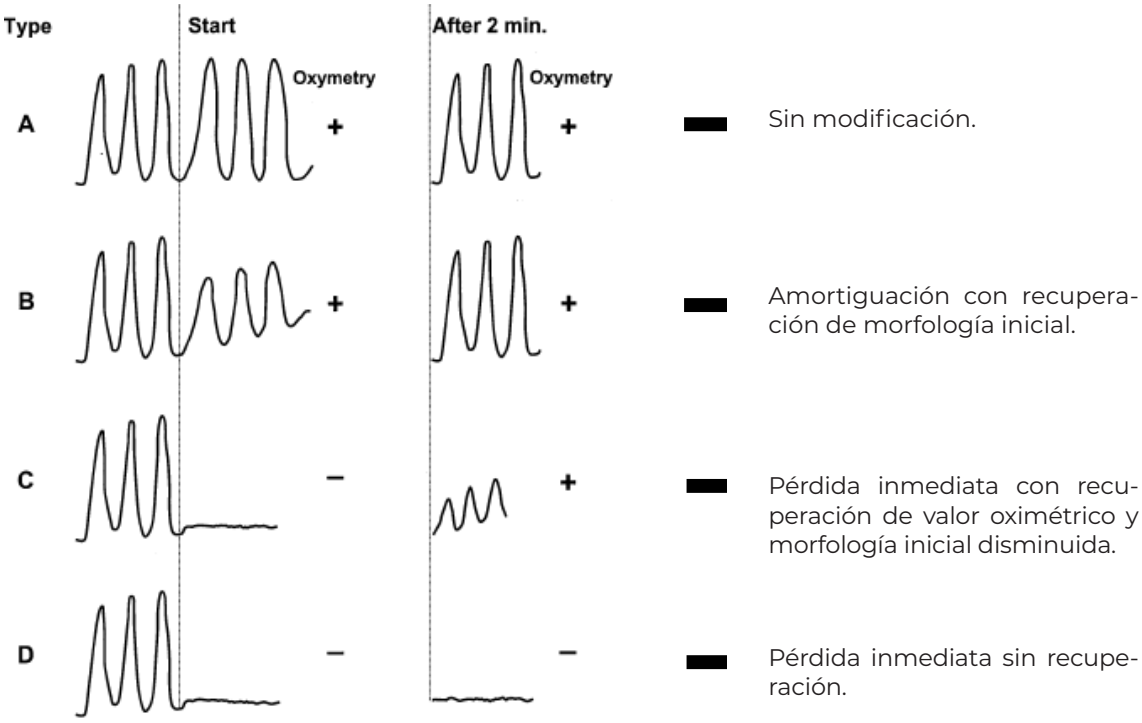


Figura 5. Morfología onda test de Barbeau.
Fuente: *Evaluation of the ulnopalmar arterial arches with pulse oximetry and plethysmography.* Barbeau, G. R.

No existe una relación estadísticamente significativa entre el tiempo máximo de recuperación en el TAM y las ondas de tipo A, B y C del TB como predictores de isquemia[6].

Seguramente la escasez de complicaciones que se han reportado a la literatura se fundamenta en el reclutamiento de colaterales de la arteria interósea[7].

4. TÉCNICA DE ACCESO

4.1 MATERIAL NECESARIO

- Introductor y dilatador radial.
- Guía metálica de 0,021" y 45 cm.
- Aguja de punción de 21G.
- Campo y guantes estériles, gasas y antiséptico.
- Anestésico local, jeringa y aguja hipodérmica subcutánea 25G.

4.2 TÉCNICA DE SELDINGER MODIFICADA

Tras retirar los objetos (anillo, pulsera, reloj, etc.) de todo el miembro y rasurado según el protocolo del centro, se procede a colocar el brazo con la mano en supinación y ligera hiperextensión. Posteriormente se desinfecta la zona con antiséptico y se coloca el campo estéril.

Procedimiento:

1. Purga del introductor y aguja de punción con suero salino 0,9% con heparina no fraccionada (HNF).
2. Tras palpación del pulso arterial, inoculación de pequeño habón (1-2 ml) de anestésico local.
3. Punción con un ángulo de 30-45° con introducción de la guía directamente tras la aparición del flujo arterial.
4. Retirada de la aguja e introducción del introductor y dilatador sobre la guía.
5. Retirada de dilatador y guía.
6. Comprobación de que refluye sangre arterial y administración lenta mientras se mezcla con sangre para minimizar las molestias ocasionadas de medicación antiespasmódica (Nitroglicerina 100 - 200 mcg ± Verapamilo 2,5 - 5 mg) y anticoagulante (50 UI/kg, con un máximo de 5000 UI HNF).

Se ha demostrado que la administración de dosis inferiores en los procedimientos diagnósticos es menos efectiva en la prevención de la oclusión de la arteria radial (OAR)[8].

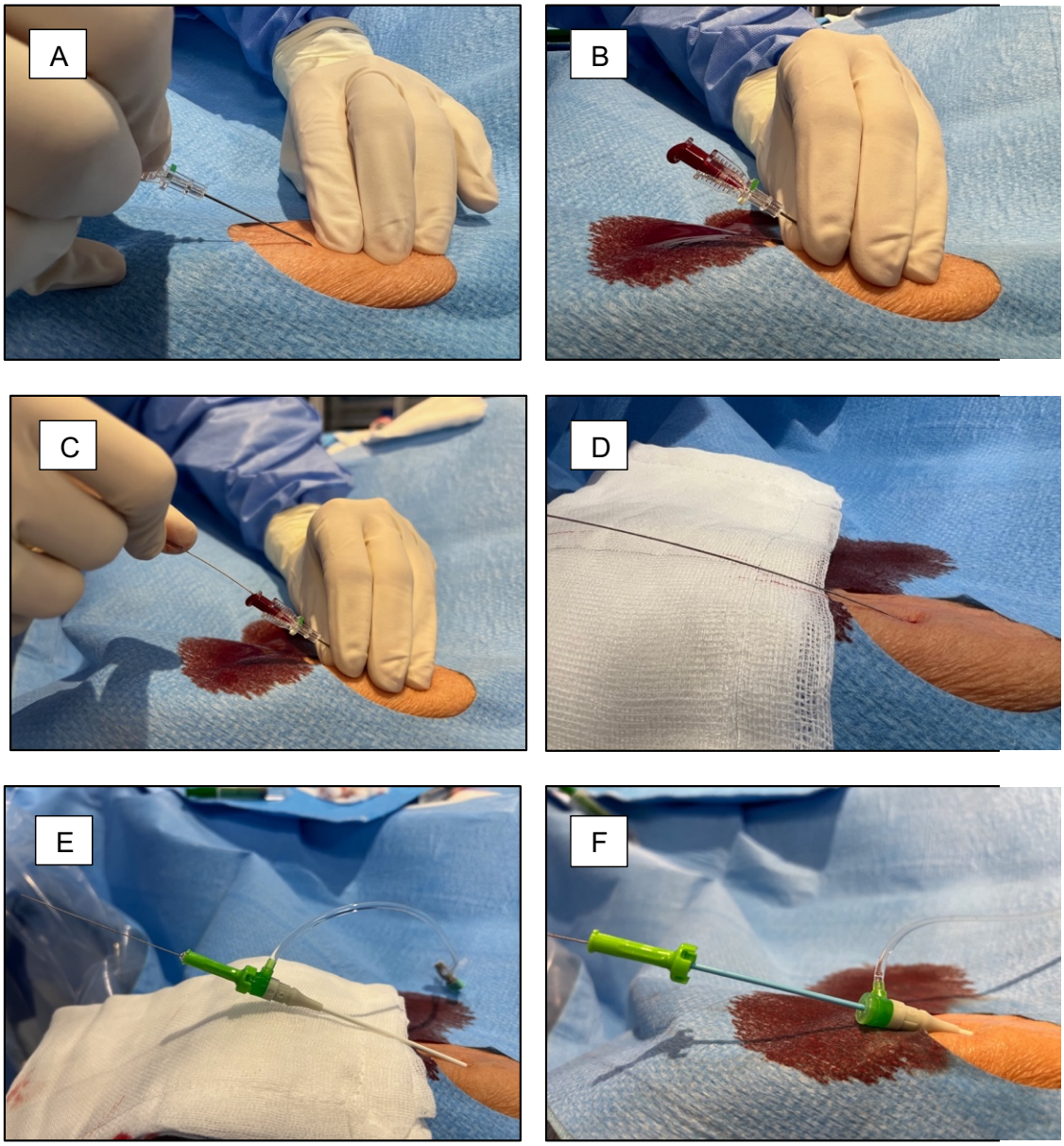


Figura 6. Técnica Seldinger modificada para punción de arterial radial.
Fuente: propia.

4.3 TIPOS DE ACCESO RADIAL

4.3.1 Acceso radial proximal derecho

La punción de la arteria radial derecha es la más utilizada por motivos ergonómicos para el operador. La técnica de punción sigue lo descrito previamente, localizándose lateral al tendón del flexor radial del carpo, medial al tendón del abductor largo del pulgar y sobre la apófisis estiloides del radio.

4.3.2 Acceso radial proximal izquierdo

Aunque en algunos centros es la vía de elección por las ventajas que presenta, habitualmente se utiliza como alternativa al acceso radial derecho fallido o contraindicado y en caso de pontografía en pacientes con *bypass* coronario de arteria mamaria izquierda.

Resulta más confortable para la gran mayoría de los pacientes (diestros) y el movimiento de canalización o búsqueda coronaria resulta más natural y con una menor curva de aprendizaje para el operador, al proporcionar un posicionamiento similar al femoral.

Por el contrario, aunque en la actualidad existen dispositivos dirigidos a la acomodación del brazo para que la posición sea cercana a la zona inguinal para optimizar la ergonomía del operador y disminuir la radiación, en pacientes con obesidad troncular o extremidades de pequeño tamaño, la utilización de este acceso puede dificultar mucho la realización del procedimiento.

4.3.3 Acceso radial distal

Aunque fue descrito durante los años 70 como vía de acceso para la monitorización arterial, su auge en la angiografía coronaria se ha producido en los últimos años.

Desde el punto anatomofisiológico, la punción distal permite mantener el flujo del arco palmar superficial durante la compresión, además de tiempos de hemostasia más cortos por su menor calibre (2,27 + 0,39 mm en hombres y 2,09 + 0,38 mm en mujeres[9]), localización más superficial y compresión directa sobre el hueso escafoides; disminuyendo así el riesgo de OAR, sin que esto implique un aumento respecto a otras complicaciones vasculares como el hematoma[10].

Desde el punto de vista técnico, aporta beneficios similares al acceso radial proximal izquierdo, con quizá mayor comodidad para el paciente durante el procedimiento y posteriormente durante la hemostasia.

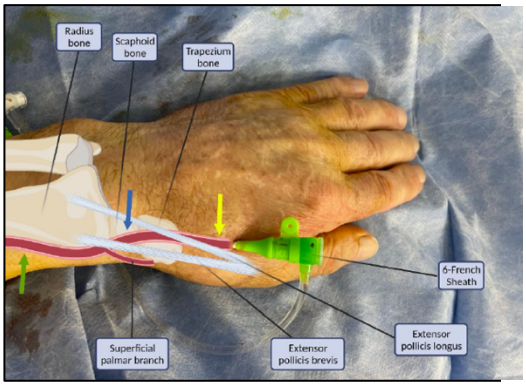


Figura 7. Punción arterial radial distal con referencias anatómicas.

Fuente: *The distal radial artery: Versatile vascular access for transcatheter interventions.* Achim A, Ruzsa Z.

En procedimientos para oclusiones crónicas totales, puede ser una buena vía de acceso en caso de acceso arterial dual tanto por la ergonomía como por la menor dosis

de radiación recibida. También hay estudios que avalan su uso en el IAM o en procedimientos de patología estructural, pero su curva de aprendizaje y las repercusiones que esto pueda tener en un mayor tiempo procesal relegan su uso[11].

A día de hoy, el mayor estudio que ha comparado el acceso radial proximal (ARP) con el distal (ARD) es el DISCO Radial[12] (2022, n = 1330). Describió una tasa de RAO sorprendentemente baja, similar entre ARP (0,91%) y ARD (0,31%), sin diferencias significativas en el sangrado (5,5% vs 6,8%) u otras complicaciones vasculares (1,2% vs 1,1%) y un ratio de *crossover* a ARP del 7,4%.

Existen dispositivos de hemostasia específicos, aunque pueden utilizarse los dispositivos neumáticos del acceso convencional con algunas modificaciones[13].



Figura 8. Dispositivo de compresión neumática PreludeSYNC DISTAL™.
Fuente: Merit Medical.

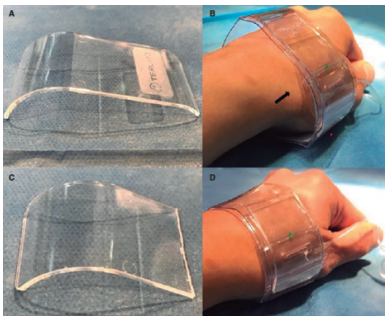


Figura 9. A-B: Aposición incompleta en la tabaquera anatómica sin modificar TR band. C-D: Aposición completa en la tabaquera anatómica tras modificar TR band.
Fuente: *TR Band modification for distal transradial access hemostasis. Martínez-Crespo J.*

4.4 COMPLICACIONES DE LA TÉCNICA DE ACCESO

4.4.1 Espasmo

Se trata de la complicación más frecuente y que junto con el *loop* arterial severo, supone un motivo de acceso fallido y *crossover*. Su pequeño calibre y alta reactividad la hace muy propensa a desarrollar espasmo.

La administración de sedación durante el procedimiento, agentes vasodilatadores tras la punción, adecuación del calibre del introductor con el arterial, uso de material hidrofílico, minimizar el número de intercambios de catéter o evitar procedimientos prolongados permiten prevenir esta complicación.

4.4.2 OAR

Se manifiesta como ausencia de pulso radial, onda tipo D en test de Barbeau o falta de flujo en ecografía doppler. No suele existir sintomatología salvo ligero dolor.

El uso de la anticoagulación con HNF durante el procedimiento en combinación con la técnica de hemostasia permeable durante la colocación del dispositivo de compresión son los factores más relevantes para evitar esta complicación.

Otras consideraciones a tener en cuenta son pautas de descompresión paulatinas evitando tiempos prolongados (máximo hasta 4 horas)[14], reducción gradual de la presión[15], uso de introductor de corta longitud, preferiblemente hidrofílico y del menor calibre posible en función del tipo de procedimiento, y una correcta valoración previa de la permeabilidad de la arteria.

La mayoría de las OAR son transitorias y resuelven en los primeros 30 días.

4.4.3 Perforación

Se produce al forzar el avance del material a través de zonas con espasmo, estenosis o tortuosidad. Si se consigue avanzar con cuidado un catéter, en algunos casos, este detiene el sangrado y consigue el sellado del punto de perforación.

Además, se debe valorar el miembro superior por si se ha producido un hematoma que precise de compresión. Este tipo suele precisar del mismo manejo que el hematoma severo o de grado III **(Capítulo XII, Tema 60)**.

4.4.4 Endarterectomía y avulsión arterial

Suele producirse por la extracción forzosa del introductor ante un espasmo severo. Se debe confirmar mediante estudio histológico de la muestra extraída. En este caso, será obligatorio el seguimiento del paciente para valorar la permeabilidad de la arteria, tanto después del procedimiento como al menos 30 días después.

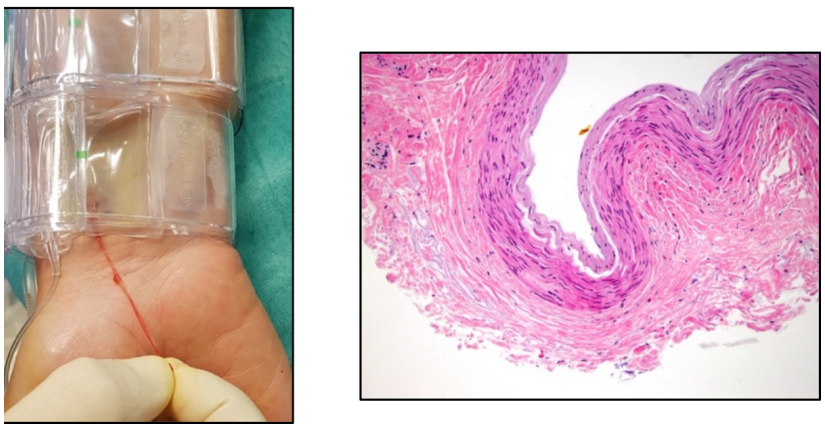


Figura 10. Avulsión arterial tras retirada de introductor radial. La muestra histológica al microscopio (x20 y tinción con hematoxilina eosina) corroboró la complicación diferenciando con nitidez las tres capas arteriales. Fuente: propia.

4.4.5 Fístula arteriovenosa

Clínicamente aparece dolor en la zona de punción junto con parestesia y edema de la mano. Se confirma mediante ecografía doppler y se trata mediante compresión durante al menos 24 horas y elevación del miembro[4].

4.4.6 Lesión inflamatoria

Reacción granulomatosa secundaria a material extracelular. Se visualiza un nódulo indurado no doloroso. Las posibles fuentes son el desprendimiento del material hidrofílico del introductor o el polvo de los guantes de látex. Se resuelve de manera espontánea o con la aplicación de corticoide tópico[4].

4.4.7 Lesión neurológica

La estructura nerviosa más cercana es el nervio cutáneo antebraquial lateral, rama terminal del nervio musculocutáneo en la zona palmar, y los ramos terminales del nervio radial en la tabaquera anatómica.

El dolor es inmediato, de intensidad variable, asociado o no a disestesia o parestesia. Suele revertir rápidamente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Registro Nacional de Actividad en Cardiología Intervencionista. Sociedad Española de Cardiología. 2023.
2. SEC Working Group for the 2023 ESC guidelines for the management of acute coronary syndromes and SEC Guidelines Committee. *Comments on the 2023 ESC guidelines for the management of acute coronary syndromes*. Rev Esp Cardiol (Engl Ed). 2024 Mar;77(3):201-205. English, Spanish. doi: 10.1016/j.rec.2023.11.006. Epub 2023 Nov 24. PMID: 38008211.
3. L. Drake R, Wayne Vogl A, M.W. Mitchell A. Gray. *Anatomía básica.* Ed. Elsevier. 3ª edición. 2023.
4. San Martin M, Ruiz-Salmerón R, Goicolea J. Manual práctico de cateterismo transradial. Atlas Medical. 2008.
5. Romeu-Bordas Ó, Ballesteros-Peña S. *Validez y fiabilidad del test modificado de Allen: una revisión sistemática y metanálisis [Reliability and validity of the modified Allen test: a systematic review and metanalysis].* Emergencias. 2017 Abr;29(2):126-135. Spanish. PMID: 28825257.
6. Barbeau GR, Arsenault F, Dugas L, Simard S, Larivière MM. *Evaluation of the ulnopalmar arterial arches with pulse oximetry and plethysmography: comparison with the Allen's test in 1010 patients.* Am Heart J. 2004 Mar;147(3):489-93. doi: 10.1016/j.ahj.2003.10.038.
7. Rodríguez-Olivares R, García-Touchard A, Fernández-Díaz JA, Oteo JF, Zorita B, Goicolea Ruigómez J. *Transulnar approach with ipsilateral radial occlusion: forearm vascular anatomical description and long-term follow-up.* Rev Esp Cardiol (Engl Ed). 2014 Oct;67(10):854-5. doi: 10.1016/j.rec.2014.05.016.
8. Mason PJ, Shah B, Tamis-Holland JE, Bittl JA, Cohen MG, Safirstein J, Drachman DE, Valle JA, Rhodes D, Gilchrist IC; American Heart Association Interventional Cardiovascular

Care Committee of the Council on Clinical Cardiology; Council on Cardiovascular and Stroke Nursing; Council on Peripheral Vascular Disease; and Council on Genomic and Precision Medicine. *An Update on Radial Artery Access and Best Practices for Transradial Coronary Angiography and Intervention in Acute Coronary Syndrome: A Scientific Statement From the American Heart Association*. Circ Cardiovasc Interv. 2018 Sep;11(9):e000035. doi: 10.1161/HCV.0000000000000035.

9. Deora S, Sharma SK, Choudhary R, Kaushik A, Garg PK, Khera PS, Singh K, Shah S, Patel TM. *Assessment and comparison of distal radial artery diameter in anatomical snuff box with conventional radial artery before coronary catheterization.* Indian Heart J. 2022 Jul-Aug;74(4):322-326. doi: 10.1016/j.ihj.2022.06.007.
10. Achim A, Szigethy T, Olajos D, Molnár L, Papp R, Bárczi G, Kákonyi K, Édes IF, Becker D, Merkely B, Van den Eynde J, Ruzsa Z. *Switching From Proximal to Distal Radial Artery Access for Coronary Chronic Total Occlusion Recanalization*. Front Cardiovasc Med. 2022 May 9;9:895457. doi: 10.3389/fcvm.2022.895457.
11. Achim A, Ruzsa Z. *The distal radial artery: Versatile vascular access for transcatheter interventions*. J Vasc Access. 2024 Mar;25(2):415-422. doi: 10.1177/11297298221118235. Epub 2022 Aug 11.
12. Aminian A, Sgueglia GA, Wiemer M, Kefer J, Gasparini GL, Ruzsa Z, van Leeuwen MAH, Ungureanu C, Leibundgut G, Vandeloo B, Kedev S, Bernat I, Ratib K, Iglesias JF, Al Hage E, Posteraro GA, Pascut D, Maes F, Regazzoli D, Kakonyi K, Meijers TA, Colletti G, Krivoshei L, Lochy S, Zafirovska B, Horák D, Nolan J, Degrauwe S, Tobita K, Saito S. *Distal Versus Conventional Radial Access for Coronary Angiography and Intervention*: The DISCO RADIAL Trial. JACC Cardiovasc Interv. 2022 Jun 27;15(12):1191-1201. doi: 10.1016/j.jcin.2022.04.032.
13. Martínez-Crespo J, Arroyo-Úcar E et al. TR Band modification for distal transradial access hemostasis. REC Interv Cardiol. 2020;2(2):157-160.
14. Deuling JH, Vermeulen RP, van den Heuvel AF, Schurer RA, van der Harst P. *A randomised controlled study of standard versus accelerated deflation of the Terumo radial band haemostasis device after transradial diagnostic cardiac catheterisation*. Eur J Cardiovasc Nurs. 2017 Apr;16(4):344-351. doi: 10.1177/1474515116672123.
15. Rubio V, Álvarez JM, Latorre JM et al. *Incidencia de oclusión de la arterial radial tras cateterismo cardíaco con pulsera neumática y "test de la gota de sangre"*. Enferm Cardiol. 2016;23(68):37-44.

TEMA 11

2. ACCESO FEMORAL

Andrea Carpintero Sánchez, Salvador Encinas Jiménez, Cristina Tevar Gómez, Teresa Guiberteau Díaz, Gina Pi Iborra

Unidad de Hemodinámica. Hospital del Mar. Barcelona.

1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo nos centraremos en uno de los accesos más importantes en cardiología intervencionista: el acceso femoral arterial en el intervencionismo coronario. Aunque actualmente no es el acceso de primera elección en el intervencionismo cardiaco percutáneo, sigue siendo crucial para ciertos procedimientos.

Según el Registro Nacional de Actividad en Cardiología intervencionista de 2022,[1] el acceso radial es preferido en la mayoría de los casos (94,9% para coronariografías y 92,2% para intervenciones). Sin embargo, en situaciones críticas o procedimientos complejos, como Impella o ECMO, se requiere acceso femoral debido al tamaño de los catéteres necesarios.

La curva de aprendizaje para la punción femoral es más corta y proporciona acceso a toda la anatomía vascular, lo que lo convierte en una opción versátil en determinados escenarios. Además, las nuevas guías de práctica clínica recomiendan la punción ecoguiada[4] y la realización de estudios de imagen previos, prácticas que reducen significativamente las complicaciones derivadas de esta técnica.

2. ANATOMÍA REGIONAL

La arteria femoral[5] es la continuación de la arteria ilíaca externa y constituye el mayor suministro de sangre al miembro inferior[5,6]. Desciende por la cara anteromedial y se convierte en la arteria poplítea al pasar por el hiato aductor[6].

La arteria femoral se inicia en el triángulo femoral junto con la vena y el nervio femoral. De lateral a medial la disposición es nervio, arteria y vena femoral[7].

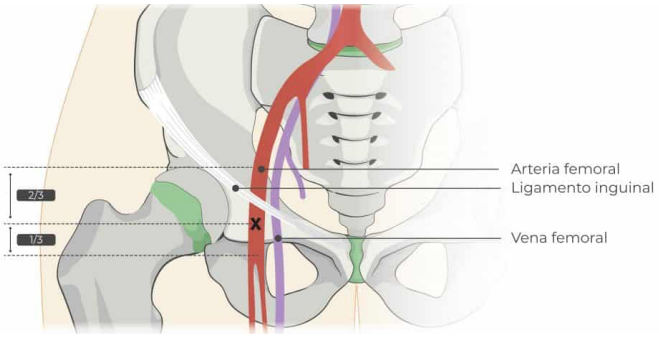


Figura 1. Zona de punción de la arteria femoral. Guedes, A. (2012). Transradial Approach for Coronary Interventions: The New Gold Standard for Vascular Access? *Coronary Interventions*. Published: https://doi.org/10.5772/30083

Antes del procedimiento, el personal de enfermería debe hacer una valoración de los pulsos periféricos[7], coloración, temperatura y perfusión tisular de ambas extremidades e informar al médico de la intensidad o ausencia de estos.



Figura 2. Valoración pulso pedio. Procedimiento. Pulsos Pédios - Feridas [Internet]. *Sergas.es* [citado el 21 de mayo de 2024]. Disponible en: https://femora.sergas.es/Feridas/Procedemento--PP?idioma=es

2.1 LOCALIZACIÓN CORRECTA DEL PUNTO DE PUNCIÓN

El lugar ideal de punción es la arteria femoral común (AFC), situada por encima de la bifurcación con la arteria femoral profunda, debido a su mayor tamaño y a la facilidad de compresión al localizarse sobre la cabeza del fémur[8].

La localización de la arteria femoral común se puede llevar a cabo de tres maneras, y la combinación de estas aumentará nuestras posibilidades de éxito[6,7]: mediante ultrasonido, fluoroscopia o mediante relaciones anatómicas, que se abordarán en el punto número 4 de este tema.

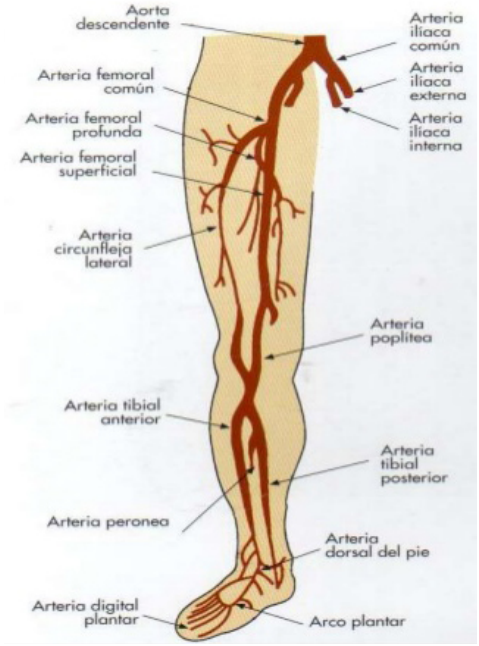


Figura 3. Recuerdo anatómico de arteria femoral. *Úlceras vasculares: Anatomía* [Internet]. Ulceras.net [citado el 21 de mayo de 2024]. Disponible en: https://ulceras.net/monograficos/85/86/ulceras-vasculares-anatomia.html

3. SELECCIÓN Y PREPARACIÓN DEL PACIENTE

VENTAJAS Y DESVENTAJAS

El acceso arterial femoral para procedimientos de intervencionismo coronario ofrece una serie de ventajas y desventajas que deben considerarse cuidadosamente antes de su aplicación y que varían según cada paciente; por lo tanto, se deben individualizar.

Ventajas:

1. Acceso directo y preciso: facilita la navegación de catéteres hacia el corazón gracias a su vía directa a las arterias principales.[8,9]
2. Mayor estabilidad: la arteria femoral, al ser grande y superficial, ofrece estabilidad para la inserción del catéter, reduciendo complicaciones y siendo ideal para catéteres de mayo tamaño y capacidad para usar más material de manera simultánea. Esto también permite reducir tiempos de procedimiento y por lo tanto disminuir la irradiación al paciente y el contraste administrado.[9]

Desventajas:

1. Mayor riesgo de sangrado: el acceso femoral conlleva un mayor riesgo de sangrado posprocedimiento en comparación con otros sitios de acceso, como la arteria radial. Esto se debe al mayor tamaño de la arteria femoral y a la presión arterial más alta en esta ubicación. El riesgo de sangrado es especialmente relevante en pacientes anticoagulados o con trastornos de la coagulación.
2. Incomodidad para el paciente: Durante el procedimiento y en las horas posteriores, los pacientes pueden experimentar incomodidad o dolor en la zona del acceso femoral. Esto puede ser atribuible a la necesidad de mantener la pierna inmovilizada durante el procedimiento y los vendajes compresivos que se usan para realizar presión en el punto de punción para prevenir el sangrado.
3. Posibilidad de complicaciones: Aunque menos comunes en la práctica moderna, las complicaciones asociadas con el acceso femoral pueden ser potencialmente graves. Estas incluyen hematomas, pseudoaneurismas, infecciones del sitio de punción y embolismo arterial. La elección adecuada del acceso según cada paciente, la planificación pre-intervencionismo y la vigilancia cuidadosa y la rápida intervención posprocedimiento, son fundamentales para minimizar estos riesgos.

INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES:

La selección del acceso arterial femoral para el cateterismo cardiaco debe basarse en una evaluación exhaustiva de las indicaciones y contraindicaciones específicas de cada paciente[10].

Indicaciones:

1. Acceso seguro y estable: el acceso femoral es preferible para rutas seguras y estables, especialmente en pacientes con anatomía vascular periférica desfavorable o enfermedad coronaria compleja.
2. Evaluación de la enfermedad coronaria:la arteria femoral es ideal para intervenciones complejas debido a su amplitud, permitiendo el uso de catéteres de más de 7F. Es crucial un estudio previo exhaustivo para planificar el acceso arterial.

Contraindicaciones:

1. Anatomía vascular inadecuada: en algunos casos, la anatomía vascular del paciente puede no ser adecuada para el acceso femoral. Esto puede deberse a la presencia de enfermedad arterial periférica avanzada, arterias calcificadas o malformaciones congénitas que dificultan la canulación de la arteria femoral.
2. Contraindicaciones específicas del paciente: algunas condiciones médicas pueden contraindicar el acceso femoral. Esto incluye trastornos de la coagulación no controlados, infecciones locales en el sitio de punción o alergias conocidas a los materiales utilizados durante el procedimiento. Además, ciertas características anatómicas, como la obesidad abdominal o la presencia de cicatrices quirúrgicas en la región inguinal, pueden dificultar el acceso femoral y aumentar el riesgo de complicaciones.

En resumen, la selección y preparación adecuada del paciente antes de realizar un acceso arterial femoral son fundamentales para minimizar los riesgos y maximizar los beneficios de los procedimientos cardiacos invasivos. Es esencial evaluar cuidadosamente las ventajas y desventajas, así como las indicaciones y contraindicaciones específicas de cada paciente antes de optar por este enfoque. La colaboración entre el equipo médico, incluidos cardiólogos intervencionistas, enfermeras y personal de apoyo, es crucial para garantizar la seguridad y el éxito del procedimiento.

4. TÉCNICA DE ACCESO

MATERIAL

1. Campo estéril.
2. Clorhexidina alcohólica.
3. Anestésico local (mepivacaina o lidocaína).
4. Aguja intramuscular (para infiltrar el anestésico).
5. Aguja de punción (18G o 20G).
6. Micropunción (4F-5F).
7. Funda estéril para ecógrafo.

8. Introductor (FR necesario).
9. Guía de 0,035".

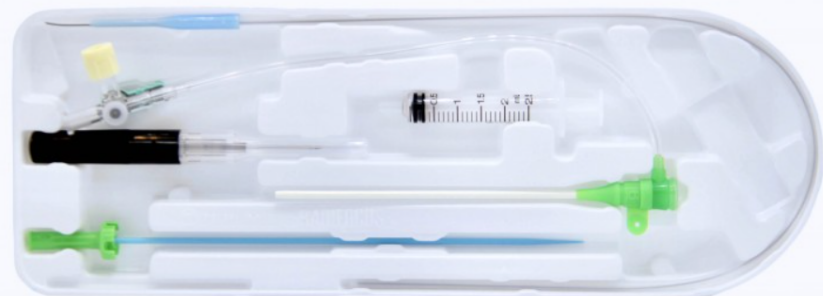


Figura 4. Kit introductor femoral. Terumo 30-1065-SD 6.0F - eSutures [Internet]. *Esutures.com* [citado el 21 de mayo de 2024]. Disponible en: https://www.esutures.com/product/0-in-date/87-terumo/794-introducers/46338871-terumo-glidesheath-introducer-sheath-access-kit-w0.025-x-45cm-guidewire-6f-x-10cm-20g-30-1065-SD/

MÉTODO

1. Limpieza y desinfección de la zona inguinal con solución antiséptica.
2. Preparación del campo quirúrgico estéril (para evitar infecciones).
3. Infiltrado de anestésico local. Se utilizará la cantidad necesaria en función de las necesidades del paciente (entre 10-20 cc) con el fin de conseguir evitar el dolor y no dificultar el control del pulso con una infiltración excesiva. Como precaución se aspirará antes de inyectar para comprobar que no lo hacemos en el torrente sanguíneo.
4. Se deben esperar entre 2-3 minutos para que haga efecto la anestesia, durante los cuales se masajeará la zona para mejorar la absorción. El paciente debe percibir la manipulación de la zona sin sensación de dolor.
5. Es entonces cuando se procederá a la punción. Para ello, existen res forma básicas de canalizar la arteria femoral común (AFC)[8]:

1) Basada en referencias cutáneas

Esta técnica era la más utilizada en el pasado. Se realiza palpando el latido arterial 2-3 cm por debajo del pliegue inguinal, se administra anestesia local y se usa una aguja con la técnica modificada de Seldinger[11], que consiste en la punción vascular con una aguja, seguida de la inserción de una guía en la aguja, que luego se retira, dejando la guía para facilitar la introducción de catéteres, reduciendo el sangrado y permitiendo procedimientos mínimamente invasivos sin necesidad de cirugía. Se punciona solo la pared anterior para evitar sangrado posterior. Tras obtener flujo pulsátil, se introduce una guía hasta la aorta abdominal bajo fluoroscopia. La punción basada en referencias cutáneas no es óptima para precisión.

2) Basada en referencias radiográficas

La cabeza femoral se visualiza por fluoroscopia y se coloca un marcador radiopaco en su borde inferior como referencia. El ligamento inguinal está a unos 15 mm por encima de la mitad de la cabeza femoral y la bifurcación arterial femoral se encuentra distal a esta. Por ello, la mitad de la cabeza femoral es el objetivo. Para introductores de gran calibre, como en el implante percutáneo de válvula aórtica (TAVI), se varía esta técnica, inyectando contraste mediante un catéter avanzado por otro acceso arterial hasta la AFC para la zona óptima de punción.

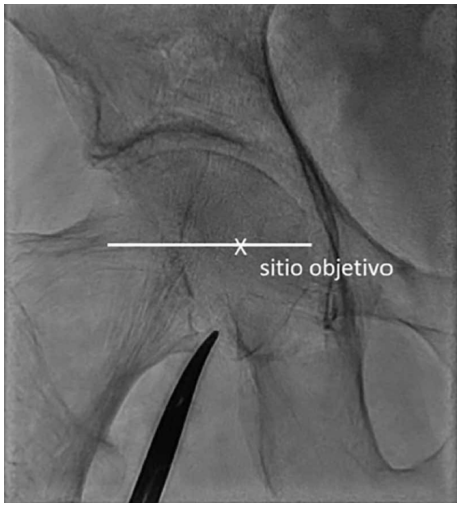


Figura 5. Punción mediante referencias radiográficas. Rec Interv Cardiol. 2022;4(4):311-318. Doi.org/0.24875/RECIC.M22000327

3) Guiada por ultrasonidos

Se utiliza una sonda lineal vascular de 8-12 MHz introducida en una bolsa estéril. El ecógrafo bidimensional permite visualizar directamente la AFC, su bifurcación y la cabeza femoral. Se debe evaluar la AFC en el eje largo desde su bifurcación hasta que entra posteriormente en la pelvis, midiendo su calibre y valorando la presencia de placas de ateroma. Se debe evaluar también la arteria en el eje corto o transversal, que da una imagen típica de «cabeza de Mickey» en la bifurcación arterial con la vena medial y la femoral superficial sobre la profunda, y toda la sección de corte de la AFC para evaluar cuál es su sección más sana.

La vena se diferencia de la arteria porque es fácilmente compresible y por la dirección y la velocidad del flujo con doppler color. La evaluación con ultrasonidos permite seleccionar la zona de la arteria con menos calcio en la pared anterior.

En caso de punción fallida o en una zona de punción subóptima, bastarán de 3 a 5 minutos de presión no oclusiva antes de realizar un nuevo intento.

La AFC es el lugar ideal de punción, por su mayor tamaño y por estar sobre la cabeza femoral, lo que favorece su palpación y un plano de compresión.

Una punción alta, por encima del ligamento inguinal, dificulta la compresión arterial y favorece la posibilidad de sangrado retroperitoneal. Una punción baja, en la arteria

femoral superficial o profunda, aumenta las posibilidades de pseudoaneurisma, hematoma o isquemia, así como de fístula arteriovenosa, porque a ese nivel la vena con frecuencia está superpuesta a la arteria y se puede atravesar inadvertidamente.

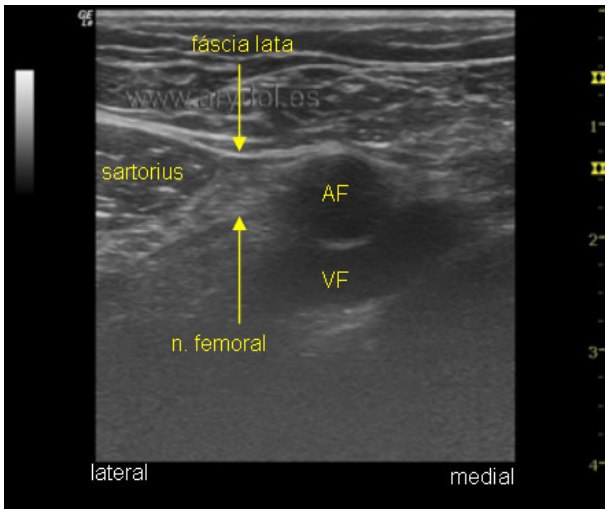


Figura 6. Punción arteria femoral eco guiada. 5. Bloqueo ecográfico del nervio femoral [Internet]. Arydol. 2015 [citado el 21 de mayo de 2024]. Disponible en: https://arydol.com/temas/ultrasonografia/abordaje-nervio-femoral/

5. COMPLICACIONES

Las complicaciones vasculares en procedimientos intervencionistas cardiacos, especialmente aquellos que implican acceso femoral, han sido históricamente una preocupación debido a su potencial impacto en la morbimortalidad de los pacientes[15]. Sin embargo, gracias a los avances en tecnología, técnicas y prácticas clínicas, se ha observado una notable reducción en la incidencia de estas complicaciones. A pesar de esto, siguen siendo relevantes y requieren una atención cuidadosa.

Las complicaciones asociadas con el acceso femoral incluyen, entre otras[7,15,16]:

- **Sangrado mayor:** se define como aquel que requiere transfusión de sangre y, en los casos más graves, puede incluso requerir cirugía inmediata para detener la hemorragia y estabilizar al paciente.
- **Hemorragia retroperitoneal:** este tipo de sangrado, que ocurre en el espacio retroperitoneal, es particularmente grave y está asociado con punciones femorales altas, el uso de introductores de gran calibre y complicaciones durante el procedimiento.
- **Pseudoaneurismas:** se caracterizan por una tumoración pulsátil en la zona de punción y pueden surgir debido a la rotura de una o más capas de la pared arterial. Requieren atención inmediata debido a su riesgo de ruptura.
- **Fístulas arterio-venosas:** estas comunicaciones anormales entre una arteria y una vena pueden provocar un flujo sanguíneo continuo y deben ser tratadas quirúrgicamente para evitar complicaciones adicionales.

- **Oclusión arterial:** la obstrucción del flujo sanguíneo en la arteria femoral puede ocurrir como resultado de la intervención, lo que puede tener consecuencias graves si no se aborda adecuadamente.
- **Neuropatía femoral:** daño a los nervios cercanos a la zona de punción, que puede causar síntomas como dolor, hormigueo o debilidad en la pierna afectada.
- **Infecciones:** tanto locales como sistémicas, que pueden surgir como resultado de la introducción de microorganismos durante el procedimiento. Estas infecciones pueden requerir terapia antibiótica e incluso cirugía en casos graves.

Los factores de riesgo que pueden aumentar la probabilidad de complicaciones incluyen[17] la edad avanzada, la presencia de estenosis aórtica severa, hipertensión arterial, obesidad mórbida y trastornos de la coagulación.

Es importante abordar estas complicaciones de manera integral, desde su prevención hasta su manejo adecuado. Las estrategias de prevención incluyen una cuidadosa selección de los pacientes, técnicas de punción adecuadas, el uso de dispositivos de cierre percutáneos y la atención a la asepsia durante el procedimiento. Además, una vigilancia meticulosa durante el posoperatorio temprano es esencial para detectar y tratar cualquier complicación que pueda surgir.

6. CUIDADOS DE ENFERMERÍA

Los cuidados de enfermería para el acceso arterial femoral son esenciales para prevenir complicaciones y asegurar la recuperación del paciente. Entre estos cuidados se incluyen[18]:

- **Monitorización continua:** es crucial mantener una vigilancia constante de los signos vitales del paciente, como la presión arterial, la frecuencia cardiaca y la saturación de oxígeno, para identificar cualquier indicio de complicación.
- **Control del punto pulsos distales:** es necesario revisar regularmente el sitio de punción para detectar hemorragias, hematomas, inflamación o signos de infección. Los apósitos deben cambiarse según las instrucciones médicas, manteniendo la zona limpia y seca.
- **Compresión:** tras el procedimiento, se puede aplicar compresión en el sitio de punción para evitar el sangrado y la formación de hematomas, utilizando vendajes compresivos o dispositivos de compresión mecánica. También se pueden aplicar sistemas percutáneos de cierre vascular.
- **Movilización adecuada:** se debe instruir al paciente para que evite movimientos bruscos y actividades intensas que puedan aumentar el riesgo de sangrado o complicaciones. Además, se debe fomentar la movilización temprana para prevenir problemas como la trombosis venosa profunda.
- **Educación al paciente:** es vital educar al paciente sobre los signos y síntomas de complicaciones que debe vigilar en casa, como sangrado persistente, aumento del dolor en el sitio de punción, cambios en la coloración o temperatu-

ra de la extremidad y fiebre. También se debe proporcionar información sobre medidas de autocuidado tras el alta hospitalaria.

- **Manejo del dolor:** se debe evaluar y tratar el dolor del paciente adecuadamente, utilizando tanto medidas farmacológicas como físicas o de confort.
- **Prevención de infecciones:** es fundamental seguir estrictas medidas de asepsia y antisepsia durante el procedimiento y en el cuidado del sitio de punción para prevenir infecciones. Esto incluye el lavado de manos adecuado, el uso de técnicas estériles y la aplicación de antisépticos en el sitio de punción.

Estos cuidados de enfermería son cruciales para asegurar una recuperación segura y sin complicaciones para los pacientes con acceso arterial femoral. Es esencial que el personal de enfermería esté formado y sea diligente en la implementación de estos cuidados para garantizar la seguridad y el bienestar del paciente.

Como diagnósticos principales de enfermería relacionados con la punción femoral arterial encontramos los siguientes[18]:

DIAGNÓSTICO DE ENFERMERÍA (NANDA)[19]	RESULTADOS DE ENFERMERÍA (NOC)[20]	INTERVENCIONES DE ENFERMERÍA (NIC)[21]
Riesgo de trombosis (00291)	1932-Control del riesgo: trombos 1101-Integridad tisular: piel y membranas mucosas	6680-Monitorización de los signos vitales 5510-Educación para la salud 0224-Terapia de ejercicios: movilidad articular 2300-Administración de medicación
Perfusión ineficaz de tejido periférico (00204)	0407-Perfusión tisular: periférica 1101-Integridad tisular: piel y membranas mucosas	3480-Monitorización de las extremidades inferiores 6680-Monitorización de los signos vitales 2300-Administración de medicación 3900-Regulación de la temperatura
Dolor agudo (00132)	1843-Conocimiento: manejo del dolor 1605-Control del dolor 3016-Satisfacción del paciente/usuario: manejo del dolor	1410-Manejo del dolor: agudo 2300-Administración de medicación
Movilidad física deteriorada (00085)	0204-Consecuencias de la inmovilidad: fisiológicas 0205-Consecuencias de la inmovilidad: psicocognitivas 0208-Movilidad	0224-Terapia de ejercicios: movilidad articular 1410-Manejo del dolor: agudo

BIBLIOGRAFÍA

1. Registro español de hemodinámica y cardiología intervencionista. *XXXII informe oficial de la Asociación de Cardiología Intervencionista de la Sociedad Española de Cardiología* (1990-2022) Volume 76, Issue 12, December 2023, Pages 1021-1031.
2. FSCAI (Contributor) *Safe Femoral Access: Using All the Tools in the Toolbox*. Mar th, Jayant; Bagai, M D; Latif, M D; Fscai contributor; Sridevi, R; Md, Mba; Fscai author Rajesh, V; MAR 27TH 2020.
3. Castro D, Martin Lee LAM, Bhutta BS. *Acceso Venoso Central a la Vena Femoral.* [Actualizado el 17 de agosto de 2023]. En: StatPearls [Internet]. Isla del Tesoro (FL): StatPearls Publishing; 2024 enero.
4. Van Loon FHJ, Buise MP, Claassen JJF, Dierick-van Daele ATM, Bouwman ARA. *Comparison of ultrasound guidance with palpation and direct visualisation for peripheral vein cannulation in adult patients: a systematic review and meta-analysis.* Br J Anaesth [Internet]. 2018 [citado el 21 de mayo de 2024];121(2):358–66. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30032874/.
5. *Arteria femoral* [Internet]. *Anatomía Topográfica*. 2019 [citado el 27 de marzo de 2024]. Disponible en: https://anatomiatopografica.com/aparato-circulatorio/arteria-femoral/.
6. Pierre L, Pasrija D, Keenaghan M. *Arterial Lines.* En: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 [citado el 27 de marzo de 2024] Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499989/.
7. Bravo Amaro M, Iñiguez Gómez A, Díaz Castro O. *Manual de Cardiología para enfermeras.* Vigo (Pontevedra),edición de los autores (Imprenta Alfer) 2006.
8. Freixa X, Romaguera R, Botas J, Trillo R, Martín-Moreiras y J, Jurado-Román A. *Abordaje de los accesos vasculares en intervencionismo en cardiopatía estructural.* REC: interventional cardiology [Internet]. 2022; Disponible en: http://dx.doi.org/10.24875/recic.m22000327
9. Manzanas AO. *Acceso radial vs. femoral en SCA. Estudio MATRIX Access* [Internet]. Sociedad Española de Cardiología. 2017 [citado el 22 de abril de 2024]. Disponible en: https://secardiologia.es/blog/8556-acceso-radial-vs-femoral-en-aca-estudio-matrix-access.
10. Fontcuberta J. *El acceso femoral anterógrado: soluciones simples a problemas comunes.* Angiologia [Internet]. 2014;66(3):143–5. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.angio.2014.04.003.
11. Técnica de Seldinger [Internet]. https://www.cun.es. [citado el 14 de abril de 2024]. Disponible en: https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/tecnica-de-seldinger.
12. Alonso M, Tascón J, Hernández F, Andreu J, Albarrán A, Velázquez MT. *Complicaciones del acceso femoral en el cateterismo cardíaco: impacto de la angiografía femoral sistemática previa y la hemostasia con tapón de colágeno VasoSeal-ES®.* Rev Esp Cardiol [Internet]. 2003 [citado el 22 de abril de 2024];56(6):569–77. Disponible en: https://www.revespcardiol.org/es-complicaciones-del-acceso-femoral-el-articulo-13048154.
13. Peinado Cebrián FJ, Lamarca Mendoza MP, Estébanez Seco S, Méndez Feria B, Flores Herrero Á, Orgaz Pérez-Grueso A. *Efectividad y seguridad de 3 dispositivos de cierre arterial percutáneo frente a compresión manual en procedimientos endovasculares sobre territorio arterial periférico. Ensayo clínico aleatorizado.* Angiologia [Internet]. 2018;70(6):209–21. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.angio.2018.06.005.
14. *Abordaje de los accesos vasculares en intervencionismo en cardiopatía estructural.* (s/f). Recintervcardiol.org. Recuperado el 11 de abril de 2024, de https://recintervcardiol.org/es/revision-tematica/abordaje-de-los-accesos-vasculares-en-intervencionismo-en-cardiopatia-estructural.

15. Doctoral, T. (s/f). *Intervención de enfermería en la prevención y tratamiento de complicaciones vasculares en intervencionismo cardiológico percutáneo estructural*. Usal.es. Recuperado el 11 de abril de 2024, de https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/145544/Calvo%20Rivas%2C%20Leticia.pdf?sequence=1&isAllowed=y

16. *Manual de Procedimientos de Enfermería en Hemodinámica y Cardiología Intervencionista*. (s/f). Enfermeriaencardiologia.com. Recuperado el 11 de abril de 2024, de https://enfermeriaencardiologia.com/publicaciones/manuales/manual-de-procedimientos-de-enfermeria-en-hemodinamica-y-cardiologia-intervencionista

17. Ramírez Vélez, A., Gaviria Valencia, S., Jaramillo Gómez, N., Contreras Martínez, H., & Cardona Vélez, J. (2018). *Accesos vasculares femoral y radial en intervenciones coronarias percutáneas en síndrome coronario agudo y enfermedad crónica inestabilizada*. Revista colombiana de cardiologia, 25(4), 257–263. https://doi.org/10.1016/j.rccar.2018.01.003

18. *Cuidados de Enfermería en los Accesos Vasculares* [Internet]. Areasaludbadajoz.com. [citado el 21 de mayo de 2024]. Disponible en: https://www.areasaludbadajoz.com/Calidad_y_Seguridad_2016/Cuidados_enfermeria_accesos_vasculares.pdf

19. *Clasificación de diagnósticos NANDA 2021-2023* [Internet]. El blog de Salusplay. 2023 [citado el 21 de mayo de 2024]. Disponible en: https://www.salusplay.com/blog/clasificacion-diagnositicos-de-enfermeria-nanda/

20. *Clasificación completa de resultados de enfermería NOC 2018* (6o edición) [Internet]. El blog de Salusplay. 2018 [citado el 21 de mayo de 2024]. Disponible en: https://www.salusplay.com/blog/clasificacion-completa-resultados-enfermeria-noc-2018/

21. *Clasificación completa de intervenciones de enfermería NIC 2018* [Internet]. El blog de Salusplay. 2018 [citado el 21 de mayo de 2024]. Disponible en: https://www.salusplay.com/blog/clasificacion-intervenciones-enfermeria-nic-2018/

TEMA 11
3. OTRAS VÍAS DE ACCESO. CUBITAL Y HUMERAL

Andrea Carpintero Sánchez; Salvador Encinas Jiménez; Cristina Tevar Gómez; David Sánchez Santiago; Cristina Polonio Molero

Unidad de Hemodinámica. Hospital del Mar. Barcelona.

1. INTRODUCCIÓN

Los accesos arteriales son parte crucial de los procedimientos en cardiología intervencionista, donde la evolución de las técnicas ha sido guiada por la mejora en el confort y la calidad de los cuidados a los pacientes, así como la reducción y prevención de complicaciones asociadas.

La evolución histórica de los accesos braquial y cubital ha sido dispar. Mientras que el acceso cubital es una opción más reciente, surgida en 2001 gracias a Terashima[2] para llevar a cabo tanto cateterismos cardiacos como angioplastias, el acceso braquial se remonta a 1956, cuando Mason Sones lo introdujo mediante disección. Posteriormente, en 1986, Ferguson y Kamala introdujeron la técnica de Seldinger en este acceso, como se había discutido en estudios previos[1].

La selección del acceso adecuado depende de las particularidades del paciente y del procedimiento a realizar. Aunque las opciones preferidas son los accesos radiales o femorales, en casos en los que estos no sean viables, los accesos braquiales y cubitales se consideran alternativas. Sin embargo, tienen ciertas desventajas en comparación con los accesos de primera elección, como el diámetro de la arteria para procedimientos específicos, la hemostasia, las consideraciones anatómicas y la curva de aprendizaje debido a su menor uso en las salas de hemodinámica[3].

El acceso radial y femoral son los más utilizados por la reducción de complicaciones y sus indicaciones sobre el procedimiento, pero existen circunstancias en las que se deben abordar otras opciones como el acceso cubital o braquial. Por lo tanto, debemos conocer las técnicas y cuidados derivados de ellas para poder proporcionar los cuidados adecuados y minimizar los riesgos derivados de ellas.

2. ANATOMÍA REGIONAL

2.1 ARTERIA CUBITAL

La arteria cubital[4] es la continuación de la arteria humeral y, al contrario que la arteria radial, discurre por la cara posterior del brazo. Son las responsables de la irrigación arterial al antebrazo y la mano.

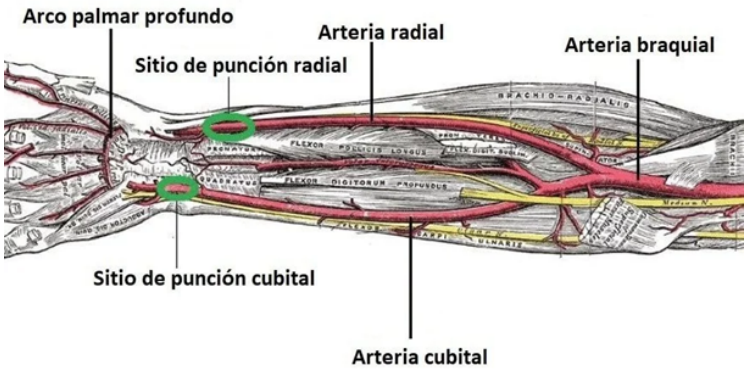


Figura 1. Aparato circulatorio del brazo.Arteria cubital [Internet]. Anatomía Topográfica. 2019 [citado el 21 de mayo de 2024]. Disponible en: https://anatomiatopografica.com/aparato-circulatorio/arteria-cubital/

La arteria cubital es, normalmente, de menor calibre que la arteria radial y su palpación suele ser más difícil. Como no discurre sobre el plano óseo, también presenta más dificultades a la hora de comprimirla[5]. Es debido a estos motivos por los que no es la arteria de primera elección para realizar un cateterismo cardiaco.

2.2 ARTERIA HUMERAL

La arteria humeral o braquial[6] es el vaso principal del brazo y la responsable de suministrar sangre oxigenada a los músculos de la extremidad superior.

Tiene su origen en la arteria axilar y se extiende desde el margen inferior del músculo redondo mayor y baja por la superficie del brazo, paralela al nervio mediano, hasta llegar a la fosa cubital del codo. Aquí se divide en dos ramas, la arteria radial y la cubital.

El pulso es palpable en la cara anterior del codo, medial al tendón del bíceps.

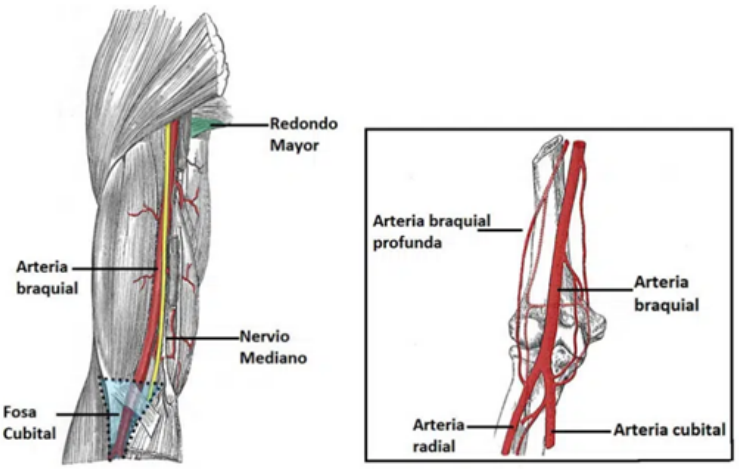


Figura 2. Arteria braquial. Arteria braquial [Internet]. Wikipedia, The Free Encyclopedia. Disponible en: https://es.wikipedia.org/w/index.php? title=Arteria_braquial&oldid=143725017.

3. SELECCIÓN Y PREPARACIÓN DEL PACIENTE

La selección del paciente para el acceso arterial es esencial y requiere una evaluación detallada de ventajas, desventajas, indicaciones y contraindicaciones, basada en la anatomía vascular y las condiciones médicas del paciente.

La preparación para el acceso cubital incluye el Test de Allen invertido para evaluar la permeabilidad de la arteria radial y evitar la hiperextensión de la muñeca para prevenir lesiones del nervio cubital[5].

En el caso del acceso braquial, se realiza una palpación precisa entre los músculos bíceps y tríceps para identificar la arteria[6].

Factores como enfermedad arterial periférica, obesidad y antecedentes de cirugía vascular pueden influir en la decisión. La preparación incluye la desinfección, campos estériles y anestesia local, además de pruebas adicionales como el Test de Allen para asegurar una adecuada perfusión y minimizar complicaciones.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS[7]

Ventajas:

- Menor riesgo de complicaciones vasculares: El acceso cubital y humeral puede presentar un menor riesgo de complicaciones vasculares mayores en comparación con el acceso femoral.
- Mayor comodidad para el paciente: Estos accesos pueden ser más cómodos para algunos pacientes, especialmente aquellos que tienen dificultades para permanecer en reposo absoluto durante procedimientos prolongados. Además, la movilidad de la extremidad superior permite una mayor libertad de movimiento después del procedimiento.

Desventajas:

- Menor estabilidad del catéter: La movilidad de la extremidad puede dificultar mantener el catéter en su lugar, interfiriendo con el procedimiento.
- Limitaciones en la visualización: La anatomía vascular del paciente puede limitar la visualización de ciertas estructuras anatómicas, complicando procedimientos que requieren una visualización detallada de las arterias.
- La principal desventaja de la arteria cubital sucede durante la hemostasia, ya que esta resulta dificultosa al no circular sobre ningún plano óseo y, también por la proximidad al nervio cubital y la dominancia de los arcos palmares (profundo y superficial).

Indicaciones:

- Necesidad de evitar el acceso femoral: Estas vías de acceso pueden ser preferibles en pacientes con contraindicaciones para el acceso femoral, como enfer-

medad arterial periférica avanzada o antecedentes de complicaciones relacionadas con el acceso femoral.

- Procedimientos diagnósticos y terapéuticos: Son adecuados para una variedad de procedimientos diagnósticos y terapéuticos, incluyendo la angiografía coronaria, la angioplastia, en algunos casos debido a consideraciones anatómicas o a la preferencia del paciente.

Contraindicaciones:

- Acceso vascular inadecuado: En algunos casos, la anatomía vascular del paciente puede no ser adecuada para el acceso cubital o humeral debido a la presencia de enfermedad arterial periférica, malformaciones vasculares o arterias calcificadas que dificultan la canulación.
- Contraindicaciones específicas del paciente: Al igual que con el acceso femoral, ciertas condiciones médicas pueden contraindicar el acceso cubital o humeral. Esto incluye trastornos de la coagulación no controlados, infecciones locales en el sitio de punción o alergias conocidas a los materiales utilizados durante el procedimiento.

En resumen, tanto el acceso cubital como el humeral ofrecen opciones válidas en el cateterismo cardiaco, cada uno con sus propias ventajas y desventajas. La elección del acceso debe fundamentarse en la evaluación de las características del paciente, las características anatómicas y la curva de aprendizaje del profesional que lo realiza.

A continuación, se presenta un cuadro con las características más relevantes que se han citado anteriormente:

	ACCESO CUBITAL	ACCESO HUMERAL
VENTAJAS	Buena alternativa a la radial (tasa de éxito similar). Recuperación precoz	Buen soporte (8Fr) Recuperación rápida por deambulación precoz
DESVENTAJAS	Hemostasia más dificultosa Proximidad nervio cubital y arcos palmares	Hemostasia dificultosa Uso limitado (curva de aprendizaje más lenta) Mayor tasa de síndromes compartimentales

4. TÉCNICA DE ACCESO

MATERIAL NECESARIO

- Clorhexidina alcohólica y pincel
- Jeringa 2ml y aguja subcutánea
- Mepivacaína 2% + Bicarbonato sódico 1M
- Aguja punción 20G-22G
- Guía 0.021" de 45cm
- Introductor y dilatador

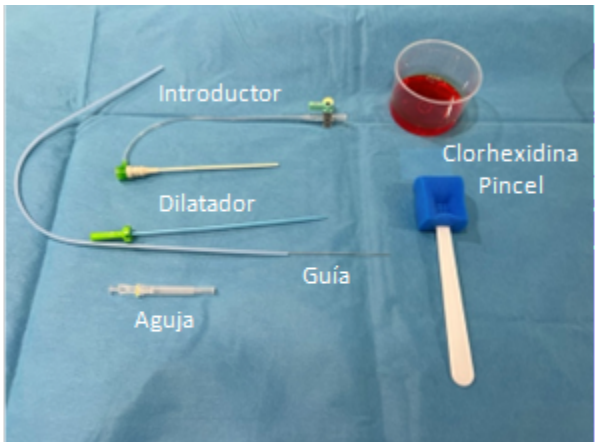


Figura 1. Material necesario para la técnica de acceso.

PREPARACIÓN DEL PACIENTE

- **Lavado de Manos:** El personal debe realizar un lavado de manos minucioso con jabón antiséptico antes de iniciar el procedimiento.
- **Desinfección de la Piel:** Limpiar la piel del área de punción con una solución antiséptica, como clorhexidina o povidona yodada, aplicándola en movimientos circulares desde la zona de punción. Se deberá desinfectar todo el brazo desde la axila hasta la muñeca si estamos puncionando la arteria braquial; y de la mano hasta el antebrazo si vamos a usar el acceso cubital.
- **Colocación de Campos Estériles:** Cubrir la zona alrededor de la punción con campos estériles para crear un entorno libre de contaminantes.
- **Uso de Guantes Estériles:** Todo el personal involucrado en el procedimiento debe usar guantes estériles para evitar la contaminación.
- **Equipo Estéril:** Asegurarse de que todo el equipo utilizado (agujas, jeringas, catéteres) sea estéril.

TÉCNICA DE SELDINGER MODIFICADA

El Dr. Sven-Ivar Seldinger[9] describió la Técnica de Seldinger en 1953, a través de la cual se obtenía un acceso percutáneo vascular, o de otros órganos, mediante un proceso mínimamente invasivo. Este consistía en avanzar un "alambre" a través de una aguja e intercambiar esta por un catéter, utilizando el "alambre" como guía.

Más adelante y con la ayuda de las mejoras tecnológicas, esta técnica sufrió algunas modificaciones, por ejemplo, el tamaño de la guía disminuyó (< 50cm), el catéter de cambió por un sistema de doble pieza (introductor y dilatador) y se mejoró la calidad del material considerablemente. Así pues, la técnica que se emplea hoy en día en nuestras salas de intervencionismo, para llevar a cabo procedimientos diagnósticos y terapéuticos, es la Técnica de Seldinger Modificada (MST)[10].

En las siguientes imágenes **(Figura 3)**, podemos ver los pasos para llevar a cabo la Técnica de Seldinger Modificada.

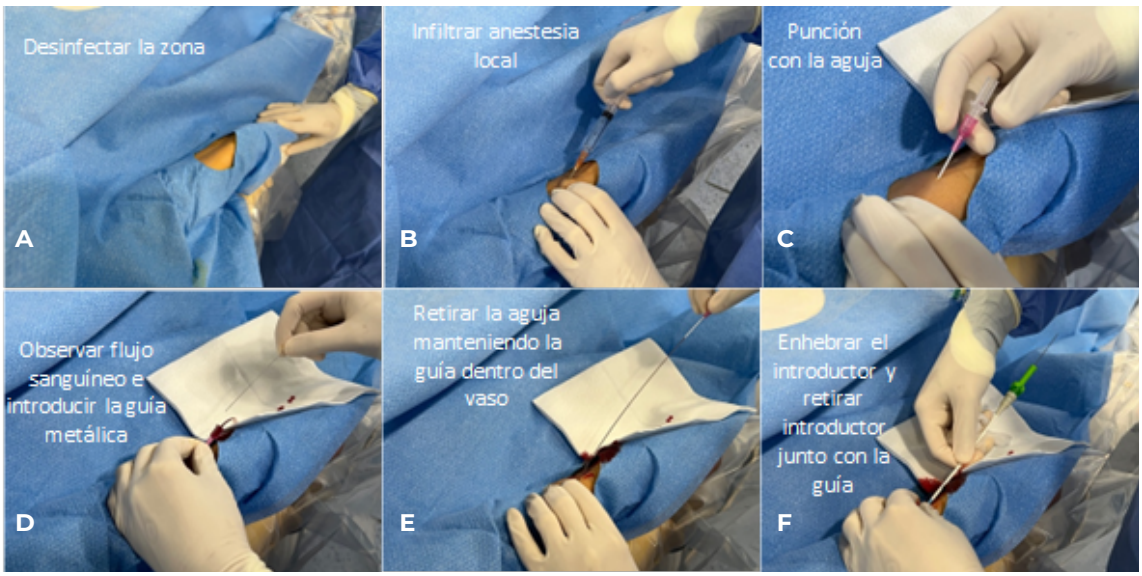


Figura 3. Hospital del Mar. Pasos para seguir durante la Técnica de Seldinger modificada. Acceso cubital. **A.** Desinfectar la zona; **B:** infiltrar anestésico local en la zona de punción; **C:** Punción con la aguja; **D:** Observar si existe flujo sanguíneo e introducir entonces la guía metálica; **E:** Retirar la aguja manteniendo la guía dentro del vaso sanguíneo; **F:** Enhebrar el introductor por la guía metálica y retirar el dilatador junto con la guía.

TIPOS DE ACCESO CUBITAL Y HUMERAL

Como hemos visto anteriormente, los dos accesos que se emplean habitualmente en nuestras salas son el radial y el femoral, pero no se debe desestimar el uso de otros accesos como el cubital y humeral.

El acceso cubital es una buena alternativa a la radial, siempre y cuando este posea un pulso bueno y la radial sea permeable. Evita el riesgo potencial del abordaje femoral y la incidencia de éxito es similar a la radial.



Figura 4. Sistema vascular de Extremidad superior. Apunte: irrigacion miembro inferior y craneo [Internet]. Filadd.com. [citado el 22 de mayo de 2024]. Disponible en: https://filadd.com/doc/irrigacion-miembro-sup-139410-downloable-1334921

El acceso humeral o braquial ha quedado relegado como acceso alternativo para pacientes en los que no puede utilizarse otro acceso (radial, femoral o cubital). Aun así, cabe destacar que es un acceso de buena accesibilidad y buen calibre, permitiendo introducir catéteres de hasta 8Fr.

En la práctica habitual, este acceso se realiza bajo punción ecoguiada, minimizando posibles complicaciones[11], pero esto no significa que este acceso esté exento de ellas. De hecho, existe una mayor tasa de complicaciones relacionadas con una hemostasia dificultosa (no existe plano óseo posterior donde apoyar la compresión) y, por ende, mayor riesgo de hematomas; la curva de aprendizaje es mayor por su limitada utilización, existe una mayor tasa de síndromes compartimentales respecto a otros accesos y el operador se irradia más, al estar más cerca del haz primario.

En general, deberemos ser más minuciosos y exhaustivos con los tiempos de hemostasia y vigilancia. Para el acceso cubital, previo al procedimiento, deberemos verificar el pulso distal y comprobar que el Test de Allen sea positivo, así evitaremos posibles complicaciones como la isquemia distal, con fatales consecuencias a corto plazo. Tras el procedimiento, la hemostasia se realizará mediante pulsera compresiva o vendaje según las recomendaciones realizadas en el capítulo XII de este manual.

COMPLICACIONES DE LA TÉCNICA DE ACCESO

Pueden surgir las siguientes complicaciones tras realizar la técnica de acceso[12,14].

1. **Hematoma:** es la complicación más habitual y puede surgir en el mismo momento de la punción o derivada de la técnica de compresión (descoagulación, técnica de

compresión inadecuada o tiempos insuficientes). Suele remitir con compresión del mismo hematoma

2. **Hemorragia interna:** puede producirse por dos motivos.

   a) **Disección y sangrado activo de pequeña rama:** el paciente presentará tumefacción por encima del hueso anterocubital y dolor. Se deberá detectar la presencia de sangrado activo mediante técnicas de imagen (TAC o ecógrafo) y aplicar medidas de hemostasia interna (inflados prolongados con balón o embolización con agentes esclerosantes).

   b) **Rotura de la arteria y avulsión:** se avisará a cirugía vascular para cirugía de ligadura emergente.

3. **Síndrome compartimental**[13]: su diagnóstico rápido es vital, ya que, sin un tratamiento precoz, es una entidad grave y con importantes repercusiones funcionales posteriores.

4. **Infección de la zona de punción:** complicación extremadamente infrecuente (0,2%) que se minimiza controlando las medidas de asepsia, por lo que no se recomienda el uso de antibióticos profilácticos de forma rutinaria.

5. **Fístula arteriovenosa:** se produce por la comunicación, secundaria a la punción, de la arteria y la vena, y se reconoce por un soplo continuo en la zona de punción. Muchas veces no se evidencian hasta semanas después y tienden a cerrarse de forma espontánea, pero si aumentan mucho de tamaño puede plantearse cirugía.

CUIDADOS DE ENFERMERÍA

Los cuidados de enfermería son esenciales para la prevención de complicaciones y la recuperación del paciente[14]. Estos incluyen[15]:

- **Monitoreo PosProcedimiento:** Vigilar signos vitales, evaluar el sitio de punción para detectar signos de alarma, y comprobar el pulso distal regularmente.
- **Gestión del Dolor:** Administrar analgesia según sea necesario y evaluar la efectividad del manejo del dolor.
- **Educación al Paciente:** Informar al paciente sobre signos y síntomas de alarma, como infección, hemorragia o cambios en la sensibilidad.
- **Evaluación de la Perfusión:** Realizar pruebas adicionales como el Test de Allen para asegurarse de que la perfusión distal sea adecuada.
- **Registro:** Registrar todas las intervenciones y observaciones en el expediente del paciente para asegurar una continuidad en el cuidado.

Una selección cuidadosa del paciente y una técnica adecuada son cruciales para el éxito del acceso arterial. La implementación de cuidados de enfermería de alta calidad asegura una recuperación más segura y efectiva, minimizando las complicaciones posprocedimiento y haciendo partícipe al paciente de sus propias curas.

Para terminar, a continuación, se presentan los diagnósticos de enfermería más relevantes para el cuidado pre y posprocedimiento en la punción cubital y braquial:

DIAGNÓSTICO DE ENFERMERÍA (NANDA)[16]	RESULTADOS DE ENFERMERÍA (NOC)[17]	INTERVENCIONES DE ENFERMERÍA (NIC)[18]
RIESGO DE TROMBOSIS (00291)	1932-Control del riesgo: trombos 1101-Integridad tisular: piel y membranas mucosas	6680-Monitorización de los signos vitales 5510-Educación para la salud 2300-Administración de medicación
PERFUSIÓN INEFICAZ DE TEJIDO PERIFÉRICO (00204)	0407-Perfusión tisular: periférica 1101-Integridad tisular: piel y membranas mucosas	6680-Monitorización de los signos vitales 2300-Administración de medicación 3900-Regulación de la temperatura
DOLOR AGUDO (00132)	1843-Conocimiento: manejo del dolor 1605-Control del dolor 3016-Satisfacción del paciente/usuario: manejo del dolor	1410-Manejo del dolor: agudo 2300-Administración de medicación

BIBLIOGRAFÍA

1. Fernández Maese José Manuel, García Aranda Francisco Javier, Gómez Fernández Mónica, Ramírez Yáñez Pedro, Rodríguez García-Abad Vera, Sánchez Hernández Eva María, Seoane Bello Montserrat (eds). *Manual de procedimientos de Enfermería en Hemodinámica y Cardiología Intervencionista.* En Manual de Procedimientos de Enfermería, Madrid, Asociación Española de Enfermería en Cardiología, 2014, 621 pp., 24x17 cm.- ISBN 978-84-697-0208-6.
2. Terashima M, Meguro T, Takeda H, Endoh N, Ito Y, Mitsuoka M, Ohtomo T, Murai O, Fujiwara S, Honda H, Miyazaki Y, Kuhara R, Kawashima O, Isoyama S. *Percutaneous ulnar artery approach for coronary angiography: a preliminary report in nine patients.* Catheter Cardiovasc Interv. 2001 Jul;53(3):410-4. doi: 10.1002/ccd.1192.
3. De Andrade PB, Salermo Rinaldi F, et al. *Seguridad y Viabilidad del Acceso Cubital Tras Intento Fallido de Accesi Radial Ipsilateral*, Rev Bras Cardolol Invasiva. 2014,22(1)5-9.
4. Arteria braquial [Internet]. *Anatomía Topográfica. 2019* [citado el 27 de marzo de 2024]. Disponible en: https://anatomiatopografica.com/aparato-circulatorio/arteria-braquial/.
5. Pierre L, Pasrija D, Keenaghan M. *Arterial Lines*. In: StatPearls. Treasure Island (FL): Stat Pearls Publishing; 2024 [citado el 27 de marzo de 2024] Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499989/
6. Arteria cubital [Internet]. *Anatomía Topográfica. 2019* [citado el 27 de marzo de 2024]. Disponible en: https://anatomiatopografica.com/aparato-circulatorio/arteria-cubital/.
7. Ortega C. I, Servicios de Hemodinamia de Clínica Mar Caribe, clínica CEHOCA e instituto CENCAR., Benítez D. H, Carmona B. R, Truchi D, Bettinotti M, et al. *Acceso cubital primario*

para realizar estudios angiográficos coronarios en 60 pacientes. Rev Argent Cardioangiol Interv [Internet]. 2019;10(01):0013–6. Disponible en: https://adm.meducatium.com.ar/contenido/articulos/19700130016_1438/pdf/19700130016.pdf.

8. Serrano Aísa PJ, Portero Pérez MP, Aguarón López V, Peleato Peleado A, Ferreira Montero IJ. *Cateterismo cardíaco y procedimientos intervencionistas*. Clin Investig Arterioscler [Internet]. 2002;14(3):156–65. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/s0214-9168(02)78847-5.
9. Seldinger, S-I. *Catheter Replacement of the Needle in Percutaneous Arteriography: A new technique.* Acta Radiológica. 1953;39(5): 368-76.
10. Solaz V, Martínez S, Vizcaíno R. *Dispositivo de Acceso Vascular "Midline", con técnica Seldinger modificada ecoguiada, en una Unidad de Accesos Vasculares.* Enfermería Integral. 2021;130: 70-4.
11. Blanco U, Gómez N. *Síndrome compartimental tras cateterismo cardiaco vía radial. A propósito de un caso.* Acta Colomb de Cuid Intensivo. 2022;22(1): 72-4.
12. Doctoral T. *Intervención de enfermería en la prevención y tratamiento de complicaciones vasculares en intervencionismo cardiológico percutáneo estructural* [Internet]. Usal.es. [citado el 11 de abril de 2024]. Disponible en: https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/145544/Calvo%20Rivas%2C%20Leticia.pdf?sequence=1&isAllowed=y
13. *Abordaje de los accesos vasculares en intervencionismo en cardiopatía estructural* [Internet]. Recintervcardiol.org. [citado el 11 de abril de 2024]. Disponible en: https://recintervcardiol.org/es/revision-tematica/abordaje-de-los-accesos-vasculares-en-intervencionismo-en-cardiopatia-estructural
14. *Manual de Procedimientos de Enfermería en Hemodinámica y Cardiología Intervencionista* [Internet]. Enfermeriaencardiologia.com. [citado el 11 de abril de 2024]. Disponible en: https://enfermeriaencardiologia.com/publicaciones/manuales/manual-de-procedimientos-de-enfermeria-en-hemodinamica-y-cardiologia-intervencionista
15. Orozco AE, Montañez AC, Ruiz LPÁ, Martínez EAB, Bustos JAE. *Cuidados de enfermería en la inserción y manejo de catéter arterial periférica* [Internet]. Index-f.com. [citado el 22 de mayo de 2024]. Disponible en: https://www.index-f.com/para/n28/pdf/e192.pdf
16. *Clasificación de diagnósticos NANDA 2021-2023* [Internet]. El blog de Salusplay. 2023 [citado el 21 de mayo de 2024]. Disponible en: https://www.salusplay.com/blog/clasificacion-diagnositicos-de-enfermeria-nanda/.
17. *Clasificación completa de resultados de enfermería NOC 2018* (6o edición) [Internet]. El blog de Salusplay. 2018 [citado el 21 de mayo de 2024]. Disponible en: https://www.salusplay.com/blog/clasificacion-completa-resultados-enfermeria-noc-2018/.
18. *Clasificación completa de intervenciones de enfermería NIC 2018* [Internet]. El blog de Salusplay. 2018 [citado el 21 de mayo de 2024]. Disponible en: https://www.salusplay.com/blog/clasificacion-intervenciones-enfermeria-nic-2018/

TEMA 12

VÍAS DE ACCESO VENOSO

Carmen Aneiros Suanzes, Mariana González Gómez, Guadalupe Zazu Vives

Clínica Universidad de Navarra. Pamplona.

1. INTRODUCCIÓN

Las vías de acceso venoso son cruciales dentro de un laboratorio de hemodinámica. Algunas pueden ser canalizadas por el equipo de enfermería, por lo tanto, es importante tener conocimiento sobre cómo se realiza esta canalización, qué cuidados hay que tener, posibles complicaciones y, por supuesto, la hemostasia de este tipo de accesos.

Según el Registro de Actividad en Hemodinámica de 2022 en España, aproximadamente el 5% de los procedimientos correspondieron a cateterismos derechos y el 1,1% a biopsias endomiocárdicas. Además, en los últimos años se ha observado un incremento notable en los procedimientos estructurales, como el cierre de orejuela izquierda, cierre de foramen oval permeable (FOP) y comunicación interauricular (CIA), así como la implantación de clips mitrales y tratamientos sobre la válvula tricúspide, todos ellos realizados mediante un abordaje venoso[1]. Por lo tanto, el equipo de enfermería de la sala de hemodinámica debe estar formado en este tipo de accesos y sus cuidados.

La canulación de vasos venosos y arteriales se realiza mediante la técnica de Seldinger. Es una técnica descrita por el radiólogo sueco Sven-Ivar Seldinger en el año 1953, también llamada "técnica de reemplazamiento de catéter", por la que se permite el acceso vascular u otras estructuras huecas internas.[2] Esta técnica minimiza el trauma en los tejidos ya que el acceso se realiza mediante la punción de una aguja, lo que aporta precisión en la punción, favorece la cicatrización y disminuye las complicaciones con el acceso vascular.

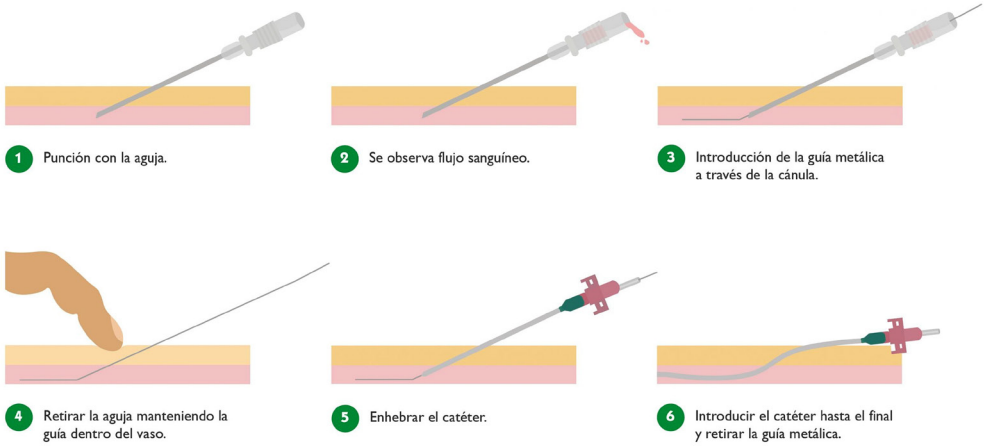


Figura 1. Técnica de Seldinger clásica[3].

La punción venosa se realizaba guiada por referencias anatómicas de manera tradicional, pero esto estaba condicionado a la experiencia del operador. Actualmente, se ha visto que la realización de la canulación de vasos en laboratorios de hemodinámica mediante la técnica ecoguiada aumenta la tasa de éxito y disminuye el riesgo de complicaciones.[4,5]

1.1 MATERIAL (FIGURA 2)

MATERIAL NECESARIO PARA UNA PUNCIÓN VENOSA GUIADA CON ECOGRAFÍA	Ecógrafo (sondas covex y lineal)
	Anestésico local
	Jeringa con suero fisiológico
	Guantes estériles
	Funda de ecógrafo estéril, gel
	Campos quirúrgicos
	Aguja, guía e introductor



Figura 2. Material necesario para una punción venosa guiada con ecografía.

1.2 CÓMO SE REALIZA UNA PUNCIÓN ECOGUIADA

- Selección de la vena previa a la desinfección y valoración mediante ecografía.
- Preparación del campo quirúrgico y la sonda del ecógrafo en condiciones estériles.
- Comprobación del tipo de vaso que vamos a puncionar (una vena) mediante compresión (observaremos que al comprimirla se colapsa, si existen dudas se puede poner color o doppler).

- Administración de anestesia local y punción siempre visualizando en la pantalla del ecógrafo la punta de la aguja entrando en las capas de la vena. Una vez dentro es preciso realizar aspiración para confirmar que estás dentro de la luz, realizada la confirmación se retira la jeringa y se introduce la guía, tras ello se retira la aguja y se introduce el introductor seleccionado.

2. ACCESOS VENOSOS

Como se ha comentado anteriormente, los accesos venosos constituyen una parte esencial en la realización de procedimientos en el laboratorio de hemodinámica. Es fundamental realizar la canalización de forma aséptica para prevenir infecciones y complicaciones.

Los accesos venosos más empleados incluyen la vena femoral común, la vena yugular interna y las venas del antebrazo. Además de su uso en procedimientos intervencionistas, estos accesos permiten administrar medicación, infundir fluidoterapia y extraer muestras sanguíneas, adaptándose siempre a las necesidades clínicas de cada paciente.

2.1 VENA FEMORAL COMÚN (FIGURA 3)

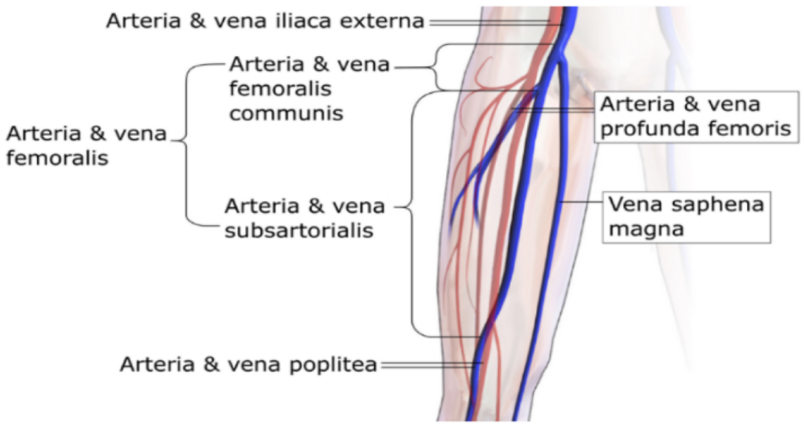


Figura 3. Vena femoral común (Amarnath C y Hemant P (2023). *Comprehensive Textbook of Clinical Radiology - Volume III: Chest and Cardiovascular System*.

La vena femoral común (VFC) sigue un trayecto paralelo y medial a la arteria femoral común (AFC), por lo que si se localiza la AFC la punción de la vena no es complicada. En algunos casos, la volemia del paciente puede interferir en la punción y se puede mejorar con la administración de fluidoterapia o con las maniobras de Valsalva (aumentando la presión abdominal y como consecuencia el diámetro de las venas femorales). La técnica para la punción se realiza con la aguja y una jeringa con suero fisiológico, aspirando para ver cuándo refluye la sangre venosa. Esto difiere de la pun-

ción arterial. La punción arterial se realiza solo con la aguja, en el momento en el que estemos en la arteria veremos cómo refluye de forma pulsátil la sangre. En el momento en el que estamos en la vena, retiramos la jeringa e introducimos la guía. En ese caso, veremos cómo la guía avanza con ayuda de rayos X.

2.1.1 Indicaciones

- Cateterismo derecho.
- Marcapasos transitorio.
- Procedimientos de cardiología estructural que se realizan por vía venosa femoral: *Foramen Oval Permeable* (FOP), cierre de comunicación interauricular (CIA), cierre de orejuela, CardioMems, cierre de ductus arterioso, intervencionismo mitral, intervencionismo tricuspídeo, intervencionismo pulmonar y la canulación de la vena para oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO).

2.1.2 Técnica

- Con guía ecográfica se debe localizar la vena femoral común y la arteria femoral para evitar puncionarla. A continuación, en la imagen mostramos cómo puncionar la vena femoral común con ecografía. **(Figura 4)**

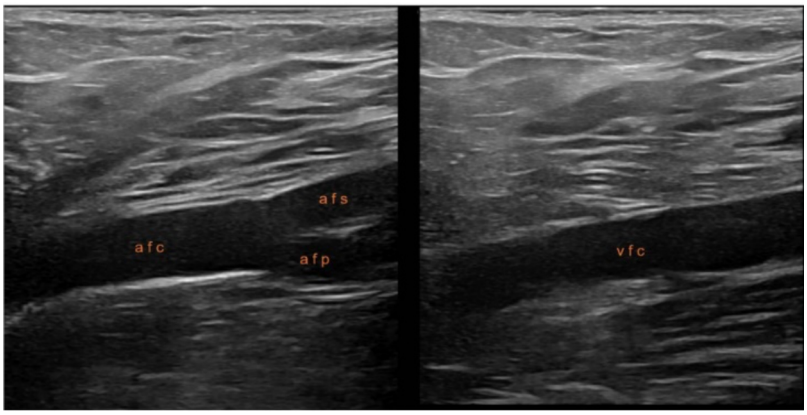


Figura 4. Punción de vena femoral común con guía ecográfica (a f c = arteria femoral común derecha, a f s = arteria femoral superficial, a f p = arteria femoral profunda, v f c = vena femoral común). Fuente: propia.

Tras la punción se debe realizar una comprobación con rayos X del correcto trayecto de la guía hacia la vena ilíaca externa y el avance de la guía debe ser por el lado derecho de la columna del paciente.

- En caso de no disponer de ecógrafo, la punción debe realizarse utilizando referencias anatómicas. Para ello, se debe palpar la arteria femoral común e introducir la aguja hacia medial respecto a la arteria, a una distancia aproximada de 1-2 cm, dependiendo de las características anatómicas del paciente, y próximo al ligamento inguinal (el cual no se palpa directamente, pero se puede repre-

sentar como una línea desde la cresta iliaca hacia el tubérculo del pubis). Es un error frecuente puncionar la vena en una zona más distal de la vena, donde la arteria femoral superficial se superpone parcialmente a la vena y por lo tanto con mayor riesgo de punción arterial. Tras la punción hay que aspirar contenido sanguíneo para comprobar que estás en luz venosa. En caso de pacientes con sobrepeso y obesidad presenta un mayor grado de dificultad y en consecuencia riesgos.

2.1.3 Hemostasia

HEMOSTASIA VENOSA FEMORAL	
COMPRESIÓN MANUAL	Compresión manual o mecánica directa en la zona de punción. Limpieza posterior con un antiséptico el punto de punción y colocación de un apósito para aislar de posibles infecciones. Colocación de apósito compresivo o semicompresivo dependiendo de las necesidades (por ejemplo, en paciente anticoagulado).
SUTURA EN OCHO	También llamada “sutura en jareta”, “sutura en bolsa de tabaco” o “punto en Z”. Técnica de compresión mecánica para calibres mayores de 8 french (Fr) con una seda de calibre grueso con aguja curva o recta. **Técnica:** 1. Iniciar la sutura lateral al introductor, cruzando la aguja 0,5 cm hacia medial penetrando profundamente en el tejido subcutáneo, sin puncionar el introductor. 2. Pasar la aguja desde medial a lateral, por encima (superficial) del introductor, y se realiza la sutura, pero sin apretarla. 3. Retirar el introductor a la vez que se aprieta el punto de sutura, ejerciendo el tejido subcutáneo presión y hemostasia sobre la vena[6]. **(Figura 5)**
SUTURA CON LLAVE DE TRES PASOS	Modificación de la técnica anterior utilizando una llave de tres pasos para regular la tensión de la sutura. Ventaja: podemos aumentar o disminuir la presión que ejercemos y así evaluar el sangrado, y el coste es muy bajo comparado con otros cierres más complejos.[7] **(Figura 6)**

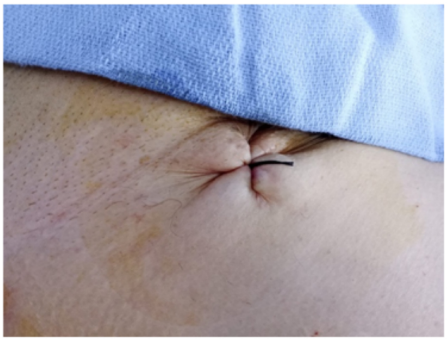


Figura 5. Sutura en ocho.
Fuente: propia.

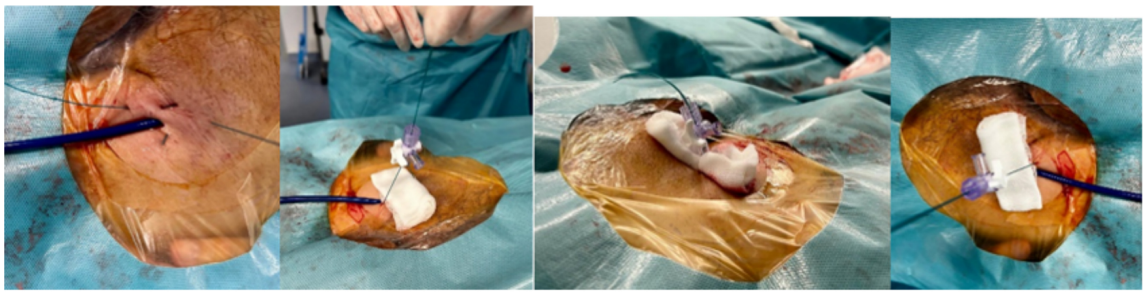


Figura 6. Pasos de sutura con llave de tres pasos.

2.1.4 Complicaciones[8]

HEMOSTASIA VENOSA FEMORAL	
HEMATOMA	Acumulación de sangre en los tejidos blandos del muslo. Habitualmente el hematoma se resuelve espontáneamente en 1 o 2 semanas.[8]
PSEUDOANEURISMA	Se produce por la lesión en las capas del vaso. Se va acumulando sangre hasta ocasionar el pseudoaneurisma. Se confirma con la realización de doppler. Esta complicación no aparece con el uso de ecógrafo para la punción.[8]
HEMORRAGIA RETROPERITONEAL	Sangrado hacia el espacio retroperitoneal por la punción accidental de la arteria femoral. El paciente presenta hipotensión, caída en el hematocrito o dolor en el flanco. Se confirma realizando un tac o ecografía abdominal. Entre los cuidados encontramos el reposo absoluto, control de constantes, transfusión, control de valores de coagulación, intervención quirúrgica o percutánea.[8]
FÍSTULA ARTERIOVENOSA	Se produce por la comunicación, secundaria a la punción, de la arteria y la vena. En la exploración se puede reconocer por un soplo continuo en la zona de la punción. No se evidencia hasta semanas después de la punción. Si persiste se plantea tratamiento por parte de radiología intervencionista o cirugía vascular.[8]

2.2 VENA YUGULAR INTERNA

Recoge la sangre del cerebro y partes superficiales de la cara, comienza en el agujero yugular del cráneo, desciende por el cuello en la vaina carotídea y se une a la vena subclavia por detrás del extremo medial de la clavícula para formar el tronco venoso braquiocefálico. **(Figura 7)**

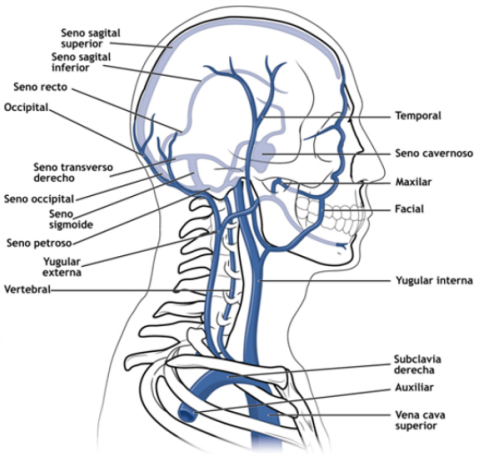


Figura 7. Vena yugular interna (Anatomy & Physiology, Connexions Web site).

2.2.1 Indicaciones

La vena yugular interna es una vía utilizada para las siguientes técnicas dentro de las salas de hemodinámica:

- Inserción de marcapasos transitorio.
- Pinzas de biopsia endomiocárdica.
- Catéteres de Swan-Ganz.

Prioritariamente se pincha la del lado derecho, ya que su acceso a las cavidades derechas del corazón es más directo.

Entre sus ventajas destacan: su tamaño, la facilidad de abordaje, el trayecto y la distancia al pulmón.

Entre sus inconvenientes encontramos que para estos procedimientos el operador se ubica muy próximo al arco de rayos X, dificultando la protección con elementos como la pantalla de radioprotección.[9]

2.2.2 Técnica (Figura 8)

Para la punción, el paciente debe estar posicionado en decúbito supino, y preferiblemente en posición de Trendelenburg ya que se facilita el llenado venoso y la punción[10].

La técnica de punción de la vena yugular interna puede ser ecoguiada o por referencias anatómicas.

- Con guía ecográfica se debe localizar la vena yugular interna y la arteria carótida para evitar puncionarla. Cuando se utiliza el ecógrafo, cualquier vaso se puede puncionar de manera longitudinal o transversal.

A continuación, mostramos cómo puncionar la vena yugular interna derecha con ecografía y la comprobación con rayos X del correcto trayecto de la guía hacia vena cava inferior.

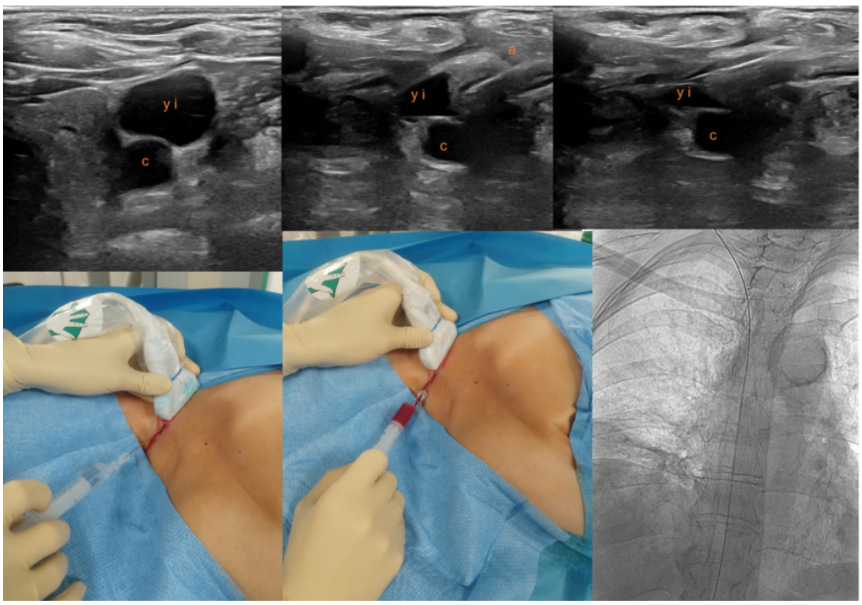


Figura 8. Punción de vena yugular interna derecha con guía ecográfica y control radiológico. (yi = yugular interna, c = carótida, a = aguja; fuente: propia).

- En caso de no disponer de un ecógrafo, para puncionar la vena yugular interna derecha mediante referencias anatómicas se gira levemente la cabeza del paciente hacia el lado izquierdo y se localiza el triángulo de Sedillot, compuesto por los dos vientres del músculo esternocleidomastoideo y el borde superior de la clavícula. **(Figura 9)**

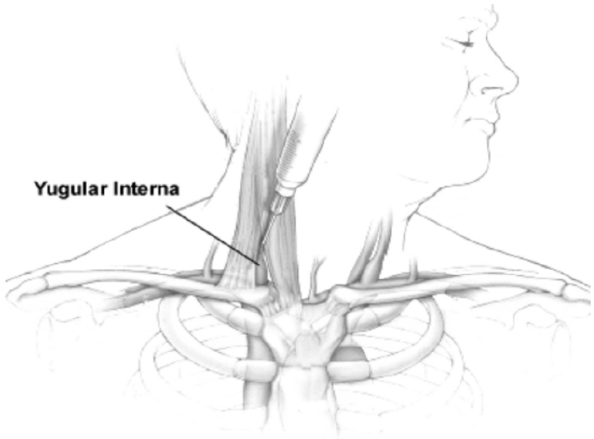


Figura 9. Triángulo de Sedillot (Bouchacourt JP, Castromán PJ. Abordaje medio para cateterización central de la vena Yugular Interna. *Anest Analg Reanim*).

La punción se realiza mediante aspiración para saber cuándo se ha entrado en la vena y se puede utilizar los rayos X para no sobrepasar el borde inferior de la clavícula (para evitar el riesgo de neumotórax)[11].

2.2.3 Hemostasia

HEMOSTASIA YUGULAR INTERNA	
COMPRESIÓN MANUAL	Compresión manual directa en la zona de punción, limpieza con antiséptico y colocación de apósito compresivo o semicompresivo.

2.2.4 Complicaciones

COMPLICACIONES ACCESO YUGULAR INTERNA	
PUNCIÓN ARTERIAL	Punción accidental. Realizar hemostasia con compresión manual, lo cual no es complicado por su localización.
NEUMOTÓRAX	Complicación poco frecuente por la distancia hasta el vértice pulmonar.

2.3 VENAS DEL ANTEBRAZO: CEFÁLICA Y BASÍLICA (FIGURA 10)

La vena cefálica se origina, junto con la vena basílica, a partir del arco venoso dorsal de la mano. Asciende por el lado lateral del antebrazo y continúa por el canal externo del codo, para luego ascender por el brazo, atravesar el surco deltopectoral y finalmente desembocar en la vena axilar.

Por su parte, la vena basílica nace en el lado medial de la red venosa dorsal y asciende por la cara medial del antebrazo. Posteriormente, sigue su trayecto por la cara interna del brazo, donde atraviesa la fascia profunda para acompañar a los vasos braquiales antes de transformarse en la vena axilar.

Generalmente, la mitad distal de la vena basílica es palpable, lo que facilita su localización para procedimientos de canalización venosa.[12]

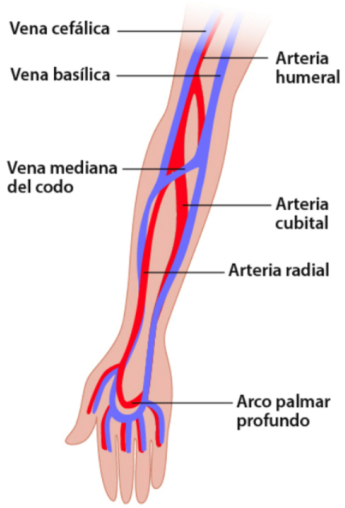


Figura 10. Venas del antebrazo.
(Manual de Procedimientos SAMUR-Protección Civil edición 2023 1.0)

2.3.1 Indicaciones

Se utilizan mayoritariamente para la realización de los siguientes procedimientos:

1. Cateterismos derechos.
2. Biopsias endomiocárdicas.
3. Inserción de electrocatéteres de marcapasos temporales[8]. Este tema se desarrollará en el tema 47 del capítulo IX de este manual.

En las salas de hemodinámica, el acceso venoso de las venas del antebrazo es una buena alternativa al acceso venoso central (yugular interna y femoral) para procedimientos como los mencionados anteriormente. Las venas del antebrazo son habitualmente de tamaño suficiente para albergar introductores de 7Fr[13].

Entre las ventajas del acceso a través de las venas del antebrazo encontramos[9,14]:

- Su localización superficial permite una punción más sencilla. En caso de que la palpación de la vena no sea óptima, se puede emplear la ecografía.
- Mayor comodidad para el paciente y menor percepción de dolor.
- Disminuye el riesgo de hemorragia.
- No es necesario el reposo posterior, lo cual es especialmente preferible para procedimientos de tipo ambulatorio ya que se permite la deambulación inmediata.
- Permite un mayor distanciamiento de la fuente de rayos X y utilización de medidas como la pantalla de radioprotección para el operador.

Entre los inconvenientes de este acceso nos encontramos[9]:

- Mayores tiempos de fluoroscopia frente al acceso yugular para procedimientos como las biopsias endomiocárdicas.
- Diferentes posibilidades de este acceso de mujeres frente a hombres por el tamaño de sus venas braquiales.

Entre los criterios de exclusión que encontramos para la elección de este acceso[14]:

- Dificultades de tipo anatómico que por decisión del hemodinamista precisan de acceso venoso femoral especialmente en pacientes con cardiopatías congénitas, miocardiopatías y valvulopatías.
- Presencia de fístulas arteriovenosas en el brazo escogido.
- Mastectomía homolateral al brazo elegido para la canalización venosa.
- Imposibilidad de canalización del acceso venoso.

La ventaja principal del acceso a través de la vena basílica frente a la cefálica reside en su anatomía. La vena basílica tiene un trayecto más rectilíneo, mientras que la cefálica se conecta con la vena subclavia en un ángulo más pronunciado que puede impedir el avance y rotación de los catéteres.[9]

2.3.2 Técnica

El abordaje del acceso venoso de las venas del antebrazo es habitualmente realizado por el personal de enfermería, siguiendo estrictas medidas de asepsia y empleando la técnica de Seldinger. Esta técnica se utiliza especialmente cuando es necesario colocar un introductor vascular, como ocurre en procedimientos de biopsias endomiocárdicas, implantación de marcapasos temporales o cateterismos derechos. El acceso puede ser ecoguiado o realizado mediante punción directa, dado que estas venas son generalmente más superficiales y su tamaño puede aumentar significativamente al aplicar un compresor[9,14].

Enfermería puede realizar la canalización de la vena elegida (cefálica, basílica o mediana) mediante un catéter periférico de 18G, utilizando una banda compresiva para aumentar la congestión venosa y facilitar la punción, y para realizar el intercambio a un introductor de elección (5-7Fr) a través de una guía teflonada o hidrofílica. Una vez colocado el introductor, se comprueba que está ubicado en la luz del vaso aspirando contenido sanguíneo y se procede a lavar el introductor con suero salino, habitualmente heparinizado en las salas de hemodinámica[9].

2.3.3 Hemostasia

HEMOSTASIA DE LAS VENAS DEL ANTEBRAZO: BASÍLICA Y CEFÁLICA	
COMPRESIÓN MANUAL	Igual que en otros accesos venosos, se realiza hemostasia por compresión manual o mecánica directa en la zona de punción.

2.3.4 Complicaciones

COMPLICACIONES DE LAS VENAS DEL ANTEBRAZO: BASÍLICA Y CEFÁLICA	
TROMBOFLEBITIS	Aplicar calor local o vendaje semicompresivo.
HEMATOMA	Aplicar ligera compresión y frío local. Explicar al paciente que puede tener molestias, cambiará de color y se irá reabsorbiendo.
PUNCIÓN DE LA ARTERIA HUMERAL	Ante la punción accidental, es importante realizar una buena compresión.

Todas estas complicaciones se ven reducidas gracias a la punción ecoguiada.

2.4 OTROS ACCESOS VENOSOS: VENA AXILAR, VENA SUBCLAVIA, VENA YUGULAR EXTERNA

Son accesos poco habituales en la sala de hemodinámica, pero se deben conocer. Se recomienda la utilización de todas las herramientas necesarias para minimizar los riesgos en la canalización de estos accesos. **(Figura 11)**

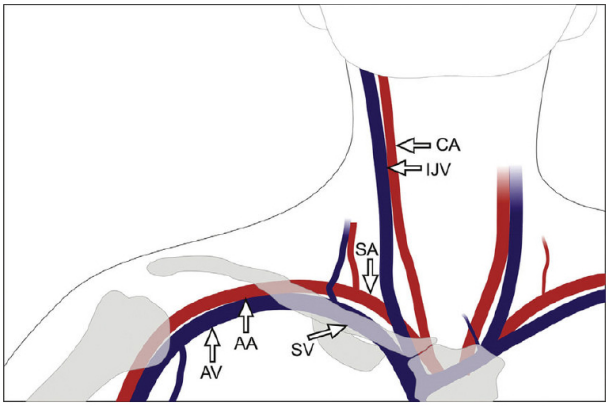


Figura 11. Anatomía de las venas yugular interna, subclavia axilar. **AA:** arteria axilar; **AV:** vena axilar; **CA:** arteria carótida; **IJV:** vena yugular interna; **SA:** arteria subclavia; **SV:** vena subclavia. (Czyzewska D, Ustymowicz A, Klukowski M. Aplicación de la ecografía en la cateterización venosa central; lugares de acceso y técnicas del procedimiento. *Medicina Clínica* (2016). 147. 10.1016/j.medcli.2016.02.032).

2.4.1 Vena axilar

La vena axilar es la continuación de la vena basílica y comienza debajo de la cara inferior de la apófisis coracoides. Es una vena extratorácica que se extiende medialmente desde el borde externo de la primera costilla debajo de la clavícula donde el espacio entre la primera costilla y la clavícula se hace palpable y termina inmediatamente por debajo de la clavícula en el borde interno de la primera costilla, donde se convierte en la vena subclavia[8].

2.4.1.1 Indicaciones

El acceso a las cavidades cardiacas a través de la vena axilar parece más indicado para los electrofisiólogos que para los hemodinamistas, ya que permite, gracias a su grosor, el paso de más de un catéter. No obstante, sigue siendo un recurso en pacientes que presenten dificultad de acceso por vía femoral debido a trombosis y la vena cefálica o basílica no permitan la progresión de los dispositivos[8].

2.4.1.2 Técnica

El paciente debe colocarse en decúbito supino con miembro superior en amplia abducción y rotación externa. Mediante guía ecográfica para minimizar el riesgo de complicaciones y debido a la escasa utilización del acceso en las salas de hemodinámica, se localizan la arteria y vena axilares. El sitio de punción de la vena está 1 cm por debajo de la arteria justo por fuera del borde interno del pectoral mayor.

2.4.2 Vena subclavia

Vena de grueso calibre que nace de la vena axilar y se une a la vena yugular formando el tronco venoso braquiocefálico. Se dirige casi horizontalmente de fuera a dentro, pasando por encima de la primera costilla y por debajo y detrás de la clavícula[8].

Hacia delante se relaciona con la clavícula, y por detrás y por encima con la arteria subclavia, factor a tener en cuenta a la hora de la punción o abordaje, estando separada de ella por el escaleno anterior y el nervio frénico; por debajo reposa en una hendidura superficial existente en la primera costilla y sobre la pleura.

2.4.2.1 Indicaciones

En hemodinámica, su uso es limitado, al igual que el de la vena axilar, debido a su posición anatómica entre el intensificador de rayos X y el corazón, lo que dificulta el manejo de catéteres.

Es una vía contraindicada en pacientes con alteraciones de la coagulación, pero es una buena elección para la inserción de catéter de Swan-Ganz.

2.4.2.2 Técnica

Colocaremos al paciente en decúbito supino y en Trendelenburg. Los brazos a lo largo del cuerpo y la cabeza girada hacia el lado opuesto a la punción.

Hay maniobras que facilitan la labor, como colocar un paño enrollado entre ambas escápulas y ejercer una tracción del brazo del lado escogido en dirección caudal[8].

La punción puede realizarse en dos puntos de la vena[8]:

- **Subclavicular/infraclavicular:** se dirige la aguja hacia adentro y hacia arriba en dirección a la fosa supraesternal rozando la cara posterior de la clavícula. Se progresa lentamente aspirando con jeringa hasta su localización. Esta vía tiene menos complicaciones.
- **Supraclavicular:** se dirige la aguja justo por encima de la clavícula, en el ángulo formado por el vientre posterior del esternocleidomastoideo (se localiza fácilmente pidiendo al paciente que levante la cabeza) con la clavícula. El paciente mantendrá la cabeza en posición neutra. La aguja se dirige hacia abajo y hacia adentro y aspirando se avanzará la aguja hasta localizar el torrente circulatorio.

2.4.3 Vena yugular externa

Se caracteriza por ser de fácil localización al situarse muy superficial. La vena yugular externa recibe la sangre que proviene del cráneo y la cara. Se inicia a nivel del ángulo mandibular, justo debajo de él o de la glándula parótida, y recorre el cuello en sentido descendente desde el ángulo hasta la parte media de la clavícula, cruza oblicuamente el esternocleidomastoideo y desemboca en la vena subclavia[8].

2.4.3.1 Indicaciones

Aunque es fácilmente accesible, a menudo es difícil cateterizar por la presencia de válvulas. Debido a esto y a la fragilidad de esta, no tiene, apenas, indicaciones en hemodinámica. Es útil para catéteres centrales para infundir líquidos y medición de la presión venosa central[8].

2.4.3.2 Técnica

La posición para la punción es en Trendelenburg con la cabeza girada hacia el lado contrario al de la punción. Compresión a nivel de la clavícula para favorecer su llenado, fijación entre el pulgar y el índice para que no se mueva la vena y punción lo más alta posible.

2.4.4 Hemostasia y complicaciones

<table>
<tr><th colspan="4">HEMOSTASIA Y COMPLICACIONES DE OTROS ACCESOS VENOSOS</th></tr>
<tr><td rowspan="3">HEMOSTASIA</td><td rowspan="3">Compresión directa sobre la zona de punción[8].</td><td colspan="2">Axilar</td></tr>
<tr><td>Subclavia</td><td>Requiere mayor tiempo de compresión que otros accesos.</td></tr>
<tr><td>Yugular externa</td><td>Mayor facilidad para la compresión que otros accesos.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">COMPLICACIONES</td><td>Axilar</td><td colspan="2">La principal es la infección, por la cercanía con la axila (incidencia del 15%)[8].
Hematoma axilar por punción arterial.
Traumatismo de los troncos nerviosos.</td></tr>
<tr><td>Subclavia</td><td colspan="2">Neumotórax.
Hematoma por punción arterial.</td></tr>
<tr><td>Yugular externa</td><td colspan="2">No progreso del catéter al ser una punción superficial.
Dificultad en punción en pacientes obesos o edematosos[8].</td></tr>
</table>

3. CUIDADOS DE ENFERMERÍA

A continuación, desarrollaremos los cuidados de enfermería que debemos aplicar asociados a las punciones venosas, descritas anteriormente puesto que se realizan en cualquier acceso venoso basándonos en la taxonomía NANDA, NIC y NOC. Como personal de enfermería, debemos asegurarnos de realizar determinadas actuaciones antes de comenzar la técnica de canulación venosa, así como de la preparación adecuada del material necesario para la punción.

NANDA	RIESGO DE INFECCIÓN DE LA HERIDA QUIRÚRGICA RELACIONADO CON PROCEDIMIENTO INVASIVO [CÓDIGO: 00266]
NOC	Control del riesgo: proceso infeccioso [1924]
NIC	Control de infecciones: intraoperatorio [6545]
	Actividades: durante el procedimiento emplear las medidas de asepsia según los protocolos del centro, que deben ser similares a todos los centros[14], y tras el procedimiento y la hemostasia hay que realizar la cura del punto de punción, limpieza con antiséptico y colocación de apósito.

NANDA	RIESGO DE SANGRADO [00206]
NOC	Estado circulatorio [0401] Recuperación quirúrgica: posoperatorio inmediato [2305]
NIC	Disminución de la hemorragia: heridas [4028]
	Actividades: Antes del procedimiento: comprobar si el paciente está anticoagulado. Durante el procedimiento: monitorización hemodinámica constante, valorar el punto de inserción del catéter por si hubiera sangrado, también valorar que el catéter o introductor esté bien fijado y, en caso necesario, heparinizado o con suero salino. Tras el procedimiento: valorar la zona de punción y descartar sangrado o hematoma, colocación de apósito normal, semicompresivo o compresivo y asegurar un reposo relativo o absoluto de la extremidad puncionada con base en el procedimiento realizado, calibre utilizado o medicación administrada.

NANDA	DOLOR AGUDO [00132]
NOC	Control del dolor [1605]
NIC	Manejo ambiental: confort [6482]
	Actividades: informar al paciente de la técnica que se va a realizar, aclarar dudas en caso necesario para mejorar el confort. Colocación del paciente en una posición confortable, favorecer una postura fisiológica y utilizar dispositivos de acolchamiento para evitar heridas por decúbito.
	Administración de medicación [2300]
	Actividades: valorar el nivel de dolor (según escalas EVA o EN, entre otras), valorar si existe o no extravasación en caso de administración de fluidoterapia o medicación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Jurado-Román A, Freixa X, Cid B, Cruz-González I, Sarnago Cebada F, Baz JA, et al. *Registro español de hemodinámica y cardiología intervencionista*. XXXII informe oficial de la Asociación de Cardiología Intervencionista de la Sociedad Española de Cardiología (1990-2022). Rev Esp Cardiol. 2023;76(12):1021–31. doi: 10.1016/j.rec.2023.07.012.
2. Seldinger SI. *Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography. A new technique*. Acta Radiol Suppl (Stockholm). 2008 Aug;434:47-52. doi: 10.1080/02841850802133386.
3. Campusvygon.com. [citado el 9 de febrero de 2024]. Disponible en: https://campusvygon.com/wp-content/uploads/2020/07/FIN-SELDINGUER-vena_Mesa-de-trabajo-1-scaled.jpg
4. Wu SY, Ling Q, Cao LH, Wang J, Xu MX, Zeng WA. *Real-time two-dimensional ultrasound guidance for central venous cannulation: a meta-analysis*. Anesthesiology. 2013 Feb;118(2):361-75. doi: 10.1097/ALN.0b013e31827bd172.
5. Freixa X, Romaguera R. *Abordaje de los accesos vasculares en intervencionismo en cardiopatía estructural*. REC Interv Cardiol. 2022;4:311-318; Disponible en: https://recintervcardiol.org/images/pdf-files/09_recic_22_038_ar_freixa_es.pdf_
6. Rodríguez- Gabella T, Cruz- González I, et al. *Utilización de "sutura en ocho" para el cierre del acceso femoral venoso en intervencionismo en cardiopatía estructural*. Rev Esp Cardiol. 2014;67 Supl 1:654. Disponible en: https://www.revespcardiol.org/es-congresos-sec-2014-el-congreso-13-sesion-intervencionismo-percutaneo-coronario-1168-utilizacion-sutura-ocho-el-cierre-12432-pdf
7. Pajaro- Merino PA, Gómez- Fernández P, et al. *Seguridad y eficacia de cierre venoso femoral con sutura en jareta o bolsa de tabaco y llave de tres pasos. Resultados preliminares*. Rev Esp Cardiol. 2020;73(Supl 1):685. Disponible en: https://www.revespcardiol.org/es-congresos-sec-2020-el-e-congreso-110-sesion-intervencionismo-cardiopatia-estructural-no-valvular--6005-seguridad-y-eficacia-de-cierre-71886-pdf
8. Betriu A. *Manual de hemodinámica e intervencionismo cardiaco*. Rev Esp Cardiol. 2014;67(6):503.
9. Tamargo M, Ibañes EG, Dominguez JFO, Díez-Delhoyo F, Aliz E, Ruiz R, et al. *Biopsia endomiocárdica por vía venosa braquial. Descripción de la técnica y experiencia en 12 años de 2 centros*. REC Interv Cardiol. 2020;2:264-271. Disponible en: https://recintervcardiol.org/es/miocardiopatias-e-insuficiencia-cardiaca/biopsia-endomiocardica-por-via-venosa-braquial.-descripcion-de-la-tecnica-y-experiencia-en-12-anos-de-2-centros
10. La Medicina De De G. *Medio siglo innovando para la medicina* de De Gregorio Ariza. José Andrés. :978-84.
11. Bodenham A. *Acceso vascular*. Rev médica Clín Las Condes; 2017;28(5):713-726. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/320706896_ACCESO_VASCULAR
12. Fernández- Maese JM, García- Aranda JF, et al. *Manual de Procedimientos de Enfermería en Hemodinámica y Cardiología Intervencionista*, Madrid, Asociación Española de Enfermería en Cardiología, 2014, 621 pp., 24 x 17 cm.— isbn 978-84-697-0208-6. Disponible en: https://enfermeriaencardiologia.com/publicaciones/manuales/manual-de-procedimientos-de-enfermeria-en-hemodinamica-y-cardiologia-intervencionista
13. Harwani N, Chukwu E, Alvarez M, Thohan V. *Comparison of Brachial Vein Versus Internal Jugular Vein Approach for Access to the Right Side of the Heart With or Without Myocardial Biopsy*. Am J Cardiol. 2015 Sep 1;116(5):740-3. doi: 10.1016/j.amjcard.2015.05.044
14. Guzmán-Pérez M, Fernández- Sánchez R. *Apuesta por el acceso antecubital en el cateterismo derecho*. Enferm Cardiol. 2012;19(57):45-50. Disponible en: https://enfermeriaencardiologia.com/wp-content/uploads/57_05.pdf

TEMA 13

PUNCIÓN ECOGUIADA

Rosa M.ª Ropero Salinas, Miriam Triguero Ruiz, Cristina Seguido García

Unidad de Hemodinámica. Hospital Universitario Príncipe de Asturias. Alcalá de Henares.

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, son múltiples las referencias acerca de los beneficios de usar la ecografía para todos aquellos procedimientos donde sea necesaria la canalización de accesos vasculares.

Ya en el año 2012, las recomendaciones internacionales basadas en la evidencia científica concluyeron que: "las técnicas guiadas por ecografía deben ser elegidas como el método para cualquier canalización o acceso vascular, proporcionando una mayor eficacia[1-3]. Además, la Sociedad Americana de Ecocardiografía, la Sociedad de Anestesistas Cardiovasculares y otros autores sugieren establecer una curva de aprendizaje para la adquisición e interpretación de imágenes ecográficas, tanto en la punción como en la canalización, recomendando que esta formación se realice por personal experimentado"[1-12].

El uso del ecógrafo nos va a permitir elegir el vaso más adecuado para realizar la punción, evitar punciones fallidas derivadas de la técnica clásica a ciegas, basada en la palpación o en la localización anatómica de arterias y venas; por tanto, reduciendo el dolor y las molestias provocadas al paciente. También, nos permitirá la correcta localización del catéter en tiempo real a la vez que podemos identificar posibles complicaciones. En definitiva, es un reto para la enfermería afianzar la técnica ecoguiada en nuestra práctica diaria para ganar autonomía y seguridad, además de mejorar los cuidados mediante la reducción de riesgos y detección precoz de complicaciones[7].

2. APLICACIONES DE LA PUNCIÓN ECOGUIADA EN LA SALA DE HEMODINÁMICA

- **Punción de la arteria radial:** actualmente es el acceso de primera elección para un cateterismo diagnóstico y la mayoría de las ACTP. Siendo especialmente útil en aquellos pacientes con baja perfusión sistémica, edematosos, obesos y en aquellos en los que ya se ha intentado canalizar sin éxito por palpación.
- **Punción de la arteria femoral:** el acceso transfemoral es el de elección para el tratamiento mediante TAVI de la estenosis aórtica grave, así como aquellos procedimientos coronarios complicados cuyo acceso radial no está indicado o no es posible. También es el acceso necesario para el implante de dispositivos de soporte (BCPA, Impella, ECMO).

- **Punción de la vena femoral:** este acceso venoso es el más utilizado en aquellos procedimientos de intervencionismo estructural percutáneo No TAVI, como el intervencionismo mitral, tricuspídeo, pulmonar, cierre de orejuela izquierda, cierre de foramen oval y CIAS[13].
- **Punción de la vena yugular y subclavia:** la punción de estos vasos resulta necesaria no solo para realizar procedimientos propios de la sala de hemodinámica, sino también para dar soporte y estabilizar al paciente en situaciones de emergencia o cuando el acceso venoso periférico es difícil.
- En el caso de la vena subclavia, el uso del ecógrafo no es obligatorio, ya que la presencia de la clavícula dificulta su visualización directa. No obstante, puede usarse un abordaje supra- e infraclavicular ecoguiado en punciones complicadas[1].
- **Cateterismo derecho:** la punción ecoguiada nos permite canalizar venas de mayor profundidad y calibre (vena braquial y basílica), facilitando el progreso del catéter de Swan Ganz.
- **Paciente DIVA:** muchos de los pacientes que ingresan a la sala de hemodinámica presentan dificultades para la canalización de accesos venosos periféricos. En estos casos, el uso del ecógrafo constituye el mejor recurso para evitar punciones fallidas y minimizar el daño vascular.

3. USO Y MANEJO DE LA ECOGRAFÍA EN EL ACCESO VASCULAR

El ecógrafo[14-16] se compone de:

1. **Transductor o sonda exploradora:** recoge la información mediante la emisión de pulsos de ultrasonidos y recogida de los ecos. Convierte la energía eléctrica en mecánica y viceversa. Los cristales piezoeléctricos que contiene son los que permiten la conversión de la energía.

   Tipos de sonda:



Figura 1. Tipos de sondas del ecógrafo, de izquierda a derecha, lineal, convex y sectorial. Tomado de Fundamentos de ecografía en la canalización de PICCS y Midline [Fotografía] por Vygon, 2020, https://campusvygon.com/es/fundamentos-de-ecografia-en-la-canalizacion-de-piccs-y-midlines/ con permiso de los autores.

- **Sonda lineal:** de alta frecuencia, hasta 18 MHz, profundidad de 5-6 cm (vasos, nervios, músculos).
- **Sonda convex:** de baja frecuencia, profundidad de 30 cm (ecografía abdominal y obstétrica).
- **Sonda sectorial:** de baja frecuencia, profundidad de 35 cm (ecografía cardiaca).

2. **Equipo informático:** unidad de procesamiento de la información recogida por la sonda y transformada en impulsos eléctricos que se expresan en forma de imagen.

   Dependiendo de la amplitud de las ondas que se reciben, la imagen ecográfica se va formando con diferente tonalidad según una escala de grises (más ecogénico o brillante cuanta más amplitud vuelva al transductor)[15].

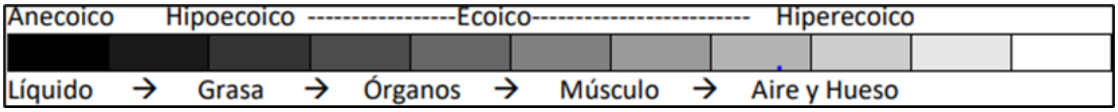


Figura 2. Escala de grises de una imagen ecográfica. Tomado de Fundamentos de ecografía en la canalización de PICCS y Midline [Fotografía] por Vygon, 2020, https://campusvygon.com/es/fundamentos-de-ecografia-en-la-canalizacion-de-piccs-y-midlines/ con permiso de los autores.

CARACTERÍSTICAS Y PARÁMETROS BÁSICOS. TÉCNICA ECOGRÁFICA

Es importante establecer una sistemática de trabajo que nos ayude a conseguir la mejor imagen posible para su interpretación, correcta identificación de estructuras y buena técnica de punción[15-16].

Selección de la sonda adecuada y su manipulación

Seleccionaremos la sonda lineal. Además, esta tiene una marca o muesca que coincide en lateralidad con un punto o logo de la pantalla del ecógrafo, esto nos va a permitir la orientación de la sonda con respecto a la pantalla.

Los planos o cortes que podemos utilizar son:

- **El plano transversal**, donde la sonda se coloca perpendicular al eje mayor del vaso obteniendo imágenes en forma de círculos, y el **plano longitudinal**, donde la sonda se coloca en paralelo al eje mayor del vaso obteniendo imágenes en forma de tubos.

No se puede olvidar conservar suficiente contacto con la piel mediante el gel, cambiar el ángulo para ajustar lo que queremos ver en la imagen e ir desplazando la sonda en función de las estructuras visibles.

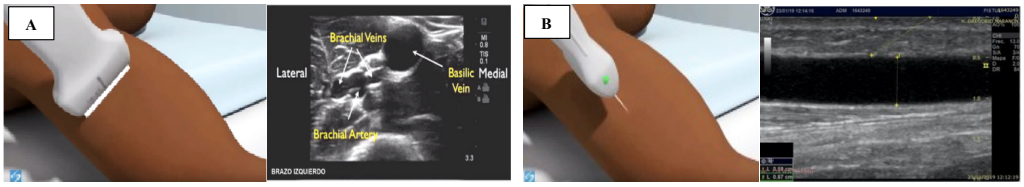


Figura 3. **A)** Colocación de sonda en plano transversal e imagen ecográfica. **B)** Colocación de sonda en plano longitudinal e imagen ecográfica. Adaptado de Doppler: Principios y aplicaciones básicas para el acceso vascular. [Fotografía] por Vygon, 2021, https://campusvygon.com/es/ecografía-doppler-principios-aplicaciones-basicas/ con permiso de los autores.

Reconocimiento de estructuras

Se recomienda el uso del plano transversal. Los vasos en este plano se visualizan como estructuras redondeadas y anecoicas.

- Las **arterias** presentan una forma esférica, son pulsátiles y difícilmente compresibles al ejercer presión con nuestra sonda.
- Las **venas** no son tan esféricas, son fácilmente compresibles, y es posible ver válvulas en su interior. Cuando una vena no se puede comprimir deberemos pensar en la presencia de trombo.
- Los **nervios** se reconocen por tener una estructura de panal.

Profundidad

Nos permite definir la profundidad a la que queremos explorar a nuestro paciente. Lo más recomendable es empezar con mayor profundidad e ir ajustando para que nuestro vaso objetivo de punción quede en el centro de la pantalla. Generalmente se indica en cm o mm en una escala situada en un lateral de la imagen.

Ganancia

Nos permite aumentar o disminuir el brillo de la imagen con el fin de optimizar dicha imagen. Debemos aumentar cuando tengamos zonas oscuras o disminuirla cuando sean demasiado brillantes.

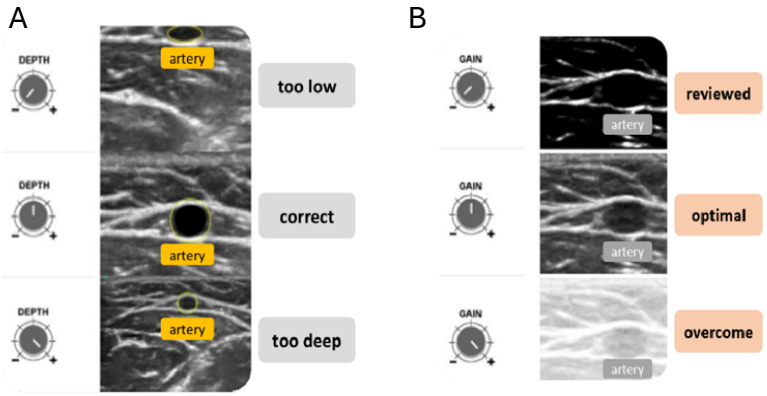


Figura 4. **A)** Ajuste de la profundidad. **B)** Ajuste de la ganancia. Tomado de Ultrasound Technique Procedural Steps [Fotografía] por Terumo, con permiso de los autores.

Doppler

El doppler es una herramienta que nos permite diferenciar vasos arteriales y venosos, evaluar el estado de estos e incluso visualizar posibles trombos en su interior.

- **Doppler color:** el *software* asigna un color al vaso en función del sentido del flujo: ROJO al que se acerca al transductor y AZUL al que se aleja.

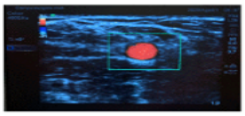
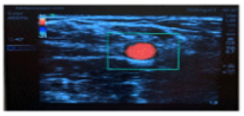
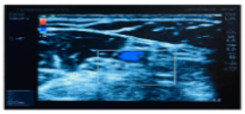
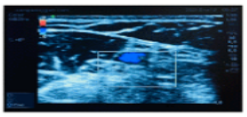
Angulación del Transductor	Color en la zona de muestreo Delimitada por el ROI (Caja de color)	Dirección del Flujo	Tipo de Flujo	Tipo de Vaso
DISTAL		**Rojo** El Flujo fluye hacia el transductor	Flujo de retorno	**Vaso Venoso**
PROXIMAL		**Rojo** El Flujo fluye hacia el transductor	Flujo de eyección	**Vaso Arterial**
DISTAL		**Azul** El Flujo fluye alejándose del transductor	Flujo de eyección	**Vaso Arterial**
PROXIMAL		**Azul** El Flujo fluye alejándose del transductor	Flujo de retorno	**Vaso Venoso**

Figura 5. Estructuras de la cara interna del brazo, en plano transversal y su referencia Doppler color, tipo de flujo y el tipo de vaso según la referencia anatómica. Tomado de Doppler: Principios y aplicaciones básicas para el acceso vascular. [Fotografía] por Vygon, 2021, https://campusvygon.com/es/ecografía-doppler-principios-aplicaciones-basicas/ con permiso de los autores.

- **Doppler pulsado:** presenta un diagrama de curvas en función de la velocidad y el tiempo. Flujo pulsátil en arterias y flujo continuo en venas.

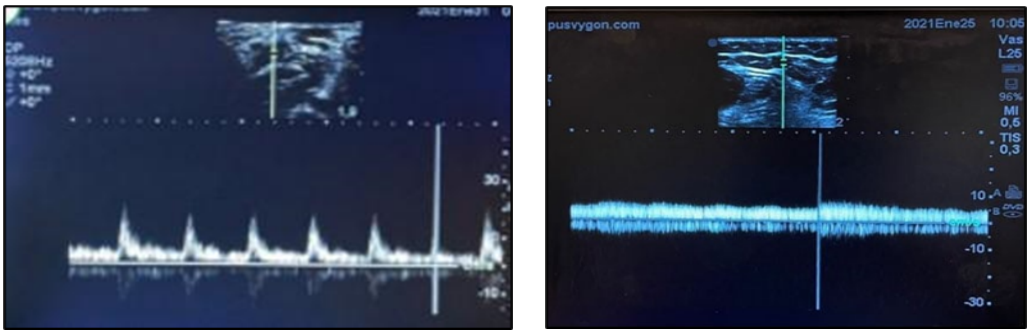


Figura 6. Imagen ecográfica de doppler pulsado: arterial (izda.) y venoso (dcha.). Tomada de Doppler: Principios y aplicaciones básicas para el acceso vascular. [Fotografía] por Vygon, 2021, https://campusvygon.com/es/ecografía-doppler-principios-aplicaciones-basicas/ con permiso de los autores.

Medición del vaso

Para todos aquellos procedimientos estructurales que requieren introductores de gran calibre y el uso de dispositivos de cierre percutáneo es necesario saber previamente el calibre del vaso.

Para ello debemos congelar la imagen y desplazar el cursor a lo largo del diámetro del vaso.

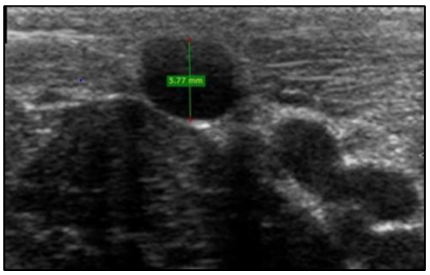


Figura 7. Medición del calibre de un vaso. Adaptado de Doppler: Principios y aplicaciones básicas para el acceso vascular. [Fotografía] por Vygon, 2021, https://campusvygon.com/es/ecografía-doppler-principios-aplicaciones-basicas/ con permiso de los autores.

Mapeo ecográfico

Se trata de una exploración sistemática de los vasos y de las estructuras adyacentes, consiguiendo así información valiosa, para descartar zonas de riesgo, visualizar trombos, zonas estenóticas, calcificadas y analizar cuál es el lugar más apropiado para la punción y viabilidad del recorrido del catéter.

4. RELACIÓN TRANSDUCTOR-VASO-AGUJA

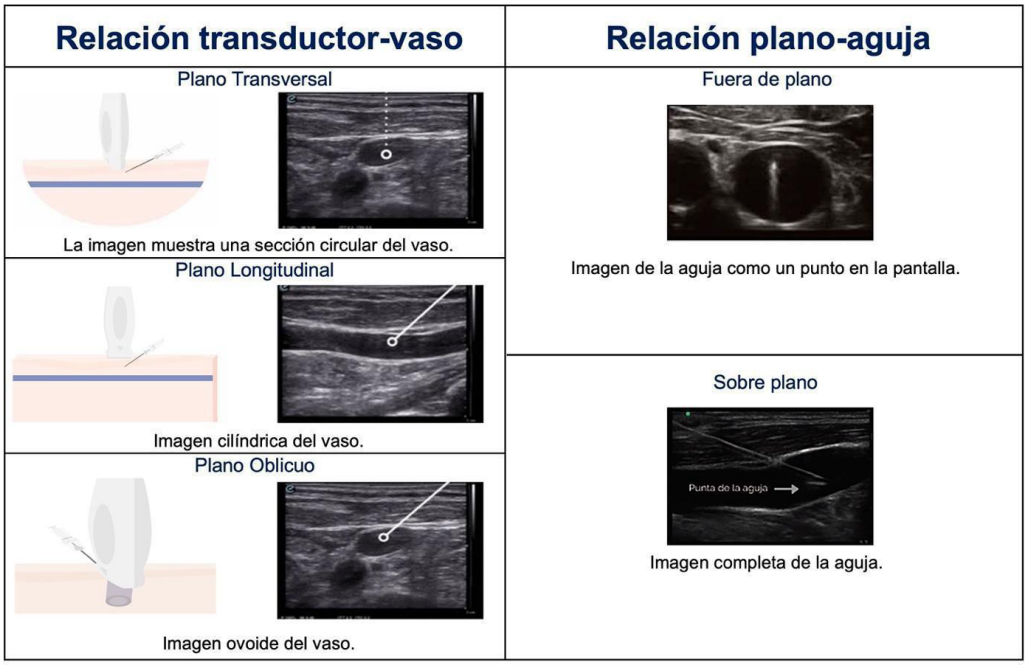


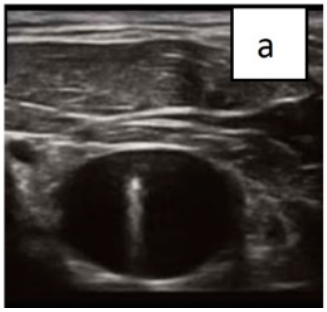
Figura 8. Relación plano-vaso-aguja. Adaptado de Procedimientos ecoguiados: Canalización vascular ecoguiada [Fotografía] por I. Oulengo Erroz, A. Ferrer Barba y J. Gil Antón. https://www.curso.icicardioinfantil.com.ar/media/documents/6-procedimientos-ecoguiados.pdf

Para conseguir una correcta orientación ecográfica durante la punción, debemos aclarar unos conceptos respecto a la relación entre el transductor, el vaso y la aguja de punción.

Teniendo en cuenta la relación transductor-vaso-aguja, los abordajes más utilizados para la punción vascular guiada por ecografía son:

a) ***Punción transversal fuera de plano***

- Colocaremos el transductor perpendicular al vaso.
- Obtendremos imágenes circulares de los vasos.
- Permite tener una visión amplia de la zona.
- Facilita la orientación de operadores inexpertos.



Tomado de Procedimientos ecoguiados: Canalización vascular ecoguiada [Fotografía] por I. Oulengo Erroz y A. Ferrer Barba https://www.curso.icicardioinfantil.com.ar/media/documents/6-procedimientos-ecoguiados.pdf

- La aguja se introduce fuera de plano de manera que la imagen solo muestra un corte transversal de ésta (punto hipercoico [blanco]). La punta de la aguja puede distinguirse por la aparición y la desaparición del punto blanco cuando el plano de la imagen es atravesado por esta.
- El punto de punción se calcula según el principio de triangulación, con un ángulo de 45° con base en el teorema de Pitágoras:

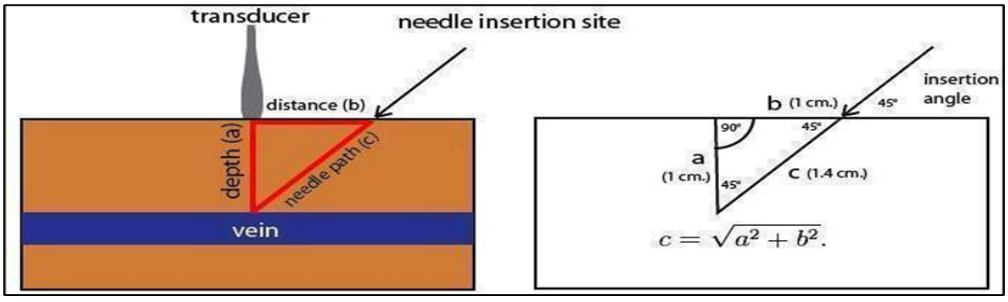


Figura 9. El punto de inserción de la aguja se realiza con un ángulo de 45° y a una distancia superficial del transductor igual a la profundidad del vaso sanguíneo. Tomado de procedimientos ecoguiados: canalización vascular ecoguiada [Fotografía] por I. Oulengo Erroz y, A. Ferrer Barba. https://www.curso.icicardioinfantil.com.ar/media/documents/6-procedimientos-ecoguiados.pdf

- Para mantener la punta de la aguja en la imagen podemos realizar maniobras de seguimiento dinámico de esta, maniobras de deslizamiento y basculación.

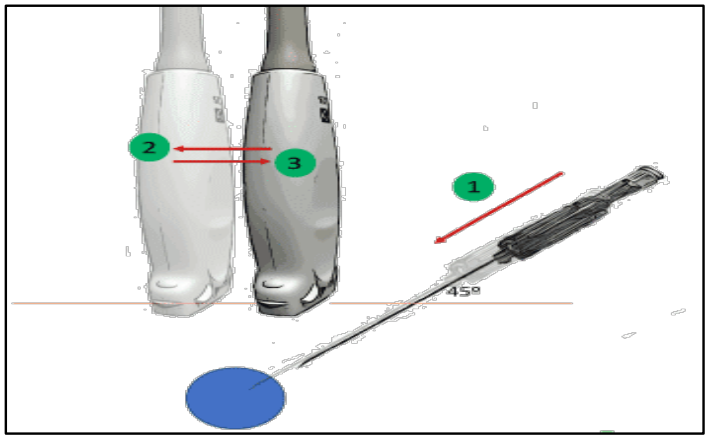


Figura 10. Maniobra de deslizamiento, muy útil en vasos profundos. El transductor pegado a la aguja se desplaza a medida que se introduce la aguja en el tejido hasta ver cómo la punta aparece en el vaso. Tomado de Método Rapeva en ecografía: Valoración venosa y Técnica de punción [Fotografía] por Vygon, 2021, https://campusvygon.com/es/metodo-rapeva-en-ecografia-valoracion-venosa-y-tecnica-de-puncion/ con permiso de los autores.

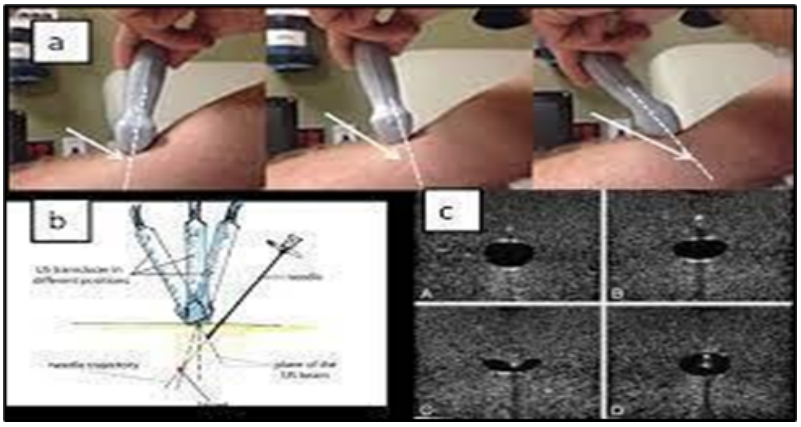
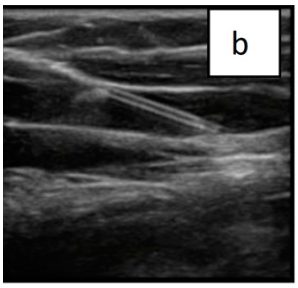


Figura 11. Maniobra de basculación, útil en vasos superficiales. El transductor bascula sobre el punto de punción para conseguir seguir la aguja. Tomado de procedimientos ecoguiados: canalización vascular ecoguiada [Fotografía] por I. Oulengo Erroz y A. Ferrer Barba. https://curso.icicardioinfantil.com.ar/media/documents/6-procedimientos-ecoguiados.pdf

b) ***Punción longitudinal sobre plano***

- Colocaremos el transductor longitudinal al vaso.
- Obtendremos una imagen tubular en la pantalla.
- Es una punción sobre plano y esto nos permite visualizar la aguja en todo su recorrido.



Tomado de *Manual de cuidados intensivos pediátricos*, por J. López-Herce Cid, C. Calvo Rey, C. Rey Galán y A. Rodríguez Núñez 2019, Publimed.

- Tiene como inconveniente que requiere más destreza del operador y no se pueden visualizar estructuras adyacentes ya que debemos mantener el transductor sobre el vaso a puncionar.
- La punción se realiza con la aguja pegada al borde lateral del transductor, necesitando mantenerla lo más centrada posible con el transductor.

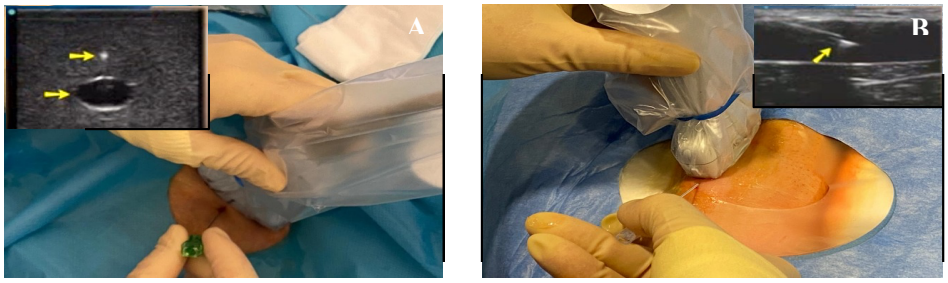
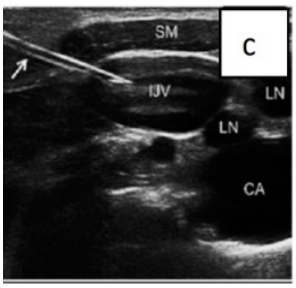


Figura 12. Imágenes de punciones más frecuentes. A) Punción en plano transversal fuera de plano con aguja de micropunción e imagen ecográfica de la punta de la aguja. B) Punción en plano longitudinal sobre plano con angiocatéter y la imagen ecográfica de la punta de la aguja. Fuente: propia.

c) *Punción oblicua en plano*

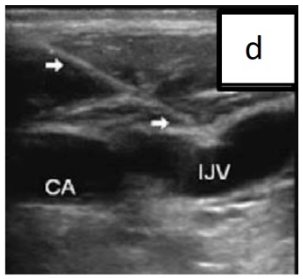
- Colocamos transductor oblicuo al vaso.
- La aguja se introduce pegada al lateral del transductor y la imagen de la aguja en la pantalla es sobre plano.
- Une las ventajas de la técnica transversal fuera de plano y de la longitudinal en plano.
- Sobre todo utilizada para la punción de la vena yugular interna.



Tomado de *Manual de cuidados intensivos pediátricos*, por J. López-Herce Cid, C. Calvo Rey, C. Rey Galán y A. Rodríguez Núñez 2019, Publimed.

d) *Punción transversal sobre plano*

- Colocamos transductor perpendicular al vaso.
- La aguja se introduce desde el centro del transductor y la veremos en la imagen ecográfica en plano.
- Ayuda a evitar estructuras adyacentes al vaso cuando estas se superponen en la imagen.



Tomado de *Manual de cuidados intensivos pediátricos*, por J. López-Herce Cid, C. Calvo Rey, C. Rey Galán y A. Rodríguez Núñez 2019, Publimed.

5. DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA DE PUNCIÓN ECOGUIADA

1. PREPARAR EL ECÓGRAFO Y LOCALIZAR EL VASO SOBRE EL QUE VAMOS A REALIZAR LA PUNCIÓN

Comprobaremos que en el ecógrafo está configurada la sonda lineal de alta frecuencia y el modo 2D.

Mantener en todo momento la relación **OPERADOR–TRANSDUCTOR–ECÓGRAFO:** la **postura y posición del operador** debe ser la **más cómoda posible** para poder realizar la canalización al mismo tiempo que mantenemos en todo momento una visión directa de la imagen ecográfica.

Para ello, se recomienda que la **posición quede alineada en el mismo eje del transductor, pantalla del ecógrafo y nuestra visión**. Así, solo necesitaremos levantar la mirada para poder ver la imagen del ecógrafo.

En relación con el **transductor,** se recomienda que la **muesca de este coincida con la lateralidad de la muesca o marca de la pantalla,** izquierda-izquierda o derecha-derecha, para facilitar la orientación anatómica respecto al paciente

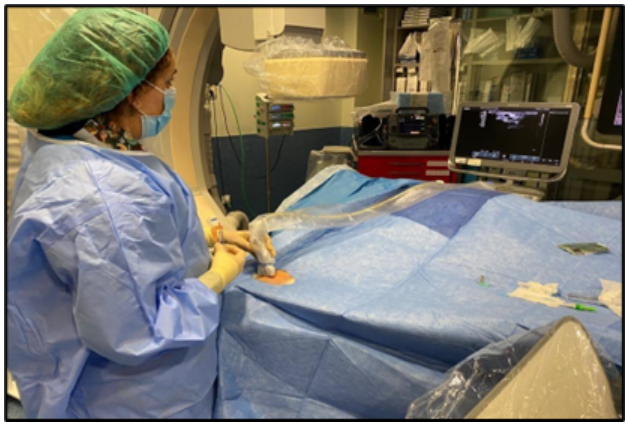


Figura 13. Relación OPERADOR-TRANSDUCTOR-ECÓGRAFO. Fuente: propia.

2. REALIZAR UN MAPEO ECOGRÁFICO PRELIMINAR (NO ESTÉRIL)

Antes de iniciar la canulación, se debe realizar un mapeo ecográfico de la zona para determinar si el sitio es adecuado e identificar tanto los vasos como las estructuras circundantes. Se debe ajustar la profundidad para situar el vaso en el tercio medio del monitor y modificar la ganancia hasta visualizar los vasos sanguíneos como estructuras anecoicas (negras) y los tejidos circundantes en tonos grises. En caso de duda, se puede emplear:

- Modo doppler color: para confirmar la permeabilidad del vaso.
- Modo doppler espectral: para identificar flujo pulsátil o su ausencia.

Una vez elegido el vaso, procederemos a preparar la piel con clorhexidina alcohólica, dejando que seque adecuadamente.

3. PREPARAR EL EQUIPO Y EL CAMPO ESTÉRIL

Se preparará todo el material necesario para el procedimiento, y se cubrirá el ecógrafo con funda estéril.

Antes de colocar la funda, se aplicará gel de ultrasonido (no estéril) sobre el transductor. Una vez cubierta, se eliminarán posibles burbujas de aire que puedan distorsionar la imagen.

4. INYECTAR ANESTESIA EN EL SITIO DE PUNCIÓN

Colocaremos gel de ultrasonido estéril en la sonda y localizaremos la zona de punción. Con la sonda colocada en el plano transversal, inyectaremos el anestésico por vía subcutánea, evitando así la inyección intravascular del anestésico.

5. PUNCIÓN DEL VASO

En función del tipo de vaso a canalizar seguiremos procedimientos ligeramente distintos

5.1 PUNCIÓN DE LA ARTERIA RADIAL

En este caso se recomienda hacer la punción con el transductor colocado en el eje longitudinal sobre plano para poder visualizar la aguja en todo momento. Esta técnica requiere mayor experiencia del operador, por lo que podemos localizar la arteria utilizando el plano transversal y una vez introducida la aguja girar el transductor 90° para colocarnos en el plano longitudinal y ver así cómo la aguja se introduce en la arteria[9]. Una vez localizada la arteria con el ecógrafo, con la mano no dominante sujetaremos el transductor sobre la muñeca y colocaremos la imagen de la arteria en el centro de nuestra pantalla. Con la mano dominante realizaremos la punción de la arteria con un ángulo de entre 30° y 60° dependiendo de la profundidad de esta; a mayor profundidad, mayor angulación.

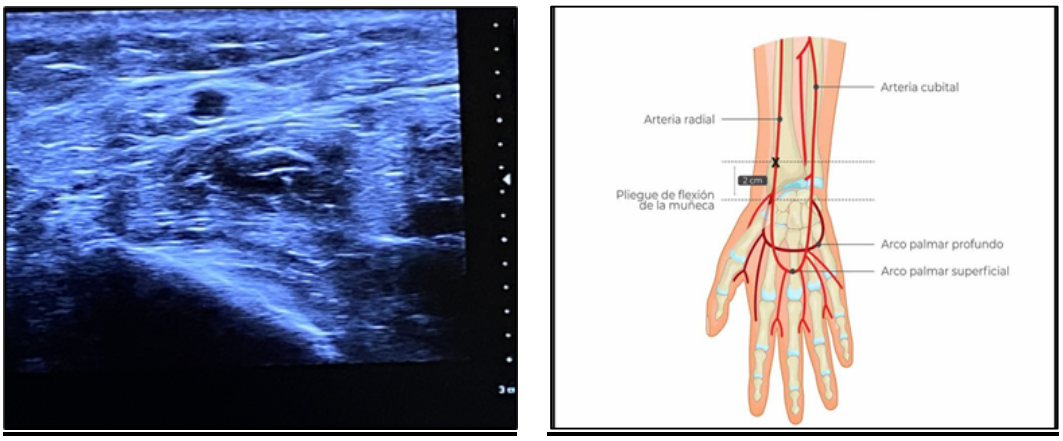


Figura 14. Anatomía e imagen ecográfica de arteria radial. Tomada de Transradial Approach for Coronary Interventions: The New Gold Standard for Vascular Access (p. 6) por A. Guedes, 2012, *Coronary Interventions*.

5.2 PUNCIÓN DE LA ARTERIA FEMORAL

Previamente a la colocación del campo estéril se debería hacer un mapeo ecográfico para visualizar la AFC, su bifurcación, la vena femoral y la cabeza del fémur. Es recomendable evaluar la arteria en el plano longitudinal desde la bifurcación hasta la pelvis para valorar la presencia de placas de ateroma y, posteriormente, en el plano transversal donde podremos medir el calibre de la AFC y localizar la vena femoral[17].

La evaluación previa con ultrasonidos nos va a permitir localizar las zonas de la arteria con mayores acúmulos de calcio, siendo recomendable realizar la punción en la zona con menor calcio en la pared anterior.

Una vez que hemos evaluado mediante ecografía la AFC y posicionada la extremidad de forma que nos permita tener el mejor acceso a la hora de pinchar, procederemos a montar el campo estéril, colocar la funda estéril de protección del ecógrafo y, de nuevo, localizaremos la zona de punción elegida. Colocaremos la sonda para obtener un plano transversal y centraremos la arteria en la pantalla. Una vez infiltrado el anestésico local bajo control ecográfico, pincharemos con la aguja en un ángulo de entre 30 y 45°, entrando a la distancia del transductor equivalente a la profundidad del vaso en la pantalla del ecógrafo. Visualizaremos en la pantalla cómo avanza la punta de la aguja deslizando o basculando el transductor a medida que avanzamos hasta que veamos que la aguja presiona deformando levemente el vaso y luego penetra en el interior de vaso. Una vez que estemos dentro del vaso se completará la canalización con la técnica de Seldinger. La guía debe pasar libremente sin resistencia dentro del vaso, no debemos forzar su paso ya que podemos lesionar o crear una falsa vía, por lo que es recomendable visualizar con el ecógrafo que está intraluminal (rotaremos 90° a un plano longitudinal si es posible). En caso de que la guía no progrese es preferible retirar la aguja y realizar un nuevo intento.

5.3 PUNCIÓN DE LA VENA FEMORAL

Los vasos femorales comunes se encuentran dentro de la vaina femoral en el triángulo femoral formado por el ligamento inguinal y los músculos aductor largo y sartorio. Muchos pacientes presentan una anomalía anatómica con respecto a la descripción de los libros de texto, existiendo una importante superposición de la vena y la arteria, tanto en adultos como en niños[6]. El mapeo ecográfico identifica tanto la vena femoral común como la vena safena mayor uniéndose a ella, así como las ramas superficiales y profundas de la arteria femoral común[17].

Podemos utilizar dos abordajes para llevar a cabo la punción venosa ecoguiada: el longitudinal en plano y el transversal fuera de plano ya descritos anteriormente[13]. Ambas tienen ventajas y desventajas. El abordaje longitudinal permite seguir la trayectoria de la aguja desde su entrada en la piel hasta el contacto con la vena diana. Como contrapartida, las estructuras adyacentes, y sobre todo la arteria acompañante, no se visualizan en el mismo plano, mientras que el abordaje transversal permite ver en el mismo plano las estructuras adyacentes que deben evitarse durante la punción. Sin embargo, con esta técnica es más difícil visualizar la punta de la aguja de punción; para ello se debe ajustar el ángulo de la sonda con el fin de hacer coincidir el plano

de la aguja y el plano de la sonda. Podemos mejorar la visualización de la vena diana pidiéndole al paciente que realice una maniobra de Valsalva.

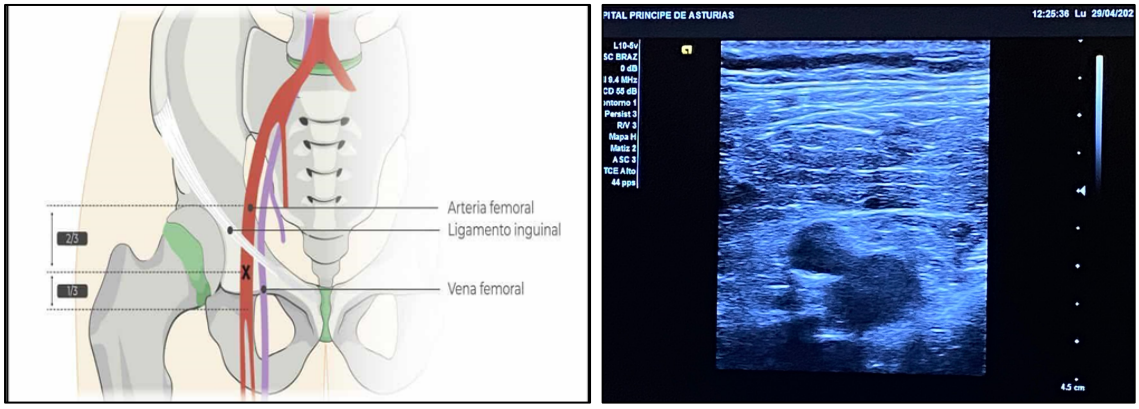


Figura 15. Anatomía e imagen ecográfica de arteria y vena femoral. Tomada de Transradial Approach for Coronary Interventions: The New Gold Standard for Vascular Access (p. 6) por A. Guedes, 2012, *Coronary Interventions*.

5.4 PUNCIÓN DE LA VENA YUGULAR INTERNA

El abordaje de la vena yugular interna derecha se realiza a través del triángulo de Sedillot[18]. Se debe realizar un mapeo ecográfico preliminar con una vista de eje corto (transversal) comenzando en la punta del triángulo cervical anterior y deslizando lentamente la sonda en dirección proximal (hacia la clavícula) a lo largo del borde lateral de la cabeza esternal del esternocleidomastoideo. El tamaño de la vena yugular interna varía con la respiración y se incrementa con la posición de Trendelenburg y la maniobra de Valsalva[19].



Figura 16. Triángulo de Sedillot e imagen ecográfica de la vena yugular y la arteria carótida. Adaptado de Ultrasonido para accesos vasculares centrales. Un concepto de seguridad que se renueva día a día: revisión (p. 5), por A. Fabricio Caballero y K. Villarreal, 2018, *Colombian Journal of Anestesiology*, 46.[1]

Aunque la técnica más empleada es la punción transversal fuera de plano, hay estudios que sugieren que la canalización de la vena yugular interna en oblicuo aumenta el porcentaje de canalización al primer intento y reduce las complicaciones. Este abordaje nos permite la inserción de la aguja en plano a la vez que mantiene una visión de la carótida y las estructuras adyacentes en todo momento[20].

Una vez decidido el abordaje guiado por ecografía, seguiremos con la técnica de Seldinger para la canalización de la vena.

5.5 PUNCIÓN DE LA VENA BASÍLICA

Se realizará un mapeo ecográfico de las venas del brazo para localizar la vena basílica, vena braquial, arteria braquial y nervio mediano y así poder elegir la vena más apropiada para insertar el introductor de 7F para el catéter de Swan-Ganz[7].

Una vez colocado el compresor, y vestido el transductor con la funda estéril, vamos a coger el transductor con nuestra mano no dominante y con la mano dominante se realiza la punción utilizando la técnica de Seldinger clásica o la modificada (micro-Seldinger), hasta dejar colocado el introductor.

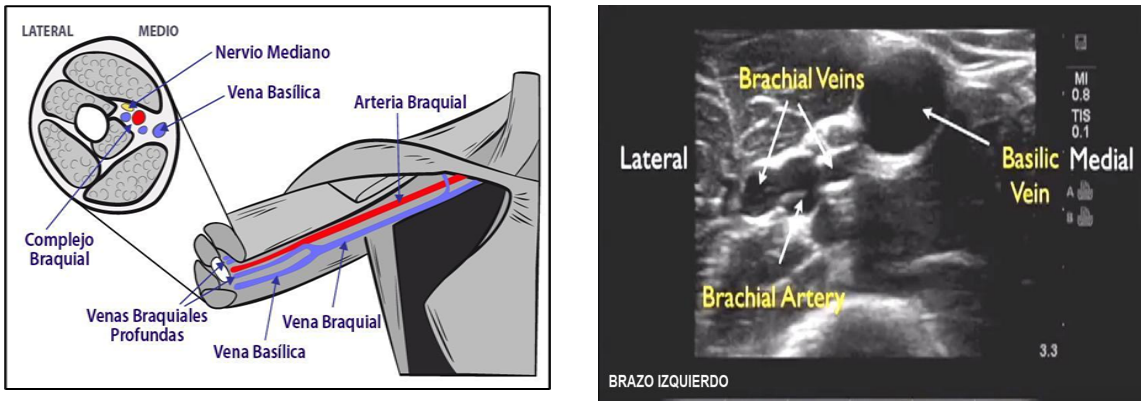


Figura 17. Anatomía e imagen ecográfica de las venas del brazo. Adaptado de Fundamentos de ecografía en la canalización de PICCS y Midline [Fotografía] por Vygon, 2020, https://campusvygon.com/es/fundamentos-de-ecografia-en-la-canalizacion-de-piccs-y-midlines/ con permiso de los autores.

6. CONCLUSIONES

El acceso vascular es una parte esencial de cualquier procedimiento intervencionista coronario o estructural. La incorporación de la ecografía a este campo gracias a la visualización en tiempo real proporciona una mayor precisión en la punción y un mayor conocimiento acerca de las estructuras vasculares (localización, diámetro, profundidad y recorrido) y de aquellas estructuras adyacentes como arterias y nervios, además

de tener en cuenta la variabilidad individual anatómica, evitando así la punción accidental de estas. Todo ello permite optimizar al máximo la técnica y nos aporta una mayor seguridad en la canalización de dichos accesos en relación con aquellos procedimientos realizados exclusivamente por palpación o por referencias anatómicas, suponiendo una disminución en el número de complicaciones, y por consiguiente una mejora en la seguridad y cuidados del paciente. Aun así, debemos tener en cuenta dichas complicaciones para intentar reducirlas lo máximo posible[13-22].

BIBLIOGRAFÍA

1. Leibowitz A, Oren-Grinberg A, Matyal R. *Ultrasound Guidance for Central Venous Access: Current Evidence and Clinical Recommendations.* J Intensive Care Med. 2020 Mar;35(3):303-321. doi: 10.1177/0885066619868164.
2. Saugel B, Scheeren TWL, Teboul JL. *Ultrasound-guided central venous catheter placement: a structured review and recommendations for clinical practice.* Crit Care. 2017 Aug 28;21(1):225. doi: 10.1186/s13054-017-1814-y. PMID: 28844205; PMCID: PMC5572160.
3. López-Herce Cid J., Calvo Rey C., Rey Galán C., Rodríguez Núñez A. *Manual de cuidados intensivos pediátricos.* 2019. ISBN: 978-84-09-10203-7.
4. Lamperti M, Bodenham AR, Pittiruti M, Blaivas M, Augoustides JG, Elbarbary M, Pirotte T, Karakitsos D, Ledonne J, Doniger S, Scoppettuolo G, Feller-Kopman D, Schummer W, Biffi R, Desruennes E, Melniker LA, Verghese ST. *International evidence-based recommendations on ultrasound-guided vascular access.* Intensive Care Med. 2012 Jul;38(7):1105-17. doi: 10.1007/s00134-012-2597-x. Epub 2012 May 22. PMID: 22614241.
5. Ministerio de Sanidad Servicios Sociales e Igualdad. *Anexo Bacteriemia Zero. Proyecto Bacteriemia Zero. Seguridad del Paciente*. Disponible en: https://www.seguridaddelpaciente.es/resources/documentos/2015/ANEXO S_Bacteriemia_zero.pdf.
6. Troianos CA, Hartman GS, Glas KE, Skubas NJ, Eberhardt RT, Walker JD, Reeves ST; *Councils on Intraoperative Echocardiography and Vascular Ultrasound of the American Society of Echocardiography. Guidelines for performing ultrasound guided vascular cannulation: recommendations of the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists.* J Am Soc Echocardiogr. 2011 Dec;24(12):1291-318. doi: 10.1016/j.echo.2011.09.021. PMID: 22115322.
7. LaGreca A, Pittiruti M, Emoli A, Scoppettuolo G, Biasucci D. *Proposal of a standardized training model for ultrasound guided insertion of central venous catheters.* Intensive Care Medicine Conference: 22nd Annual Congress of the European Society of Intensive Care Medicine, ESICM Vienna Austria. 2009 35:s304.
8. Bertrand OF, de Palma R, Meerkin D. *Vascular Access. Percutaneous Interventional Cardiovascular Medicine*. 2014;1:1-16. Disponible en: http://www.pcronline.com/eurointervention/textbook/pcr-textbook/chapter/3-24.php.
9. White L, Halpin A, Turner M, Wallace L. *Ultrasound-guided radial artery cannulation in adult and paediatric populations: a systematic review and meta-analysis.* Br J Anaesth. 2016 May;116(5):610-7. doi: 10.1093/bja/aew097. PMID: 27106964.
10. Miller AG, Cappiello JL, Gentile MA, Almond AM, Thalman JJ, MacIntyre NR. *Analysis of radial artery catheter placement by respiratory therapists using ultrasound guidance.* Respir Care. 2014 Dec;59(12):1813-6. doi: 10.4187/respcare.02905. Epub 2014 Jul 15. PMID: 25233385.

11. Franco-Sadud R, Schnobrich D, Mathews BK, Candotti C, Abdel-Ghani S, Perez MG, Rodgers SC, Mader MJ, Haro EK, Dancel R, Cho J, Grikis L, Lucas BP; SHM *Point-of-care Ultrasound Task Force*; Soni NJ. *Recommendations on the Use of Ultrasound Guidance for Central and Peripheral Vascular Access in Adults: A Position Statement of the Society of Hospital Medicine*. J Hosp Med. 2019 Sep;14(9):E1-E22. doi: 10.12788/jhm.3287. PMID: 31561287; PMCID: PMC10193861.

12. He YZ, Zhong M, Wu W, Song JQ, Zhu DM. *A comparison of longitudinal and transverse approaches to ultrasound-guided axillary vein cannulation by experienced operators*. J Thorac Dis. 2017 Apr;9(4):1133-1139. doi: 10.21037/jtd.2017.03.137. PMID: 28523170; PMCID: PMC5418287.

13. Freixa X, Romaguera R, Botas J, Trillo R, Martín-Moreiras J., Jurado-Román A. *Abordaje de los accesos vasculares en intervencionismo en cardiopatía estructural*. REC Interv Cardiol. 2022;4:311-318. DOI: https://doi.org/10.24875/RECIC.M22000327

14. Pedro Michael Baique-Sánchez. *Basic of central venous access with ultrasound guidance*. Rev Hisp Cienc Salud. Vol .2 No.1. 2016.

15. Borrego R, González Cortés R, *Fundamentos básicos en ecografía*, UCIP del Hospital Universitario de Toledo y UCIP, Hospital Universitario Gregorio Marañón Madrid - 2018. Disponible en https://secip.com/images/uploads/2018/09/1-FUNDAMENTOS-BASICOS- DE-ECOGRAF%C3%8DA.pdf

16. López Álvarez S, Illodo Miramontes G, Vizcaino Martínez L, López González J.M, López Pais P, Vidal Ferro I, López Rodríguez M, Sobrino Ramallo J, Cabadas Avión R, Broullón Dobarro A, de la Iglesia López A, Rey Calvete A, Del Corral Lorenzo C, Jiménez Gómez B.M, Vázquez del Valle S, Limeres Arias E, Carolina Freijeiro González M, Torres Rodríguez D, Mosquera Díaz B, González Cabano M, Pérez Díaz M. A, Parames Mosquera E, Lamelas Rodríguez L, Lage Rey M, Curt Nuño F, Cordeiro Da Silva J.C, Pampín Conde M.J, Barrerio Pardal C, Morán Álvarez A. *Manual básico de técnicas ecoguiadas en el tratamiento del dolor crónico*. Disponible en: https://sgador.com/wp-content/uploads/2018/04/Manual-ECO-DOLOR- SGADOR.pdf

17. Eltelbany M, Fabbri M, Batchelor W.B, Cilia L, Ducoffe A, Endicott K, Epps K, McBurnie A, Neville R, Rosner C, Sherwood M.W, Spinosa D, Truesdell A.G, Vorgang C, Damluji A.A, Tehrani B.N. *Best practices for vascular arterial access and closure: a contemporary guide for the cardiac catheterization laboratory*. Front Cardiovasc Med. 2024 Mar 14; 11:1349480.

18. Fariña Hernandez A, Sánchez Dorta N, De Bonis Redondo E. *Accesos Vasculares de Alto Flujo: Localización Yugular y Femoral*. En: Lorenzo V, López Gómez JM (Eds). Nefrología al día. ISSN: 2659-2606. Disponible en: https://www.nefrologiaaldia.org/606

19. Fariña Hernández A, Sánchez Dorta N, De Bonis Redondo E. *Técnicas de Ecografía Diagnóstica e Intervencionista en Nefrología: Canalización de vía de alto flujo yugular y femoral*. En: Lorenzo V., López Gómez JM (Eds). *Nefrología al día*. Disponible en: https://www.nefrologiaaldia.org/es-tecnicas-canulacion-cateter-yugular

20. SECIP: Sociedad Española de Cuidados Intensivos pediátricos. *Procedimientos ecoguiados*. [Internet] España. 2018 disponible en: https://secip.com/wpcontent/uploads/2018/09/6PROCEDIMIENTOSECOGUIADOS.pdf

21. Metrodoraenfermería. Blog de enfermería. s.f. *Punción vascular ecoguiada: claves para reducir el dolor en el paciente*. Disponible en: https://metrodoraenfermeria.com/blogs/blog- enfermeria/puncion-vascular-ecoguiada

22. Fernández Maese K.M., García Aranda F.J., Gómez Fernández M., Ramírez Yañez P., Rodríguez García-Abad V., Sánchez Hernández E.M., Seoane Bello M. *Manual de Enfermería en Cardiología Intervencionista y Hemodinámica*. Protocolos unificados.

CAPÍTULO V

PROCEDIMIENTOS DIAGNÓSTICOS

Asociación Española de
Enfermería en Cardiología

TEMA 14

CATETERISMO CARDIACO DERECHO E IZQUIERDO. CORONARIOGRAFÍA. PONTOGRAFÍA. VENTRICULOGRAFÍA DERECHA E IZQUIERDA. AORTOGRAFÍA

Blanca Garoz Martín, Marta Teresa Villalta Sevilla, Lucía Sánchez Ugena, Marta María Manteiga Díaz, Ana Isabel Moratino Villalba, Celia Catalán Sánchez

Unidad Hemodinámica Hospital Universitario de Toledo. Toledo.

1. CATETERISMO CARDIACO

1.1 INTRODUCCIÓN

El cateterismo cardiaco es un procedimiento invasivo que, mediante el uso de catéteres, permite el estudio anatómico de las arterias coronarias y los grandes vasos, la medición de presiones en distintas zonas del sistema cardiovascular y la evaluación funcional del corazón, incluyendo patologías valvulares[1].

El primer cateterismo en humanos se llevó a cabo en 1929 y, desde entonces, su técnica ha evolucionado significativamente, convirtiéndose en un método con múltiples propósitos: no solo diagnósticos y de investigación, sino también terapéuticos.

Si bien el cateterismo intravascular es una herramienta valiosa, conlleva riesgos inherentes a su carácter invasivo. Estos incluyen complicaciones relacionadas con la vía de abordaje, la exposición a rayos X y el uso de medios de contraste, además de factores dependientes de la condición clínica del paciente, la enfermedad de base y la experiencia del equipo médico. Aunque en la actualidad el riesgo de muerte o complicaciones graves durante un cateterismo diagnóstico es bajo, siempre debe evaluarse cuidadosamente el balance riesgo-beneficio para cada paciente. Se ha descrito que la tasa de complicaciones es inferior al 2 %, siendo los eventos más frecuentes las complicaciones vasculares (1 %), como pseudoaneurismas o fístulas, y las hemorragias severas (0,26 %). El acceso radial ha demostrado reducir significativamente la incidencia de estas complicaciones. Otras posibles consecuencias incluyen muerte (0,10 %), infarto (0,06 %), reacciones adversas al contraste (0,23 %) e ictus (0,07 %).

1.2 INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES

El cateterismo cardiaco está indicado para síndromes coronarios crónicos, SCASEST, SCACEST, insuficiencia cardiaca, valvulopatías, seguimiento del paciente trasplantado, arritmias, miocardiopatía hipertrófica, hipertensión pulmonar, preoperatorio de cirugía no cardiaca y cardiopatías congénitas[1,2].

En la actualidad, no se considera que existan contraindicaciones absolutas para realizar un cateterismo, más bien se consideran contraindicaciones relativas o factores

que aumentan el riesgo del procedimiento, pero no lo contraindican. Algunas contraindicaciones relativas son insuficiencia renal, fiebre, infección no tratada, alergia al contraste yodado sin tratamiento profiláctico, accidente cerebrovascular agudo, coagulopatía severa, etc[1,2].

1.3 MATERIAL NECESARIO

Material estándar: equipo de ropa estéril (batas, paños, sábana fenestrada), fundas de pantalla, gasas y compresas, bateas estériles, agujas para anestesia (subcutánea o intramuscular según la vía de abordaje), jeringas estándar 10 ml, bisturí, conexiones para dispositivo mecánico de inyección de contraste.

Si el sistema de inyección es manual se necesita: *manifold* para inyección manual, transductores de presión y alargadera para toma de presiones, sistemas de suero sin toma de aire para suero presurizado y con toma de aire para contraste, jeringa *luer-lock* para inyección manual de contraste y cánula de alta presión para inyectora de contraste (para ventriculografía y aortografía).

Material específico: aguja de punción percutánea según vía de abordaje, introductor para la inserción y cambio de catéteres sin traumatismo ni sangrado de los vasos.

El introductor está compuesto por vaina, dilatador y guía. Su calibre depende del procedimiento y de la vía de abordaje.

Guía: la guía se emplea para introducir los catéteres y debe avanzar siempre por delante de este para evitar traumatismo en la pared vascular. Existen guías de diferentes materiales, montaje, longitud, tamaño y forma. Están recubiertas para evitar la fricción con el catéter y la trombogenicidad.

Catéteres: sonda delgada y flexible que se avanza a través de los vasos sanguíneos hasta el corazón. Se clasifican por su diámetro externo/interno, longitud, forma y curva distal.

Inyector de contraste: equipos para administración de contraste radiopaco a través de los catéteres bajo fluoroscopia. Existen sistemas manuales y mecánicos **(Figura 1)**.

- Jeringas heparinizadas (oximetrías, gasto cardiaco por FICK, cortocircuitos).
- Medicación según el procedimiento a realizar.



Figura 1. Bomba inyectora de contraste.

1.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

El procedimiento se realiza en una sala de Hemodinámica en condiciones de asepsia[1].

- Colocación del paciente en decúbito supino sobre la mesa de exploración.
- Monitorización y registro de electrocardiograma.
- Asepsia de la zona de punción y preparación del campo estéril.
- Conexión, purgado y calibración del 0 a nivel medioauricular de los transductores de presión.
- Anestesia local y acceso vascular con técnica de Seldinger.
- Inserción de catéteres previo lavado con suero fisiológico heparinizado.
- Registro y análisis de presiones intracavitarias.
- Angiografía de las estructuras cardiovasculares a estudiar.
- Retirada de catéteres e introductores. Hemostasia de la zona de punción mediante compresión manual, mecánica o con dispositivos de cierre percutáneo.

1.5 INTERVENCIONES DE ENFERMERÍA EN PROCEDIMIENTOS CARDIOVASCULARES PERCUTÁNEOS

Precateterismo

- Informar al paciente y a la familia del protocolo de actuación. Comprobar que se dispone del consentimiento informado firmado.
- *Checklist*: verificar identidad del paciente, ayunas, alergias, historia clínica, comprobar pautas de anticoagulación/antiagregación y también la necesidad o no de protocolos específicos de protección renal o alergia al yodo.
- Pesar y tallar al paciente.
- Higiene corporal, retirada de joyas, esmalte de uñas y prótesis dentales, rasurado del área de punción y personalizar el uso de audífonos y gafas.
- Canalizar vía venosa periférica y comprobar permeabilidad de vías, sondas...
- Preparación de la sala comprobando el correcto funcionamiento de los equipos.

Intracateterismo

- Monitorización del paciente.
- Preparación y asepsia del área de acceso vascular periférico.
- Montaje de campo estéril, material específico, e inyector de contraste.
- Enfermera instrumentista: instrumentar durante el procedimiento manteniendo el campo estéril.

- Enfermera circulante: atención al paciente y apoyo a la enfermera instrumentista y al hemodinamista.
- Enfermera poligrafista: registro del procedimiento.
- Detectar y tratar precozmente las posibles complicaciones.

Poscateterismo

- Retirada del introductor según protocolo de la unidad.
- Hemostasia de la zona de punción valorando pulsos distales, signos de sangrado, hematoma o compromiso neurovascular.
- Recoger y desechar material fungible.
- Traslado del paciente.

Para poder cubrir estas funciones, enfermería debe estar formada y actualizada en los procedimientos que realiza, siendo esto de gran importancia en áreas tan complejas e innovadoras como la hemodinámica.

2. CATETERISMO DERECHO

El cateterismo cardiaco derecho es una herramienta única no solo en el diagnóstico, sino también en el tratamiento de pacientes con una amplia gama de enfermedades cardiovasculares. La técnica se remonta al siglo XVIII, pero los mayores avances se produjeron en el siglo XX[1,3].

Los parámetros obtenidos del cateterismo cardiaco derecho son fundamentales para la clasificación de la hipertensión pulmonar en distintos subgrupos, la evaluación del riesgo de eventos adversos o mortalidad y la toma de decisiones terapéuticas. Además, desempeñan un papel clave en la evaluación previa al trasplante cardiaco y pulmonar, permiten la monitorización de la respuesta a determinados tratamientos y facilitan el acceso a la biopsia cardiaca.

La complicación más frecuente de este procedimiento es la aparición de arritmias causadas por la estimulación del miocardio con el catéter, especialmente extrasístoles supraventriculares y ventriculares. Por lo general, estas arritmias son bien toleradas por el paciente y se resuelven espontáneamente. En raras ocasiones, pueden presentarse complicaciones más graves, como la rotura de la arteria pulmonar o el infarto pulmonar.

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

- Preparación del paciente. Se detalla en los puntos 1.4 y 1.5.
- Punción preferiblemente de vena basílica, yugular interna o femoral.

- Utilización de catéteres que permiten registrar presiones, obtener muestras de sangre, inyección de suero, fármacos, contraste, etc. El catéter de Swanz Ganz[4] es uno de los más empleados **(Figura 2)**.



Figura 2. Catéter de Swanz Ganz. (www.cardioteca.com)

- El catéter de Swanz Ganz consta de tres luces y cable con la conexión del termistor.
  - ✓ Luz distal (color amarillo): termina en la punta del catéter y sirve para medir la presión de la arteria pulmonar (PAP) y extraer sangre para oximetrías.
  - ✓ Luz proximal (color azul): a 30 cm de la punta, queda ubicada en la aurícula derecha (AD), sirve para medir presión, para extraer muestras de sangre, administrar fármacos, medir presión venosa central (PVC) e inyectar bolos de suero frío cuando se mide el gasto cardiaco por termodilución.
  - ✓ Luz para inflado del balón y enclavamiento del mismo, y para medir presión capilar pulmonar (PCP).
  - ✓ Cable con conexión del termistor: conectado a un sensor de temperatura en la punta del catéter.
- El catéter se avanza desde la zona de punción hasta la aurícula derecha, ventrículo derecho (VD), arteria pulmonar y capilar pulmonar.
- Registrar presiones en las diferentes cavidades.
- Medición del Gasto Cardiaco (GC) o Volumen Minuto en arteria pulmonar: es la cantidad de sangre que el corazón bombea al minuto. En condiciones normales, el gasto de ambos ventrículos es el mismo, unos 4-8 l/min. Tipos de medición:
  - ✓ Consumo de oxígeno de Fick basándose en el contenido arterial de oxígeno medido en VI, en la sangre venosa mixta y el consumo de oxígeno. Es el más exacto, pero el más difícil de medir por la dificultad de mensurar el consumo de oxígeno.
  - ✓ Método de termodilución: el cambio de temperatura al inyectar un diluyente es inversamente proporcional a la cantidad de sangre que fluye a través de la arteria pulmonar. Es el utilizado con más frecuencia.

Procedimiento para medición del GC por termodilución

- El termistor mide la temperatura interna corporal del paciente, luego la temperatura del bolo de suero inyectado y después la temperatura del extremo distal del catéter.

- Comprobar que el catéter está en la arteria pulmonar.
- Conectar el cable de la consola al termistor del Swanz Ganz.
- Inyectar un bolo de suero frío de 10 ml en menos de 4 segundos por la luz proximal y observar la curva de termodilución (temperatura/tiempo): habrá un ascenso rápido y un descenso suave y una cifra digital con uno o dos decimales.
- Registrar el valor en l/min y repetir dos veces más con bolos de suero frío.
- Si las curvas son similares se hace promedio del valor de las tres, si están dentro del 10 % del valor medio. El GC será el promedio de las tres mediciones.

2.2 VENTRICULOGRAFÍA DERECHA

La función ventricular derecha puede verse comprometida en diversas enfermedades que afectan tanto a los pulmones como al corazón. En casos de disfunción ventricular derecha grave, su impacto es determinante en el pronóstico y en la elección del tratamiento clínico[3].

En el contexto de isquemia e infarto de miocardio del ventrículo derecho, la alteración funcional no se debe principalmente a un aumento de la poscarga, sino a la afectación isquémica del ventrículo derecho, lo que ocurre con mayor frecuencia en el infarto agudo de miocardio inferior.

La evaluación de la insuficiencia ventricular derecha se realiza mediante diversas técnicas, como la termodilución con catéter de arteria pulmonar, la ventriculografía con contraste y radionúclidos, la ecocardiografía y la resonancia magnética. Para la angiografía, se emplea un catéter Berman o similar, que se avanza hasta el ventrículo derecho.

3. CATETERISMO IZQUIERDO

El cateterismo cardiaco izquierdo es un procedimiento invasivo en el que se inyecta contraste a través de una vía de abordaje arterial o retrógrada, utilizando accesos como la arteria radial, cubital, femoral o braquial. Este estudio permite evaluar tanto la anatomía como la fisiología del sistema cardiocirculatorio. Dentro de sus aplicaciones, se incluyen la coronariografía y la ventriculografía izquierda, además de la posibilidad de realizar aortografía y pontografía.

3.1 CORONARIOGRAFÍA[1,5]

La coronariografía, dentro del cateterismo cardiaco, es un procedimiento diagnóstico clave para el estudio de las arterias coronarias. Mediante la inyección selectiva de contraste yodado en cada arteria, permite evaluar la presencia y gravedad de la arteriosclerosis coronaria, la existencia de estenosis, el espasmo coronario, así como la presencia de trombos y aneurismas.

Dicha técnica permite visualizar detalladamente la anatomía de las arterias coronarias, incluyendo su origen, tamaño, trayectoria, ramas, presencia de fístulas y vasos colaterales. Toda esta información resulta fundamental para establecer el pronóstico del paciente y determinar la necesidad de una técnica de revascularización.

La evaluación del flujo coronario en la coronariografía se calcula por la escala de *Thrombolysis in Myocardial Infarction* (TIMI), siendo TIMI 0 sin flujo anterógrado, TIMI 1 flujo anterógrado que sobrepasa la oclusión sin llegar a ramas distales, TIMI 2 flujo anterógrado retardado o pulsado, pero si abarca ramas distales y TIMI 3 flujo normal.

En cuanto a la severidad de la estenosis, se considera severa si ocluye el 70 % o más de la luz arterial, moderada si ocluye entre el 50 % y el 70 % y no significativa si es menor del 50 %.

Descripción del procedimiento

Una vez realizado el abordaje arterial, se inserta el catéter sobre la guía de soporte y se avanza por la aorta ascendente bajo fluoroscopia hasta alcanzar el plano valvular. En ese punto, se retira la guía, se conecta el catéter a la bomba inyectora y se purga para evitar la entrada de aire. Posteriormente, se orienta el catéter hacia el ostium de la arteria.

Una vez intubada la arteria, se procede a la inyección del volumen de contraste, ajustando la velocidad y presión según las características de la arteria. Durante todo el procedimiento, se graba la imagen y se monitoriza constantemente la presión antes de realizar la inyección de contraste, garantizando la seguridad del paciente.

3.2 PONTOGRAFÍA

La pontografía o examen radiológico de los *bypass* aortocoronarios permite valorar la permeabilidad, calibre y estado de los vasos injertados mediante la inyección de contraste. Asimismo, se estudia también el tramo de coronaria nativa distal al injerto[6,7,8,9].

La preparación del paciente y el material que se va a utilizar es el mismo que en la coronariografía, eligiendo el catéter adecuado según el vaso a estudiar.

Los *bypass* más utilizados son el injerto de vena safena, que conecta la aorta con una arteria coronaria —generalmente la coronaria derecha o las ramas marginales— y el injerto de arteria mamaria interna, ya sea derecha o izquierda, que se anastomosa en su extremo distal a una arteria coronaria, siendo la descendente anterior la más comúnmente revascularizada[6,7,8,9].

Los injertos de arteria radial son menos frecuentes debido a su mayor tasa de oclusión a medio plazo y a la recurrencia de la angina por espasmo vascular.

Para la inyección de contraste y la visualización de la arteria mamaria interna, se accede desde la aorta hacia la subclavia a través del tronco braquiocefálico. En el caso de la vena safena, se localiza el origen del puente en la pared anterior de la aorta. **(Figura 3)**[6,7,8,9].

La derivación coronaria de la arteria mamaria interna izquierda a la descendente anterior presenta una tasa de permeabilidad de hasta el 98 % a los 10 años y la de vena safena de un 50 %.

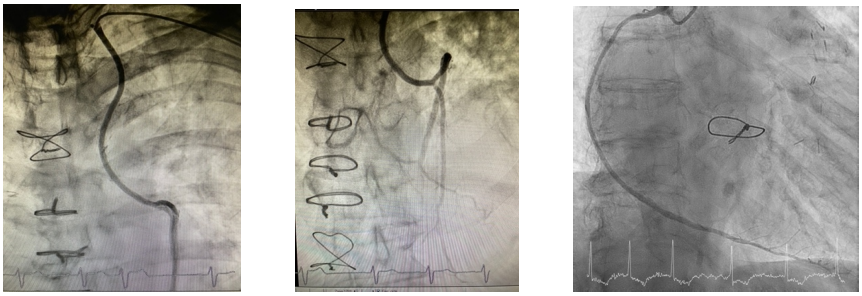


Figura 3. *Bypass* coronario — Arteria mamaria — Injerto vena safena

3.3 VENTRICULOGRAFÍA IZQUIERDA

La ventriculografía ha sido utilizada durante años como método de referencia para la evaluación de la función ventricular. Para garantizar una cuantificación automatizada y precisa de los volúmenes del ventrículo izquierdo y las dimensiones de la aorta, es fundamental emplear volúmenes de contraste adecuados que permitan una correcta opacificación del ventrículo. La fracción de eyección determinada visualmente mediante ventriculografía izquierda muestra una correlación variable con la fracción de eyección obtenida por ecocardiografía[1,10].

Los pacientes diagnosticados con síndrome coronario crónico tienen una mayor probabilidad de ser sometidos a una ventriculografía. En contraste, aquellos con función ventricular izquierda previamente conocida, hipertensión, antecedentes de revascularización quirúrgica o niveles elevados de creatinina presentan una menor tendencia a la realización de esta técnica.

En pacientes con shock cardiogénico, la evaluación de la función ventricular puede verse afectada debido al aturdimiento miocárdico. En estos casos agudos, es crucial no pasar por alto la presencia de un defecto de llenado apical sugestivo de trombo, ya que puede visualizarse en la ventriculografía, pero no siempre es detectable mediante ecografía transtorácica sin contraste.

En el infarto de miocardio con elevación del segmento ST, la ventriculografía es una herramienta clave para la evaluación de complicaciones graves, como la rotura aguda de la pared libre, la comunicación interventricular, la insuficiencia mitral y el síndrome de Takotsubo.

En el caso del síndrome coronario sin elevación del ST, cuando el electrocardiograma no es interpretable y existe enfermedad en más de un vaso, la ventriculografía puede ser útil para identificar la arteria responsable del cuadro clínico.

Durante la ventriculografía, pueden surgir complicaciones, entre ellas la nefropatía inducida por contraste (NIC), que afecta aproximadamente al 1 % de los pacientes sin factores predisponentes y entre el 10 % y el 30 % de aquellos con riesgo de embolización. También pueden presentarse arritmias, taponamiento cardiaco y una mayor exposición a la radiación.

A lo largo del último medio siglo, el papel de la ventriculografía izquierda ha evolucionado significativamente. Es importante destacar que la técnica y la frecuencia de uso de este procedimiento varían según la región, la institución y la decisión del operador **(Figura 4)**.

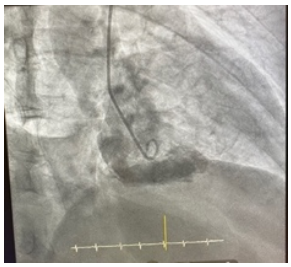


Figura 4. Ventriculografía.

3.4 AORTOGRAFÍA

Las pruebas de imagen son una herramienta potente para el diagnóstico, tratamiento y seguimiento de muchas enfermedades, y su potencia aumenta con la inyección de contraste **(Figura 5)**.



Figura 5. Aortografía.

En la sala de hemodinámica se realiza lo que conocemos como aortografía, que consiste en inyectar contraste a través del catéter Pigtail en la aorta ascendente, lo que nos permite evaluar lesiones de todo tipo como estenosis, aneurismas, disecciones, malformaciones, problemas valvulares, etc.

Se puede inyectar contraste también a nivel de la aorta abdominal y en la bifurcación iliaca para valoración de enfermedad arterial en miembros inferiores. En cada caso habrá que adaptar el volumen de inyección, así como elegir la proyección más adecuada.

Los apartados 1.1, 1.2 y 1.3 se describen más ampliamente en otros capítulos de este libro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Martín Moreiras J, Cruz González I. *Manual de Hemodinámica e Intervencionismo Cardiaco*. 3.ª ed. 2022.
2. Researchgate. Indicaciones y contraindicaciones del cateterismo cardíaco diagnóstico y terapéutico [Internet]. [consultado 2024 abr 3]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/264942484_Indicaciones_y_Contraindicaciones_del_Cateterismo_Cardiaco_Diagnóstico_y_Terapéutico.
3. Barańska-Pawełczak K, Wojciechowska C, Jacheć W. *Diagnostic and predictive value of right heart catheterization-derived measurements in pulmonary hipertensión*. Wiad Lek. 2021;74(3 pt 1):546-553.
4. ResearchGate. Swan-Ganz standard thermodilution pulmonary artery catheter permits measurement of right ventricular output [Internet]. [consultado 2024 abr 3]. Disponible en: https://www.researchgate.net/figure/Swan-Ganz-standard-thermodilution-pulmonary-artery-catheter-permits-measurement-of-right_fig1_2216878
5. Marrupe, L. H. *Enfermedad de las arterias coronarias. La coronariografía*. En: Manual de Cardiología. Capítulo 32, p. 299–305.
6. Bueso, JSM. (2023). *Determinación de flujo TIMI 3 en pacientes con infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST clasificado como trombólisis fallida mediante criterios clínicos y electrocardiográficos*. [Tesis doctoral]. México: Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez; 2023.
7. Montero-Cruces L, Pérez-Camargo D, Villagrán-Medinilla E, Lean Beltrao-Sial R, Carnero-Alcázar M, Corbiella-Carnicer FJ, Maroto-Castellanos LC. *Revascularización coronaria quirúrgica mínimamente invasiva* (MIDCAB). Cir Cardiovasc. 2020 Sep-Oct;27(5):175–8.
8. Malmberg M, Gunn J, Rautava P, Sipilä J, Kytö V. *Outcome of acute myocardial infarction versus stable coronary artery disease patients treated with coronary bypass surgery*. Ann Med. 2021 Dec;53(1):70-7. doi: 10.1080/07853890.2020.1818118.
9. Pooria A, Pourya A, Gheini A. *Postoperative complications associated with coronary artery bypass graft surgery and their therapeutic interventions*. Future Cardiol. 2020 Sep;16(5):481-96. doi: 10.2217/fca-2019-0049.
10. Lima GC. *Ventriculography: When to Choose to Perform It?* Arq Bras Cardiol. 2022 May;118(5):974-5. doi: 10.36660/abc.20220137.

TEMA 15

BIOPSIA ENDOMIOCÁRDICA

Iciar Sánchez Galarraga, Carolina González Andrés, Carlota Saber Pintado, Javier Vázquez Alcalá

Enfermeros de Hemodinámica y Cardiología intervencionista.
Hospital Universitario Puerta de Hierro Majadahonda. Majadahonda.

1. INTRODUCCIÓN

La biopsia endomiocárdica (BEM) es una técnica diagnóstica percutánea realizada en las salas de hemodinámica, que consiste en extraer pequeñas muestras del músculo cardiaco a través de un biotomo[1]. La tasa de complicaciones asociada, según lo reportado en la literatura, es inferior al 6 %[2,3].

La primera biopsia endomiocárdica percutánea se realizó en 1962 por Sakakibara y Konno, que utilizaron un catéter con una pinza distal[4]. En la actualidad, se utilizan biotomos similares al introducido por King, compuestos por dos alambres recubiertos con un espiral, una punta distal con dos cazoletas de bordes cortantes y un sistema de tracción proximal que permite abrir y cerrar las cazoletas.

El acceso percutáneo habitual es venoso, siendo las vías preferentes la vena yugular interna derecha, por su trayectoria recta hacia las cavidades derechas del corazón, y ambas venas femorales. En caso de no estar disponible la yugular derecha, se puede optar por la izquierda, aunque tiene una trayectoria más tortuosa y compleja y mayor dificultad técnica que la derecha. En ambos casos, se utiliza un biotomo de menor longitud debido a la proximidad anatómica[5]. Actualmente, se ha puesto de manifiesto la posibilidad de otra vía de acceso venoso, como es la vena basílica derecha e izquierda, la cual tiene las ventajas por ser un acceso superficial con menor riesgo de complicaciones locales graves y habitualmente suele ser el acceso preferido por el paciente porque refiere que provoca menor dolor y ansiedad[6]. No obstante, tiene algunos inconvenientes, como una trayectoria más larga y tortuosa que puede dificultar la manipulación y prolongar el procedimiento y mayor riesgo de espasmo venoso.

Las muestras suelen obtenerse del ventrículo derecho, concretamente del septo interventricular, pared de mayor grosor de esta cavidad, para evitar la complicación más seria como es la perforación ventricular. Se pueden realizar también biopsias de ventrículo izquierdo, lo que obliga a un acceso arterial de gran calibre. También se han descrito biopsias en septo interauricular para descartar miocarditis auricular como causa de fibrilación auricular.

Principales indicaciones de la BEM[1,4]:

- Monitorización del rechazo agudo en el primer año del trasplante cardiaco.
- Monitorización de la cardiotoxicidad en las antraciclinas.

- Miocarditis u otras causas de miocardiopatías potencialmente tratables, como la hemocromatosis, enfermedad de Lyme, fibroelastosis, miocarditis de células gigantes, sarcoidosis, lupus o síndrome hipereosinofílico.
- En la insuficiencia cardiaca refractaria al tratamiento en pacientes con rápido deterioro de la fracción de eyección.

Las indicaciones más frecuentes para la realización de BEM en corazón no trasplantado, según las recomendaciones publicadas por la American Heart Association/European Society of Cardiology, se clasifican en cuatro categorías[2]:

1. Estudio de disfunción ventricular no explicada o sospecha de miocarditis.
2. Sospecha de enfermedad infiltrativa o miocardiopatía restrictiva.
3. Estudio de arritmias ventriculares.
4. Sospecha de tumor cardiaco.

BEM IZQUIERDA

La realización de biopsias en ambos ventrículos ha mejorado la rentabilidad diagnóstica sin aumentar las complicaciones. Estudios realizados en hospitales de referencia han evidenciado una mayor aceptación tras la implantación de protocolos específicos para la BEM izquierda[7,8].

La BEM izquierda se ha consolidado como una técnica segura, con una rentabilidad diagnóstica equiparable a la de la BEM derecha. Esta equivalencia adquiere especial relevancia si se considera que la principal indicación de la BEM izquierda suele ser la sospecha de miocarditis, una entidad donde la BEM derecha ha mostrado clásicamente una menor capacidad diagnóstica[9,10,11].

En los últimos años, el abordaje de elección para la BEM izquierda es el acceso radial, que ha sustituido progresivamente el acceso femoral, lo que conlleva una mayor factibilidad y seguridad de la técnica debido a la reducción del perfil de los catéteres y de los biotomos, así como a la introducción de catéteres *sheathlees* diseñados específicamente para este abordaje.

Recomendaciones para la BEM en corazón nativo[2,4]:

- Realizar una ecocardiografía transtorácica antes y después del procedimiento.
- Preparación del equipo de pericardiocentesis.
- Monitorización de las constantes vitales y electrocardiograma durante el procedimiento.
- Obtener al menos tres muestras de buena calidad, verificando la posición del biotomo.
- Traslado de las muestras en formol.
- Control hemodinámico tras 6-8 horas posprocedimiento.

2. MATERIAL, DESCRIPCIÓN

Para la realización de una BEM, habrá que contar con un material específico, sin embargo, para la canalización del acceso vascular venoso, el material será el siguiente[10]:

- Desinfectante para la zona de punción.
- Anestésico local, de 5 a 8 cc para acceso femoral, de 2 a 5 cc en yugular y 1 cc en acceso por vena basílica.
- Compresor venoso si vena basílica.
- Cánula intravenosa de 20G o 16G para yugular o femoral. Algunos operadores prefieren el trocar para el acceso femoral y yugular.
- Hoja de bisturí del nº 11.

El material específico de la BEM

- Se utiliza una guía de 150 cm de longitud y 0,035 pulgadas de diámetro para los accesos femoral y yugular, mientras que para la vena basílica se emplea una guía más delgada de 0,025 pulgadas. Estas guías permiten dirigir el catéter de manera segura hasta la aurícula derecha.
- Se emplean dilatadores de 19 cm (6F a 9F) para facilitar la inserción progresiva de la vaina-catéter (habitualmente 7F/2,3 mm), asegurando una transición suave. Lo más frecuente es usar el de 7F, reservando los de mayor calibre (8F-9F) para zonas fibrosadas y el de 6F para la vena basílica.
- Un introductor o vaina de 7F con angulación distal y punta radiopaca de 43 cm. para acceso yugular, y de 100 cm para femoral o basílica. Estos disponen de una alargadera que permite la monitorización de las presiones durante el procedimiento.
- Catéter Multiuso y vaina de 7Fr (de 50 o 125 cm) o Pigtail que da cuerpo a la vaina y permite su avance y colocación **(Figura 1)**, habitualmente frente al tabique interventricular, para BEM derecha.



Figura 1. Fuente propia. Pigtail y vaina introductora 7Fr.

Fuente. Elaboración propia.

- Fórceps o biotomo que se introduce por la válvula proximal del introductor **(Figura 2)**.

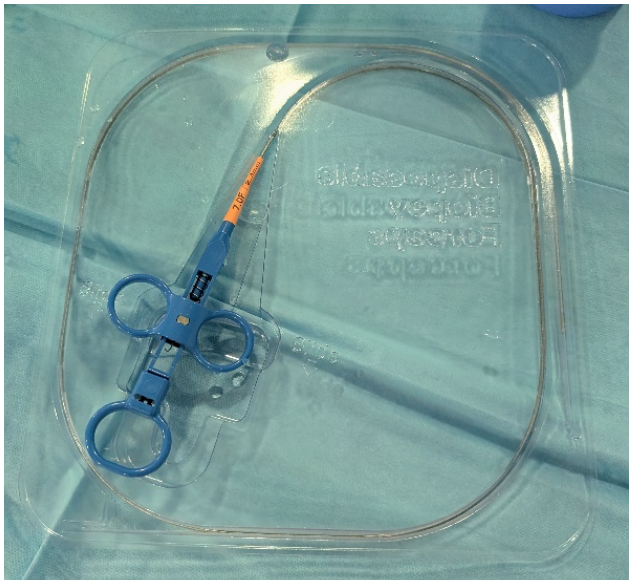


Figura 2. Fuente propia. Biotomo en su envase

Fuente. Elaboración propia.

- Catéter guía JR4 6Fr de 100 cm y biotomo para BEM izquierda (nativo) por acceso radial.

3. DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO

El procedimiento se lleva a cabo en la sala de hemodinámica, teniendo en cuenta las pautas de asepsia y esterilidad requeridas para el caso.

1. Se monitoriza al paciente con un electrocardiograma de al menos tres derivaciones y pulsioximetría.
2. Se canaliza una vía venosa periférica para la administración de fármacos, en caso de ser necesario.
3. Se coloca al paciente en decúbito supino, dejando la zona de punción al descubierto, ya sea femoral, yugular, basílica o radial.
4. Se procede a la preparación del sitio de punción.
    a. Si se trata de acceso femoral, se puede colocar una talla estéril entre ambas ingles cubriendo los genitales y se aplica el antiséptico indicado sobre la zona a puncionar, según el protocolo de cada hospital.

b. Si es la vena yugular, se coloca gorro al paciente y talla estéril debajo de la cabeza y hombros. Se desinfecta con antiséptico todo el lado derecho del cuello.

c. Si se realiza el acceso por arteria radial, se prepara la muñeca siguiendo el mismo procedimiento que en un cateterismo cardiaco izquierdo.

5. Como en cualquier procedimiento realizado en la sala de hemodinámica, el personal debe llevar delantal plomado, mascarilla y gorro.

6. El personal que vaya a intervenir de forma estéril debe realizar el lavado de manos quirúrgico según el protocolo del hospital

7. Se colocará sobre el paciente una sábana estéril con fenestra en el sitio de punción. Se colocará todo el material necesario para el procedimiento sobre el campo estéril y se preparará la bomba inyectora, se cubrirá con funda estéril tanto el tubo de rayos X como el ecógrafo para la punción.

8. Para la canalización del acceso, se puede utilizar anestesia local, habitualmente Mepivacaína al 1 o 2 % **(Figura 3)**.

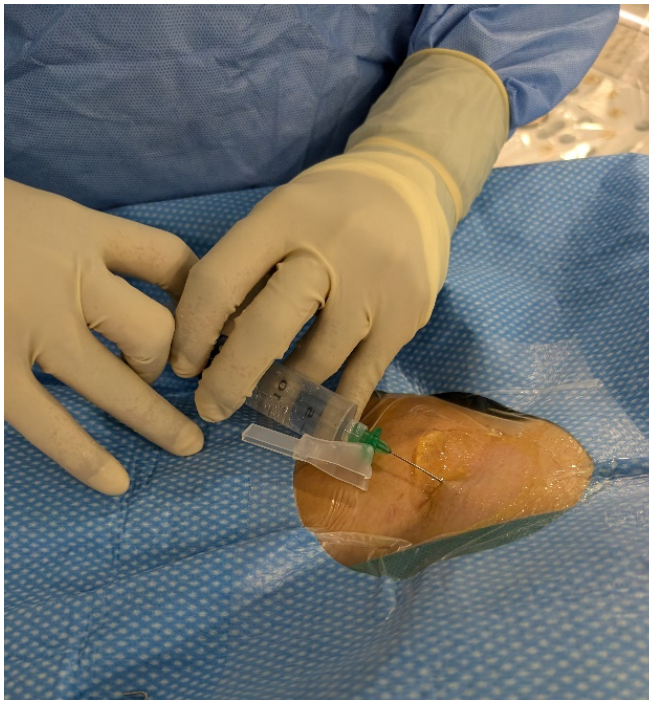


Figura 3. Administración de analgésico. Infiltración de anestesia local.

Fuente propia.

9. Se punciona la arteria o vena correspondiente, guiado por ecografía, según el tipo de biopsia y el acceso seleccionado mediante técnica Seldinger modificada. Posteriormente, se coloca el introductor.

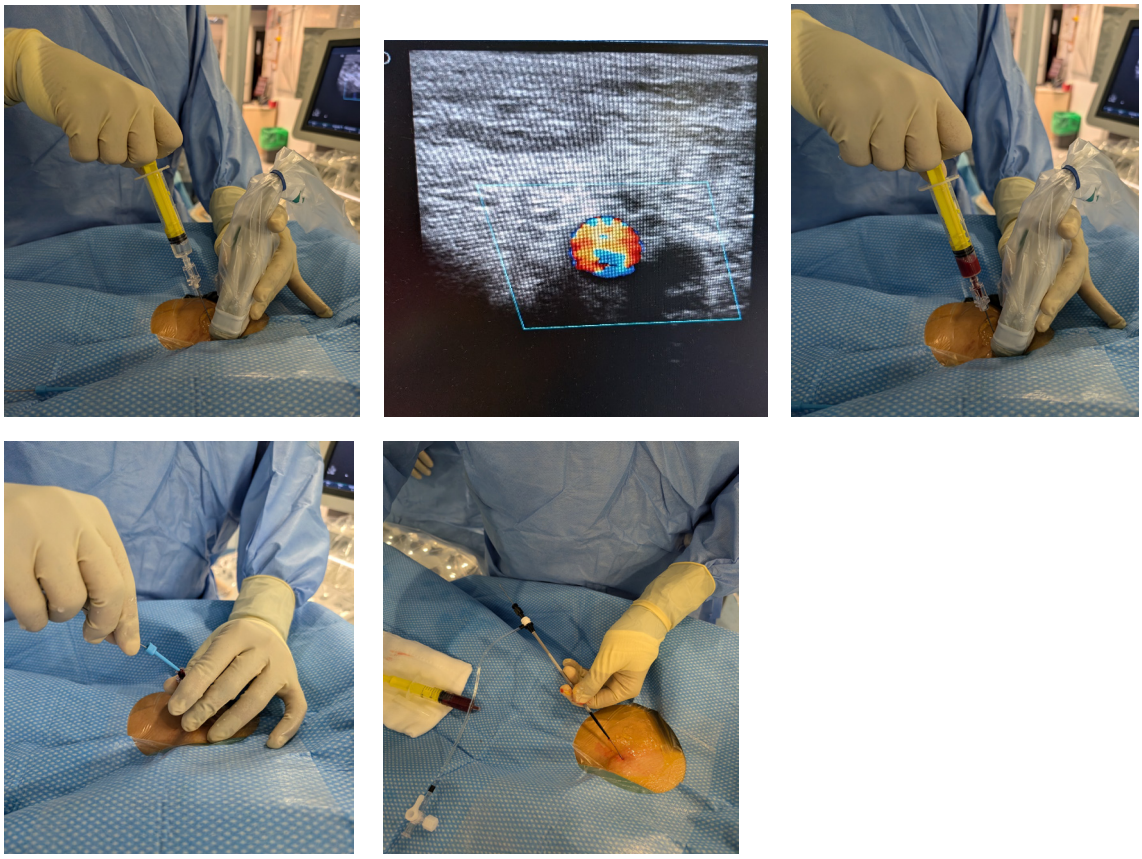


Figura 4. Punción ecoguiada mediante técnica Seldinger (por pasos): 1. Se punciona vena femoral guiado por ecografía vascular. 2. Se identifica imagen ecográfica de la arteria y vena femoral. 3. Se comprueba el reflujo de sangre tras la punción. 4. Se introduce guía metálica a través del trócar y 5. Se avanza el introductor sobre la guía.

Fuente. Elaboración propia.

10. En el caso del acceso femoral, habitualmente suele ser necesario realizar una pequeña incisión cutánea para ampliar el orificio de entrada unos 2 o 3 mm. Esta se efectúa utilizando la punta del bisturí colocada por encima de la guía, con el filo orientado hacia arriba, para evitar dañar el recubrimiento teflonado.

ACCESO VENOSO FEMORAL

1. Se introduce la guía teflonada de 0,035" por vena femoral y se avanza por la vena cava inferior hasta situarla a la altura de la aurícula derecha. A través de esta, se introduce el catéter de biopsia o el catéter guía y posteriormente se avanza la guía hacia la aurícula derecha. Desde allí, se atraviesa la válvula tricúspide para acceder al ventrículo derecho, donde se tomarán las muestras.
2. Una zona adecuada para la obtención de muestras es frente al tabique interventricular. En esta posición, se debe valorar la presión y confirmar la posición

de la vaina mediante la proyección oblicua izquierda o lateral. Es conveniente no manipular la vaina sin el catéter de soporte en su interior para evitar su acodamiento.

3. Antes de introducir el biotomo, se debe comprobar que abre y cierra correctamente **(Figura 5)**. Cuando la pinza alcanza la punta de la vaina, se debe sacar abriendo las palas para evitar perforaciones. Luego, se desliza suavemente hasta la pared del ventrículo, dónde se cierran las palas para extraer una muestra. Una vez cerradas, no deben volver a abrirse, ya que podría desprenderse parte del tejido capturado.



Figura 5. Biotomo con las palas abiertas.

Fuente propia.

4. Para un análisis anatomopatológico adecuado se requieren unas 3 o 4 muestras, aunque en algunos casos suelen ser necesarias más, dependiendo del tamaño de estas o por considerar que no pueden dar unos resultados muy fiables al realizarse en zonas previamente biopsiadas. No se deben usar agujas para desprender las muestras de las palas, ya que podrían deteriorar las muestras. En su lugar, deben separarse con un chorro de suero mediante una jeringa.
5. Una vez obtenidas todas las muestras necesarias, se debe retirar la vaina bajo aspiración para eliminar posibles coágulos formados en el sistema.
6. Dado que el acceso ha sido venoso, habitualmente se realiza el cierre con compresión manual, aplicándola entre 3 y 10 minutos hasta lograr una correcta hemostasia. En ocasiones, puede utilizarse algún tipo de dispositivo de cierre percutáneo.
7. Por último, se desinfecta la zona con antiséptico y se colocará un apósito compresivo para favorecer la hemostasia de la zona. Se recomienda mantener reposo absoluto de la pierna de 4 horas y reposo relativo de 24 horas.

ACCESO RADIAL

1. En el caso del acceso radial, la diferencia únicamente será que se accederá al ventrículo izquierdo a través de la aorta y la válvula aórtica. Una vez dentro del ventrículo, las maniobras son similares a las que se realizan en el ventrículo derecho.
2. En este caso, la hemostasia de la arteria radial se suele hacer con dispositivos de compresión radial específicos para ello[5,12].

ACCESO YUGULAR

1. La punción se realiza bajo guía ecográfica, preferentemente por vía yugular derecha. La guía se avanza secuencialmente desde la yugular hasta la subclavia, cava superior, aurícula derecha, a través de la válvula tricúspide hasta alcanzar el ventrículo derecho, extremando las precauciones en esta última cámara cardiaca.
2. Finalizado el procedimiento, se retira el introductor con el paciente en posición *semifowler*, girando la cabeza al lado contralateral y aplicando compresión manual durante 5-10 minutos, seguida de vendaje compresivo.
3. Se indica reposo cervical estricto durante 24 horas, evitando maniobras de Valsalva y movimientos bruscos para prevenir complicaciones.

4. CUIDADOS DE ENFERMERÍA EN LA BIOPSIA CARDIACA

Los cuidados de enfermería en los procedimientos invasivos comprenden tres fases fundamentales: la preparación del paciente, la asistencia durante el procedimiento y la vigilancia posoperatoria, que incluye la monitorización continua de las constantes vitales para detectar precozmente posibles complicaciones.

En relación con la taxonomía NANDA y las clasificaciones NOC y NIC, puede emplearse el siguiente diagnóstico:

- Diagnóstico NANDA: 00087 Riesgo de lesión postural preoperatoria.
- NOC: 1921 Preparación antes del procedimiento.
- NIC sugerido: 6540 Control de la posición.

TABLA 1.

OBJETIVO (CAUSA JUSTIFICADA)	ACTIVIDADES DE ENFERMERÍA PARA LOGRAR EL OBJETIVO
Preparar y posicionar al paciente en la mesa quirúrgica	• Monitorización ECG con 3 derivaciones (no se requiere diagnóstico topográfico). • Toma de constantes vitales frecuencia cardiaca (FC) y presión arterial (PA). • Aplicar dispositivos confort (en el caso de acceso). • Yugular, mantener cabeza extendida y rotada hacia la izquierda únicamente durante la punción, para disminuir el tiempo de incomodidad del paciente. Colocar un sistema de sujeción para evitar el desplazamiento del campo estéril hacia la cara.
Verificar el uso correcto de la pinza o biotomo. Correcta recogida de muestras	• Comprobar previa a la introducción que la pinza o biotomo se abre y cierra correctamente. • Se precisan de 3-4 muestras para un buen resultado anatomopatológico. • No usar agujas para desprender las muestras de la pinza o biotomo por riesgo de desnaturalización. • Trasporte de la muestra a Anatomía Patológica, debidamente identificada, en el medio de conservación adecuado (habitualmente suero fisiológico o Formol, según protocolo del centro), dentro del tiempo establecido para preservar su viabilidad y calidad diagnóstica.
Vigilar Sistema Cardiocircular (prever reacciones vasovagales, arritmias y otras complicaciones hemodinámicas)	• Controlar ECG, TA y FC. • Vigilar color y temperatura de la piel. • Nivel de conciencia.
Atención quirúrgica	• Preparar y mantener el campo estéril. • Conocer, comprobar y preparar el material específico.
Control hemostático de la zona de punción	• Retirada del introductor bajo aspiración. • Realización de la hemostasia por técnica manual, y colocación de apósito compresivo, según protocolo de la vía de acceso: Vena Yugular apósito no compresivo. Vena Basílica apósito semicompresivo. Vena Femoral apósito compresivo. Reposo absoluto durante 2 h de extremidad puncionada. • Valoración de la zona de punción (sangrado, hematoma, dolor, calor...) y de la extremidad afecta.

OTROS DIAGNÓSTICOS DE ENFERMERÍA

ANSIEDAD (00400)

- NOC. Nivel de ansiedad (1211).
- NIC. Disminución de la ansiedad (5820). Definición: minimizar la aprensión, temor, presagios o inquietud relacionados con una fuente no identificada de peligro previsto.

DOLOR AGUDO (00132)

- NOC. Nivel de dolor (2102).
- NIC. Manejo del dolor (1400). Definición: alivio del dolor o disminución del dolor a un nivel de tolerancia que sea aceptable para el paciente.

RIESGO DE INFECCIÓN (00004)

- NOC. Control del riesgo 1902. Definición: acciones personales para comprender, evitar, eliminar o reducir las amenazas para la salud que sean modificables.
- NIC. Control de infecciones 6540. Definición: minimizar el contagio y transmisión de agentes infecciosos.

RIESGO DE SANGRADO

- NOC. Estado circulatorio 0401. Definición: flujo sanguíneo sin obstrucción, unidireccional a una presión adecuada a través de los grandes vasos de los circuitos sistémico y pulmonar.
- NOC. Severidad de la pérdida de sangre 0413. Definición: gravedad de los signos y síntomas de hemorragia interna o externa.
- NIC. Prevención de hemorragias 4010. Definición: disminución de los estímulos que pueden inducir hemorragias en pacientes con riesgo de sufrirlas.

RIESGO DE LESIÓN POSTURAL PREOPERATORIA (00087)

- NOC. Preparación antes del procedimiento (1921). Definición: preparación de un paciente para someterse de forma segura a un procedimiento que requiere anestesia o sedación.

DETERIORO EN LA RECUPERACIÓN QUIRÚRGICA [00465]

- NOC. Signos vitales 0802. Definición: grado en el que la temperatura, el pulso, la respiración y la presión sanguínea están dentro del rango normal.
- NIC. Monitorización de los signos vitales 6680. Definición: recogida y análisis de datos sobre el estado cardiovascular y respiratorio, el dolor y la temperatura corporal.

5. COMPLICACIONES

Como cualquier procedimiento invasivo, la biopsia endomiocárdica (BEM) no está exenta de riesgos, por lo que debe realizarse con precaución y bajo estrictas medidas de seguridad[5,7].

La complicación más grave, aunque poco frecuente, es la perforación ventricular.

El taponamiento cardiaco se da con mayor frecuencia en los corazones nativos debido a diferencias anatómicas y fisiológicas: corazones más dilatados, paredes más delgadas, insuficiencia cardiaca aguda o avanzada, pacientes más inestables y con mayor diátesis hemorrágica. También es más habitual en el ventrículo derecho, cuya pared es más fina, excepto en los pacientes trasplantados, donde predomina el tejido cicatricial[8].

La extrasistolia ventricular inducida por el catéter, es relativamente común. También, se pueden observar otras arritmias como taquicardias supraventriculares e incluso bloqueos auriculoventriculares (menor en BEM-VI). Estas alteraciones suelen ser transitorias y se manifiestan únicamente durante el procedimiento.

En una pequeña proporción de casos, pueden presentarse eventos cerebrovasculares, como el accidente cerebrovascular y el ataque isquémico transitorio (AIT), siendo menos frecuente cuando la biopsia se realiza en el ventrículo derecho.

Las fístulas coronarias son complicaciones raras. En cambio, son más habituales la aparición de complicaciones locales en la zona de acceso vascular, como fístulas arteriovenosas, hematomas, sangrado, y pseudoaneurismas.

Las complicaciones vasculares son inherentes a la punción arterial. Para reducir su incidencia, se recomienda el uso sistemático de ecografía para la punción femoral, así como considerar el acceso radial como alternativa en determinados casos.

- En el acceso yugular, existe un riesgo bajo de neumotórax (<1%) y ocasionalmente la infiltración con anestesia del nervio laríngeo puede provocar síntomas transitorios como disfagia o disfonía.
- En el acceso por vena basílica, aunque infrecuentes pueden aparecer espasmos venosos y flebitis. Para minimizar estos riesgos, se recomienda la dilatación progresiva del orificio venoso y el uso de introductores hidrofílicos de 6F, que facilitan la inserción del conjunto vaina-catéter y reducen el riesgo de desgarros[13].

BIBILIOGRAFÍA

1. Ammirati E, Buono A, Moroni F, Gigli L, Power JR, Ciabatti M, et al. *State-of-the-art of endomyocardial biopsy on acute myocarditis and chronic inflammatory cardiomyopathy.* Curr Cardiol Rep. 2022 May;24(5):597-609. doi: 10.1007/s11886-022-01680-x
2. Seferovic PM, Tsutsui H, McNamara DM, Ristić AD, Basso C, Bozkurt B, et al. Heart Failure Association of the ESC, Heart Failure Society of America and Japanese Heart Failure Society position statement on endomyocardial biopsy. Eur J Heart Fail. 2021;23(6):854-71. doi: 10.1002/ejhf.2190
3. Galeone A, Bernabei A, Pesarini G, Raimondi Lucchetti M, Onorati F, Luciani GB. *Ten-year experience with endomyocardial biopsy after orthotopic heart transplantation: comparison between trans-jugular and trans-femoral approach*. J Cardiovasc Dev Dis. 2024;11(4):115. doi: 10.3390/jcdd11040115

4. Sakakibara S, Konno S. *Endomyocardial biopsy.* Jpn Heart J. 1962;3:537-43. doi: 10.1536/ihj.3.537
5. Bielsa I, España J, Pérez J, Pacheco A. *Biopsia cardiaca y cateterismo derecho a través de la vena basílica.* Metas Enferm. 2006;9(2):22-6.
6. Harwani N, Chukwu E, Alvarez M, Thohan V. *Comparison of brachial vein versus internal jugular vein approach for access to the right side of the heart with or without myocardial biopsy.* Am J Cardiol. 2015;116(5):740-3. doi: 10.1016/j.amjcard.2015.05.044
7. García-Izquierdo E, Domínguez J, Blanco M, Agudo C, Domínguez F, Ramos J, et al. *Rentabilidad diagnóstica y seguridad de la biopsia endomiocárdica en corazón nativo en un centro español de referencia.* REC Interv Cardiol. 2019;1(1):[Epub ahead of print]. doi: 10.24875/RECIC.M19000027
8. Bermpeis K, Esposito G, Gallinoro E, et al. *Safety of right and left ventricular endomyocardial biopsy in heart transplantation and cardiomyopathy patients*. JACC Heart Fail. 2022;10(12):963-73.
9. Nieves HAF, Takamatsu GY, Yuasa BS, Villatore VN, Rocha GL, Lima Junior E. *Right or left endomyocardial biopsy? A systematic review with meta-analysis about complications and safety.* JHLT Open. 2023;2:100006. doi: 10.1016/j.jhlto.2023.100006
10. Sánchez J, Perrone S, Torino A, Guevara E, Bustamante Labarte M, Pérez de la Hoz R. *Biopsia endomiocárdica guiada por ecocardiografía bidimensional en pacientes post-trasplante cardíaco*. Rev Fed Argent Cardiol. 1999;28:77-85.
11. Soler R, Rodríguez E, Crespo MG, Bello MJ, Álvarez M. *La radiología en el trasplante cardíaco.* Radiología. 2003;45(6):1-6.
12. Bielsa I, España J, Pérez J, Pacheco A. *Comunicación: Abordaje por vena basílica.* 3° Curso de Radial; 2005 Feb; Madrid, España.
13. Rivas Doblado J, Artes León JL, Arjona Barcia FJ, Carmona Heredia D, Soriano Vilanova F, Mejías Montaño FM. *Prevención de las flebitis en la canalización de vías endovenosas*. Higya. 2005;17(59):19-24.

TEMA 16

TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO INTRACORONARIO

1. FISIOLOGÍA CORONARIA-GUÍA DE PRESIÓN

Virginia Francés Santamaría, Patricia Ruiz Ruiz, Paula Sáez Ruiz, Carolina Agüero Alonso, Claudia Gómez Muñoz

Hospital Universitario Marqués de Valdecilla. Santander.

GLOSARIO

ACT: Tiempo de coagulación activada.

CFR: Índice global que permite la valoración conjunta de las arterias epicárdicas (y sus estenosis) y de la microcirculación coronaria.

ECG: Electrocardiograma.

FFR: Reserva fraccional de flujo.

HMR: Técnica que calcula el índice hiperémico de resistencia coronaria microcirculatoria mediante técnica de doppler intracoronario.

HNF: Heparina no fraccionada.

IFR: Índice diastólico instantáneo sin ondas.

IMR: Sistema de termodilución con un sensor de flujo y de presión en el extremo distal, obteniéndose el índice hiperémico de resistencia coronaria microcirculatoria.

Pa: Presión aórtica.

Pd: Presión intracoronaria distal.

Q: Flujo coronario.

QFR: Cociente de flujo cuantitativo.

RRR: Método de evaluación de flujo coronario por técnica de termodilución.

1. INTRODUCCIÓN

La arteriografía coronaria es el método diagnóstico de referencia para el estudio de la cardiopatía isquémica, siendo la herramienta más utilizada en los laboratorios de cardiología intervencionista para la toma de decisiones terapéuticas en la práctica clínica. A pesar de ello, la arteriografía convencional presenta una serie de limitaciones que debemos tener en cuenta. En primer lugar, existe una alta variabilidad entre observadores en la valoración visual del porcentaje de estenosis por diámetro de una lesión coronaria. En segundo lugar, la arteriografía coronaria tiene una precisión limitada para determinar la repercusión fisiológica de una estenosis. Por último, existen

múltiples factores que influyen en el grado de afectación de la perfusión miocárdica por una estenosis coronaria, entre los que destacamos: la geometría única de cada estenosis, el grado de fricción que ejerce la placa ateroesclerótica sobre el flujo coronario, así como los fenómenos de turbulencia.

Por todo lo anterior, resulta necesaria la utilización de técnicas que nos permitan valorar la auténtica repercusión fisiológica de una estenosis coronaria. Los avances técnicos han permitido el desarrollo de nuevos dispositivos diagnósticos y terapéuticos. Entre ellos destaca la guía intracoronaria de presión, que ha conseguido establecer un parámetro clave: la reserva fraccional de flujo (FFR), con una cifra de 0,80 que representa el punto de corte en la determinación del significado funcional de una lesión coronaria angiográficamente dudosa. La revascularización coronaria guiada por FFR ha demostrado conseguir mejores resultados clínicos a largo plazo comparado con la revascularización coronaria guiada por arteriografía convencional[1]. Posteriormente aparece el índice diastólico instantáneo sin ondas (IFR), que ha demostrado ser no inferior al FFR.

Las guías de práctica clínica de revascularización miocárdica tanto europeas como americanas apoyan el uso de estos dos índices de presión con el grado máximo de recomendación en presencia de estenosis intermedias cuando el paciente no tiene estudios previos no invasivos de detección de isquemia[2] **(Tabla 1)**.

La regulación de la perfusión miocárdica no depende únicamente del vaso epicárdico y de la presencia o no de estenosis coronarias, sino también del estado de la microcirculación coronaria. Las arteriolas, vasos muy pequeños de menos de 500 micras de diámetro junto con los capilares, son los que ejercen el principal control de la perfusión miocárdica. Podemos encontrarnos con trastornos de esta microcirculación que pueden provocar isquemia miocárdica, por lo tanto, habrá que considerar la evaluación de la microcirculación coronaria[3].

TABLA 1. Recomendaciones sobre pruebas funcionales y de imagen intravascular para la evaluación de lesiones coronarias.

RECOMENDACIONES	CLASE[a]	NIVEL[b]
Cuando no haya evidencia de isquemia, se recomienda el uso de RFF o iFR para evaluar la relevancia hemodinámica de las estenosis de grado intermedio[15,17,18,19]	I	A
Debe considerarse la ICP guiada por RFF para pacientes con enfermedad multivaso sometidos a ICP[20,21]	IIa	B
Debe considerarse el uso de IVUS para evaluar la gravedad de las estenosis de TCI no protegido[35-37]	IIa	B

a: Clase de recomendación. b: Nivel de evidencia.

ICP: intervención coronaria percutánea; iFR: índice diastólico instantáneo sin ondas; IVUS: ecografía intravascular; RFF: reserva fraccional de flujo; y TCI: tronco común izquierdo.

Extraída de la Guía Europea de Revascularización Miocárdica 2018[2].

2. FISIOLOGÍA CORONARIA

Antes de abordar las diferentes técnicas de valoración funcional de la circulación coronaria, realizaremos una breve revisión de algunos conceptos.

Conceptos generales

Las arterias coronarias se dividen en arterias epicárdicas, que son vasos que ofrecen baja resistencia al flujo (arterias de conductancia) y en arterias intramiocárdicas, en las que se produce la mayor resistencia al flujo y que son fundamentales en la regulación del flujo coronario. El flujo coronario se autorregula por mecanismos metabólicos locales, según las variaciones del consumo de oxígeno miocárdico.

El tono vasomotor está influido por un equilibrio entre dos factores:

1. **Simpático:** la noradrenalina tiene un efecto directo de vasodilatación de los vasos epicárdicos y de vasoconstricción de los intramiocárdicos.
2. **Parasimpáticos:** la acetilcolina tiene efecto vasoconstrictor directo.

Existe una liberación endotelial de sustancias vasodilatadoras (prostaciclinas y óxido nítrico) y vasoconstrictoras (endotelina), estimulada por numerosos factores locales y sistémicos. En condiciones fisiológicas, hay un equilibrio entre factores vasodilatadores y vasoconstrictores regulados principalmente por el consumo de oxígeno miocárdico.

3. ÍNDICES DE FISIOLOGÍA CORONARIA. CLASIFICACIÓN

Existen en la actualidad diferentes índices para evaluar el flujo coronario, los clasificaremos en función del dominio vascular coronario estudiado, pudiendo ser epicárdico, microcirculación o global **(Tabla 2) (Figura 1)**.

TABLA 2. Clasificación de los índices fisiológicos según el dominio vascular.

DOMINIO EPICÁRDICO	DOMINIO MICROCIRCULATORIO
FFR	IMR
IFR	HMR
Pd/Pa	
ANGIOGRAFIA FUNCIONAL	
DOMINIO GLOBAL	
CFR	
RRR	
ACETILCOLINA	

FFR: reserva fraccional de flujo; IFR: índice diastólico instantáneo sin ondas; IMR: sistema de termodilución con un sensor de flujo y de presión en el extremo distal; HMR: técnica que calcula el índice hiperémico de resistencia coronaria microcirculatoria mediante técnica de doppler intracoronario.

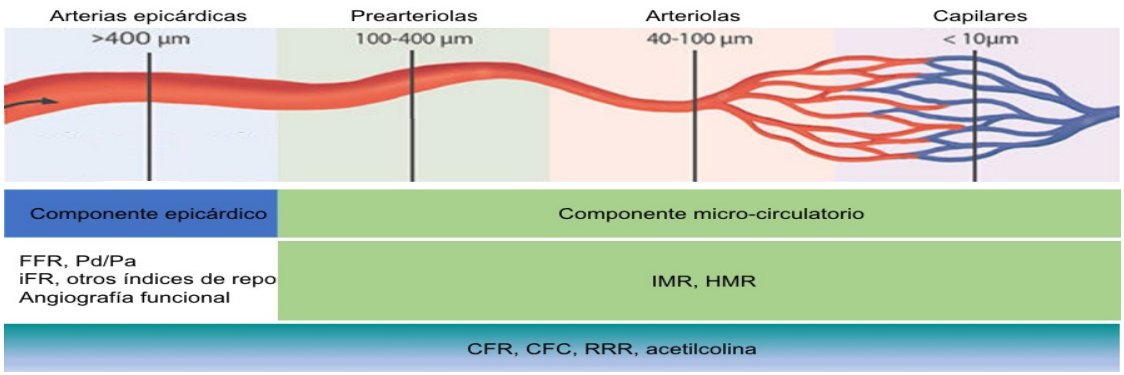


Figura 1. Índices de fisiología de acuerdo con el dominio vascular coronario estudiado. Fuente: elaboración propia.

3.1 ÍNDICES FISIOLÓGICOS DE DOMINIO EPICÁRDICO

3.1.1 Reserva fraccional de flujo (FFR). Índice que representa el flujo máximo alcanzable a través de una estenosis comparado con el flujo coronario máximo que podríamos obtener si la lesión no existiera. Se calcula como el cociente entre la presión media distal a la estenosis y la presión media aórtica durante un estado de hiperemia estable. Un valor de FFR ≤ 0,80 indica una lesión funcionalmente significativa, que puede beneficiarse de tratamiento mediante revascularización.

3.1.2 Índice diastólico instantáneo sin ondas (IFR). Se define como el cociente Pd/Pa medido en reposo durante el periodo diastólico libre de ondas. Cuando el valor de IFR es ≤ 0,89, aceptamos que la estenosis es funcionalmente significativa y, por lo tanto, responsable de isquemia miocárdica[4].

3.1.3 Angiografia funcional. Técnica que permite predecir el FFR sin guías de presión y sin fármacos hiperémicos, utilizando dos proyecciones ortogonales para hacer una reconstrucción tridimensional del vaso a estudio[5]. Uno de los métodos más utilizados es el QFR (cociente de flujo cuantitativo) estableciéndose el mismo punto de corte que para el FFR/QFR ≤ 0,80.

3.2 ÍNDICES FISIOLÓGICOS DE DOMINIO MICROCIRCULATORIO

Los compartimentos de la circulación coronaria (arterias epicárdicas, arteriolas y vénulas) se organizan en serie, de forma análoga a un circuito eléctrico. Es posible estimar la resistencia coronaria microcirculatoria mínima a partir de la presión intracoronaria distal (Pd) y el flujo coronario (Q) obtenidos en hiperemia con adenosina.

3.2.1 IMR. Se obtiene mediante un sistema de termodilución, que incorpora un sensor de flujo y de presión en el extremo distal. Este método proporciona el índice hiperémico de resistencia coronaria microcirculatoria. El punto de corte más aceptado para definir un IMR anormal en los pacientes con cardiopatía isquémica es ≥25.

3.2.2 HMR. Técnica que calcula el índice hiperémico de resistencia coronaria microcirculatoria mediante técnica de doppler intracoronario. Un valor de HMR ≥ 1,9 se considera anormal.

3.3 ÍNDICES FISIOLÓGICOS DE DOMINIO GLOBAL

3.3.1 CFR. Índice global que permite la valoración conjunta de las arterias epicárdicas (y sus estenosis) y de la microcirculación coronaria. Se obtiene a partir de las mediciones de flujo, para obtener este índice es necesario conseguir parámetros de flujo coronario en situación basal y en hiperemia inducida con adenosina.

3.3.2 RRR. Método de evaluación de flujo coronario por técnica de termodilución. Un valor de RRR < 3,5 se considera anormal.

3.3.3 Acetil Colina. Técnica que evalúa el vasoespasmo coronario epicárdico y la angina microvascular vasoespástica mediante una prueba de vasoreactividad del endotelio vascular coronario.

TABLA 3. FFR e índices de presión no hiperémicos.

ÍNDICE	CÁLCULO	PUNTO DE CORTE
FFR	Mínimo Pd/Pa en hiperemia farmacológica en todo el ciclo cardiaco	≤0,80
IFR	Pd/Pa en el periodo diastólico sin ondas	≤0,89
RFR	Mínimo Pd/Pa obtenido en cualquier fase del ciclo cardiaco	≤0,89

TABLA 4. Índices fisiológicos obtenidos a partir de mediciones simultáneas de flujo y de presión.

ÍNDICE	TÉCNICA	PUNTO CORTE	VALOR ANORMAL
IMR	Termodilución	≥25	
HMR	Doppler		≥1,9
CFR	Termodilución/doppler		<2,0
RRR	Termodilución		<3,5

4. DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL

Existen diferentes tipos de guías de presión, cuya principal diferencia radica en su navegabilidad, la tecnología integrada (ya sea eléctrica o de fibra óptica) y el *software* específico que utiliza cada fabricante.

La medición de estos índices se basa en la medición de un cociente de Pd/Pa (presión distal a la lesión a estudiar y presión aórtica). La diferencia entre un índice y otro depende del momento específico del ciclo cardiaco en el que se obtiene dicha medición y del algoritmo utilizado para su cálculo. Cada empresa comercializa su propia guía con material fungible exclusivo y su *software* correspondiente. Aunque existen variaciones entre modelos, la técnica de uso es similar en todos los casos. A continuación, se ofrece una descripción general de las características comunes de las guías y de los pasos básicos para el desarrollo de la técnica.

Todas las guías de presión tienen un calibre de 0,014", el mismo que las guías de angioplastia. El sensor de presión está situado en la parte proximal del segmento radiopaco y flexible de esta, a 3 cm del final de la guía. El transductor de presión traduce los fenómenos físicos en señales analógicas que se reflejarán en el monitor de datos (**Figura 2**).

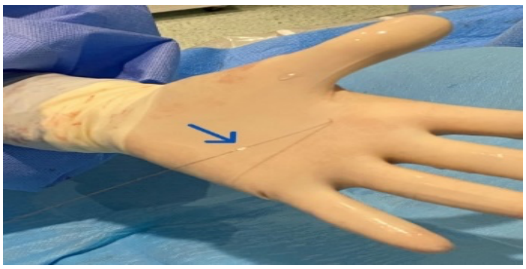


Figura 2. Sensor de presión.
Fuente: elaboración propia.

5. PREPARACIÓN ANTES DEL ESTUDIO CON GUÍA DE PRESIÓN

1. Sustituir el catéter diagnóstico por un catéter guía, evitar catéteres con agujeros tipo *side holes* ya que pueden alterar los valores de Pa.
2. Encender y conectar la consola correspondiente.
3. Administrar heparina sódica (HNF) ajustada al peso del paciente antes de introducir la guía en la arteria coronaria. El objetivo es alcanzar un tiempo de coagulación activado (ACT) de 250 segundos (habitualmente se utilizan 100 UI/kg de peso corporal).
4. Si se va a utilizar adenosina —ya sea por vía intravenosa o intracoronaria—, es necesario verificar la existencia de posibles alergias, así como comprobar si el paciente es asmático o presenta enfermedades pulmonares crónicas.
5. Una vez realizados estos pasos abriremos el fungible seleccionado para que esté disponible en la mesa.

6. DESARROLLO DE LA TÉCNICA. PASOS A SEGUIR

1. Lavar la guía con suero salino heparinizado y asentar durante 30 segundos a 2 minutos. Es importante que se deje descansar con el salino para que el sensor de presión se active y se caliente (**Figura 3**).

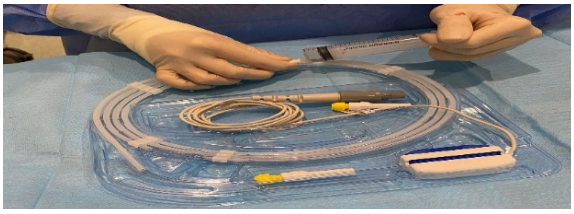


Figura 3. Purgado de la guía.
Fuente: elaboración propia.

2. Comprobar la altura del transductor de presión a la altura de la raíz aórtica.
3. Señal del ECG bien cogida para asegurar el seguimiento del paciente.
4. Conectar la parte final de la guía a la conexión correspondiente según la guía de presión que utilicemos (**Figura 4**).



Figura 4. Extremo de conexión
Fuente: elaboración propia.

5. Realizar los ceros de presión aórtica en el polígrafo y en la consola de fisiología, asegurándose de que la línea de presión esté vacía de contraste.
6. Dar forma a la guía en el caso de que no venga preformada.
7. Sondar el vaso objetivo de estudio con el catéter guía y administrar nitroglicerina intracoronaria para obtener una vasodilatación óptima. La validación de la guía de presión por los diferentes estudios se ha llevado a cabo tras la administración intracoronaria de nitroglicerina.
8. Avanzar la guía de presión posicionando el sensor de presión a la salida del catéter guía y realizar la ecualización de presiones (igualar la presión distal medida por la guía a la presión aórtica medida por el catéter).
9. Una vez realizada la ecualización de las presiones, estas deberían ser iguales, las ondas deben estar superpuestas, Pd/Pa debe ser 1.
10. La posición ideal de la guía de presión para poder medir en el flujo laminar es al menos tres veces el diámetro del vaso de la estenosis.
11. Diferenciaremos los pasos según vayamos a realizar FFR o IFR:

    11.1. Medición de FFR:

    - Inducir hiperemia mediante adenosina, administrada por vía intravenosa o intracoronaria, siendo este el fármaco más utilizado por su rápido inicio de acción.

ADENOSINA	INTRAVENOSA	INTRACORONARIA
Dosis recomendada	140 µ/kg/min	C. izquierda: 100 µg C. derecha: 40 µg
Tiempo de actuación	30 s a 2 min	Inyecta-flush-graba

- ✓ Preparación de perfusión de adenosina intravenosa: 3 viales de adenosina de 30 mg diluidos en 60 cc de suero fisiológico con dilución de 1 mg/1 ml. En el caso de usar esta presentación será necesario esperar al menos dos minutos tras su administración y esperar a medir el FFR en hiperemia máxima estable.
- ✓ Preparación de adenosina intracoronaria: diluir 1 vial de adenosina de 2 ml/6 mg en 500 cc de suero fisiológico, obteniéndose una concentración de 12 µgr/ml. En este caso la medición del FFR se realizará diez segundos después de administrar el bolo.

- Cambios en valores hemodinámicos como la tensión arterial y la frecuencia cardiaca, desarrollo de síntomas causados por la adenosina y una disminución del cociente Pd/Pa son indicadores de hiperemia.
- Es recomendable evitar el consumo de cafeína y teína 24 horas antes a la realización de guía de presión con adenosina.
- Existen otros fármacos vasodilatadores como la papaverina; la validación del FFR solo ha sido realizado con el uso de adenosina.

11.2. Medición de IFR:

- Asegurar condiciones de reposo adecuadas.
- Asegurar que no hay contraste en la arteria en el momento de la medición.
- Realizar la medición 20-30 segundos después de la inyección de nitratos.
- Seguir los mismos pasos técnicos detallados para la medición de FFR, ajustando el momento de medición al periodo diastólico libre de ondas.

7. COMPLICACIONES

7.1 DERIVADAS DEL CATETERISMO CARDIACO/TERAPÉUTICO

- **Sistema circulatorio:** hematoma[6], hemorragia, pseudoaneurisma, trombosis arterial, fístula arteriovenosa, perforaciones arteriales, oclusión de la arteria de acceso, hematoma retroperitoneal, disecciones coronarias traumáticas al canular la arteria, embolismo aéreo.
- **Sistema nervioso:** lesiones del nervio mediano, nervio femoral o nervio femorocutáneo. Enfermedad cerebrovascular.
- La nefropatía por contraste es otra de las complicaciones frecuentes.

7.2 DERIVADAS DE LA ADMINISTRACIÓN DE ADENOSINA

- Episodios transitorios de bloqueo aurículoventricular completo.
- Episodios de fibrilación auricular paroxística de menos de 12 horas de duración.
- Bradicardia/asistolia de >3 segundos (autolimitada).
- Disnea[7]. Malestar torácico.
- Cefalea. Rubor/sofocos[7]. Náuseas.
- En pacientes con historia previa de asma puede aparecer broncoespasmo (0,2%), puede ser necesaria la administración de aminofilina IV.

7.3 DERIVADAS DE LA GUÍA DE PRESIÓN

- Ulceración o disección espontánea.
- Espasmos inducidos por guía[7].
- Perforación de la arteria.
- Disfunción de la guía (ausencia de señal o imposibilidad de calibración) durante el procedimiento, por lo que puede ser necesaria su sustitución.
- Hay que reseñar que el tiempo de escopia es significativamente superior al empleado en una coronariografía diagnóstica.

8. CUIDADOS DE ENFERMERÍA

8.1 CUIDADOS EN SALA DE HEMODINÁMICA

- Aplicar los cuidados estándar de enfermería para procedimientos de cateterismo diagnóstico o terapéutico.
- En el caso de administración de adenosina, deberemos explicar al paciente los posibles signos y síntomas que pueden aparecer.
- Prestar especial atención a los signos y síntomas relacionados con la adenosina: controlar la tensión arterial por riesgo de hipotensión y vigilar la saturación de oxígeno por posible broncoespasmo.

8.2 CUIDADOS POSPROCEDIMIENTO

- Si se ha realizado una angioplastia, seguir los cuidados posoperatorios específicos.
- Si se ha hecho estudio con guía de presión sin angioplastia, se especificará en las observaciones de enfermería, se tendrá en cuenta la dosis de heparina empleada, así como de adenosina.

BIBLIOGRAFÍA

1. Götberg, M., Christiansen, E.H., Gudmundsdottir, I. J et al. (2017). *Instantaneous Wave-free Ratio versus Fractional Flow Reserve to Guide PCI*. N Engl J Med, 376(19):1823-23, doi: 10.1056/NEJMoa1700445.
2. Neumann, F-J., Sousa-Uva, M., Ahlsson, A. et al. (2019). *2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization*. Eur Heart J, 40(2):87-165, doi: 10.1093/eurheartj/ehy394.
3. Knuuti, J., Wijns, W., Saraste, A. et al. (2020). *2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary síndromes*. Eur Heart J, 41(3), 407-77, doi: 10.1093/eurhearth/ehz425.
4. Davies, J. E., Sen, Dehbi, H-M. et al. (2017). *Use of the Instantaneous Wave-free Ratio or Fractional Flow Reserve in PCI*. N Engl J Med 2017, 376(19): 1824-34, doi: 10.1056/NEJMoa1700445.
5. Li, J., Gong, Y.,Wang, W. et al. (2020). *Accuracy of computational pressure-fluid dynamics applied to coronary angiography to derive fractional Flow reserve: FLASH ffr*. Cardiovasc Res, 116(7):1349-56, doi: 10.1093/cvr/cvz289.
6. Fernández Fernández, D.M.D.C., Jalón Navas, D.A., Egozcue Louise, D.J., Vivas Vargas, D.E., Rebollo García, D.N. *Complicaciones vasculares locales del cateterismo cardíaco vía femoral*. Seram 1 (1), 2021.
7. Jean Paul Vilchez-Tschischke, Jorge Sanz Sánchez, Estefanía Fernández Peregrina, José Luis Díez Gil, Mauro Echavarría Pinto, y Hector M. Garcia-Garcia. *Fisiología Coronaria en el Laboratorio de Hemodinámica*. REC Interv Cardiol. 2022;4(4):319-328.

TEMA 16

2. ECOGRAFÍA INTRACORONARIA (IVUS)

Vera Rodríguez García-Abad, María de la Luz Capote Toledo, María Nieves Gonzalo López

Unidad de Hemodinámica. Hospital Clínico San Carlos. Madrid.

1. INTRODUCCIÓN

La angiografía coronaria es la herramienta diagnóstica de elección para evaluar las arteriascoronarias. Sin embargo, esta técnica presenta limitaciones, ya que únicamente proporciona información sobre la luz del vaso[1-3].

Por esta razón se han desarrollado técnicas de diagnóstico por imagen que aportan datos sobre la morfología y características de la pared arterial[1,2,4,5], como por ejemplo la ecografía intracoronaria (IVUS *intravascular ultrasound*) o la tomografía de coherencia óptica (OCT).

Los primeros catéteres de IVUS se comenzaron a utilizar a finales de los años 80[1] y desde entonces suponen una herramienta fundamental en el campo del diagnóstico intracoronario por imagen.

2. PRINCIPIOS BÁSICOS

La sonda de IVUS es un catéter de menos de 3 French (Fr) de diámetro (1 mm) que posee un transductor rotatorio en su extremo distal, el cual emite ondas en el rango del ultrasonido[1].

El impacto de estas ondas sobre los tejidos generará un eco de una u otra densidad, dependiendo de la composición del tejido. Este eco es recogido por el mismo transductor[4] (que además de emitir las ondas actúa como receptor de los ecos) y, dependiendo de la impedancia acústica de esta señal, la imagen será traducida como más ecolucente o ecogénica o más ecotransparente.

La frecuencia a la que se emiten los ultrasonidos es de entre 20 y 40 Megaherzios (MHz), lo que permite una resolución axial de 80 µm y una resolución lateral de 200-250 µm[4].

3. INDICACIONES[2,3,4]

- Valoración de estenosis coronarias.
- Valoración del stent tras la implantación.
- Evaluación de complicaciones del stent y del intervencionismo.

- Enfermedad tronco común o de la coronaria derecha ostial.
- Imágenes angiográficas dudosas.
- Valoración de bifurcaciones y evaluación posintervencionismo.

4. MATERIAL

1. CATÉTERES

Catéter IVUS mecánico[3-5]: incorpora un transductor en la punta del catéter, conectado a un motor que produce su rotación a 1800 revoluciones por segundo. Cada rotación de 360° genera una imagen circular, compilando hasta 60 cortes tomográficos por segundo durante la retirada (*pullback*).

Este sistema de IVUS se incorpora en un catéter monorrail (la guía y la vaina que recubre el transductor serán visibles en todas las imágenes obtenidas).

Catéter IVUS electrónico[3-5]: en vez de tener una pieza que gira, este catéter tiene 64 transductores dispuestos de manera circular que se activan consecutivamente. Las imágenes obtenidas se integran hasta obtener una imagen final circunferencial del vaso. El catéter también es monorrail pero no cuenta con una vaina protectora, por tanto esta no se visualiza, ni tampoco la guía.

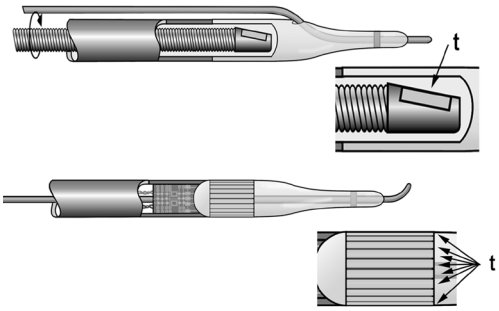


Figura 1. Esquema de un catéter mecánico y electrónico. t = transductor.

La calidad de la imagen depende de la frecuencia (MHz) del catéter de IVUS.

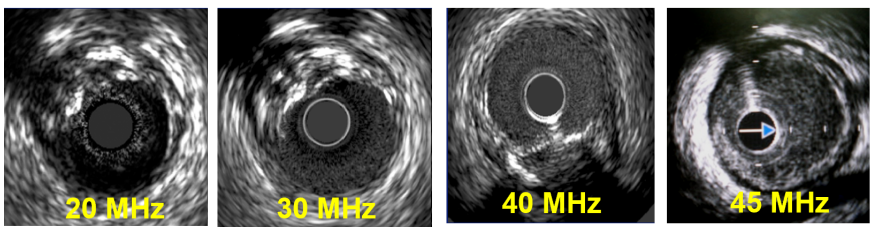


Figura 2. Diferentes imágenes de arterias coronarias exploradas con catéteres de diferentes frecuencias. Cuanto mayor es la frecuencia, mayor es la resolución de la imagen, pero menor es la capacidad de penetración del ultrasonido.

2. CONSOLAS

Los catéteres se conectan a un sistema que convierte la señal acústica en eléctrica, y esta en una imagen visible en la consola, que es específica de cada fabricante. Aunque suelen venir preconfiguradas, los parámetros de imagen (profundidad, ganancia, etc.) pueden personalizarse.

Cada adquisición se graba para poder ser revisada y analizada por el operador de IVUS. Este operador, generalmente, es una persona entrenada en ecografía intracoronaria, que maneja la consola fuera del campo estéril. Es conveniente que este operador de IVUS (ya sea un médico o una enfermera) tenga conocimientos tanto en la interpretación de imágenes como en el manejo de todas las opciones que proporcionan las consolas, puesto que de ello depende no solo la contextualización de la información recibida sino también la optimización de todas las herramientas y recursos que proporcionan las múltiples funciones que incorpora una consola de IVUS. Estas funciones se agrupan en:

Manejo de imágenes: diferentes vistas del vaso (cortes transversal y longitudinal) endiferentes planos para localizar regiones de interés, memorización de fotogramas congelados, etc.

Medidas: áreas, diámetros, longitudes, distancias e incluso volúmenes. No se necesita realizar calibración previa ya que esta viene dada porel tamaño del catéter de IVUS cuyas dimensiones se consideran a partir de la circunferencia constantede 1 mm x 1 mm central determinada en la imagen proporcionada.

Corregistro[6]: se trata de una tecnología que posiciona automáticamente la ubicación de la imagen por ultrasonidos intravasculares en el angiograma y permite realizar mediciones de longitud y área fácilmente con una extracción por ultrasonidos intravasculares manual.

Descripción de la técnica[7]

Material necesario

- Llave de hemostasia.
- Guía de 0,014”.
- Catéter guía 6Fr (dependiendo del catéter).
- Catéter de IVUS.
- Dispositivo de retirada (específico para cada catéter).
- 1 bolsa estéril.
- Consola para IVUS.

La preparación del catéter se hará según las recomendaciones del fabricante. Los catéteres electrónicos no requieren purgado. Los catéteres mecánicos sí que requieren purgado y cada fabricante tiene unas recomendaciones.

Procedimiento

Es altamente recomendable utilizar siempre el mismo protocolo de realización de IVUS tanto para la preparación del catéter como para la adquisición y almacenamiento de imágenes para evitar errores. Por tanto, preparar el catéter depende de las recomendaciones del fabricante y ha de hacerse de manera sistemática.

Tras progresar una guía de 0,014" en la coronaria a explorar se inserta el catéter de IVUS a su través, hasta el segmento donde se quiera comenzar a adquirir la imagen y se ajustan los parámetros de profundidad y ganancia. En este punto se inicia la retirada o el *pullback*, que puede ser automático o manual. Para hacer medidas de longitud, antiguamente se requería que el *pullback* fuese automático —a velocidad constante—, pero con la tecnología de corregistro ya incorporada en la mayoría de salas, es posible también realizar medidas de longitud con pullback manual, con una precisión aún mayor que en *pullbacks* automáticos.

Se comienza a grabar, manteniendo el catéter lo más coaxial posible al catéter guía para evitar la aparición de artefactos en la imagen. La llave de hemostasia no se debe cerrar en exceso para permitir al catéter rotar con facilidad, pero realizando su función hemostática.

Al terminar la exploración de un segmento por IVUS, hay que extraer el catéter y lavarlo inmediatamente por dentro y por fuera, para dejarlo libre de sangre que pueda resultar una fuente de trombos si hay que realizar otro IVUS durante el procedimiento[8].

Complicaciones[1,7,9]

- Espasmo coronario.
- Trombosis arterial coronaria.
- Embolia gaseosa.
- Isquemia coronaria por obstrucción luminal de la arteria por el catéter de IVUS.
- Derivadas del paso de la guía: disección, oclusión aguda, formación de trombos intracoronarios, etc.

5. CUIDADOS DE ENFERMERÍA[7]

Durante el procedimiento

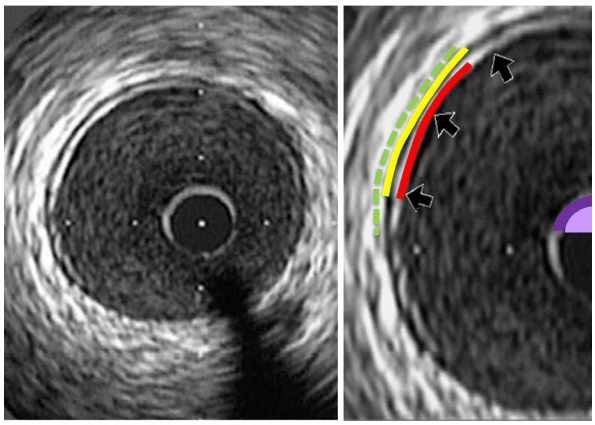
- Purgar el catéter antes de introducirlo en el paciente.
- Administrar nitroglicerina y heparina previa a la inserción de la guía y del catéter.
- Lavar el catéter por dentro y por fuera después de cada *pullback*.
- Realizar controles periódicos de la coagulación (ACT), que debe mantenerse por encima de 300 segundos.

Despues del procedimiento

Después de la realización de un IVUS no hay cuidados específicos, sino los propios del cateterismo cardiaco diagnóstico o terapéutico (consultar temas relativos en este manual).

6. INTERPRETACIÓN DE IMÁGENES

Para interpretar las imágenes[1,2,4,9] y poder realizar un análisis cualitativo y cuantitativo, hace falta saber distinguir entre las diferentes estructuras del vaso que podemos apreciar con el IVUS.



Nissen S, et al. Circulation 2001;103:604-616

Figura 3. Imagen muy nítida de las tres capas de un vaso coronario. En amarillo, el contorno de un segmento de la capa íntima. En verde, el contorno de un segmento de la capa muscular o media. En rojo, el contorno de un segmento de la adventicia.

Capa íntima: esta capa se engrosa con la edad y con la aterosclerosis. Aparece en tono hiperecogénico por el tejido elástico en el subendotelio.

Capa media: está separada de la capa íntima por la membrana elástica interna[9] (MEI). Aparece en tono hipoecogénico por su contenido elástico.

Adventicia: su límite externo no es definible muy nítidamente por IVUS por la baja capacidad de penetración del transductor, pero sí es posible conocer donde comienza puesto que su límite con la capa media está delimitado a través de la membrana elástica externa[9] (MEE). Su ecogenicidad es mayor que la capa íntima, por tanto se verá en tono hipercogénico.

ANÁLISIS CUALITATIVO

Tipos de placas visualizadas por IVUS

Las placas de ateroma se acumulan entre la capa íntima y la media. El área del lumen se puede medir dibujando una línea continua entre la íntima y el lumen del vaso.

Para determinar el área de placa, hay que dibujar una línea continua en el límite entre la capa media y la adventicia, es decir, la zona por la que discurre la MEE[9]. El área de la placa será el área que quede por dentro de esta circunferencia, pero por fuera del área delimitada para el lumen.

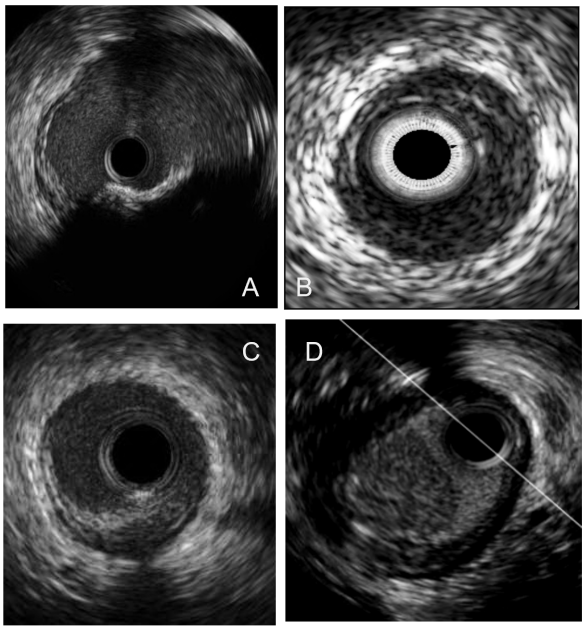


Figura 4. Imagen de diferentes placas visualizadas por IVUS. **A:** placa calcificada arco de calcio de 110°, **B:** placa fibrolipídica, **C:** placa fibrótica, **D:** trombo intraluminal marcado alrededor del catéter de IVUS.

La composición de la placa se puede estimar gracias a su ecogenicidad. Aunque la tecnología pone a disposición de la medicina herramientas cualitativas para clasificar los componentes de la placa (tales como la histología virtual o la caracterización tisular con las que la composición de la placa se estratifica por colores), el análisis cualitativo por escalas de grises sigue el siguiente patrón[4,9]:

Placa calcificada o de alta ecogenicidad (Figura 4A): es aquella que genera ecos blancos y brillantes, que producen una típica "sombra acústica" (debido a que los ultrasonidos no pueden atravesar este material).

Placa blanda o ecolucente (Figura 4B): el término "blanda" no se refiere a la estructura de la placa sino a la baja ecogenicidad procedente de la señal acústica generada. Estas placas son las que producen ecos de una densidad homogénea e inferior a la densidad de la adventicia. Generalmente son el resultado de un alto contenido lipídico.

Placa fibrosa (Figura 4C): estas placas presentan una ecogenicidad intermedia entre las placas blandas y las calcificadas. Son aquellas que producen ecos densos y gruesos con una ecogenicidad homogénea, mayor o igual a la densidad de la adventicia, pero que no producen sombra acústica.

Trombo intraluminal (Figura 4D): se reconoce generalmente como una masa intraluminal con apariencia lobulada y pedunculada. El trombo suele ser ecolucente o tener apariencia punteada, dependiendo de su estadío. La inyección de contraste o suero fisiológico durante la realización del IVUS en un segmento con trombo ayuda a delimitar los bordes de este y a confirmar su presencia.

Por lo general, la composición de la placa no es absolutamente homogénea y por tanto no atiende a un solo patrón acústico, puesto que un vaso enfermo puede presentar material de diferente composición.

ANÁLISIS CUANTITATIVO

El IVUS permite realizar medidas[3,4] sin previa calibración no solo del lumen y de la pared del vaso, sino también de diámetros, de distancias longitudinales y de volúmenes.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alfonso F, Botas J. *Intracoronary Diagnostic Techniques*. McGraw Hill. Madrid 2003.
2. Nissen SE, Yock P. *Intravascular Ultrasound: Novel Pathophysiological Insights and Current Clinical Applications*. Circulation 2001;103;604-616.
3. Dijkstra J, Koning G, Reiber JHC. *Quantitative Measurements in IVUS Image*. International Journal of CardiacImaging1999;15:513-522.
4. Mintz GS, Nissen SE, Anderson WD, Bailey SR, Erbel R, Fitzgerald PJ et al. *American College of Cardiology Clinical Expert Consensus Document on Standards for Acquisition, Measurement and Reporting of Intravascular Ultrasound Studies (IVUS).* A report of the American College of Cardiology Task Force on Clinical Expert Consensus Documents. J Am Coll Cardiol. 2001;37:1478-92.
5. Mintz GS, Garcia-Garcia HM, Nicholls SJ, Weissman NJ, Bruining N, Crowe T et al. *Clinical expert consensus document on standards for acquisition, measurement and reporting of intravascular ultrasound regression/progression studies.* EuroIntervention. 2011;6:1123-30.
6. Houissa K, Ryan N, Escaned J, Cruden NL, Uren N, Slots T et al. *Validation of a novel system for co-registration of coronary angiographic and intravascular ultrasound imaging*. Cardiovasc Revasc Med 2019;20(9):775-781.
7. Rodríguez García-Abad V, Gonzalo López N. *Ecografía Intracoronaria e intracavitaria*. En Fernandez Maese JM, Garcia Aranda FJ, Gomez Fernandez M et al editores. *Manual de procedimientos de enfermería en hemodinámica y cardiología intervencionista*. Creade Impresión Digital, Santiago de Compostela 2014. 149-159.
8. Tovar Martín A, Duran Parra A, Lozano Marote E, Martinez Pérez E. *Ecografía Intracoronaria, ecografía intracavitaria*. En Argibay V, Gómez M, Jimenez R, et al, editores. *Manual de Enfermería en Cardiología Intervencionista y Hemodinámica, Protocolos Unificados*. Vigo: Asociación Española de Enfermería en Cardiología; 2007. P 142145.
9. Mintz GS. *Intracoronary Ultrasound*. Taylor & Francis Group. Oxon, UK. 2005.

TEMA 16

3. TOMOGRAFÍA POR COHERENCIA ÓPTICA (OCT)

Patricia Pulgar Trueba, Isabel Martín Alonso Jorge, Monika Wojtysiak Wojcicka, Cristina Mingo López, María García Blázquez, Ana María García Saldaña

Servicio de Hemodinámica. Hospital Universitario La Paz. Madrid.

1. INTRODUCCIÓN

La tomografía por coherencia óptica (OCT por sus siglas en inglés) es una técnica de imagen que se añadió hace más de diez años a las herramientas de diagnóstico intracoronario de la sala de hemodinámica. Su principal ventaja con respecto a la ecografía intracoronaria (IVUS) es su elevada resolución espacial, del orden de 15 micras, que permite la obtención de imágenes *in vivo* con una definición sin precedentes en cardiología y hasta hace poco tiempo solo alcanzable con estudio histológico. Las ventajas principales que esto aporta a nivel práctico son la capacidad de obtener imágenes con excelente correlación anatomopatológica para caracterización de la placa coronaria y que permite optimizar el resultado final tras implante de stents coronarios dada su elevada sensibilidad para detectar criterios de implantación subóptima del stent. Guiar el ICP mediante técnicas de imagen mejora los resultados clínicos, especialmente en los casos más complejos[1,2].

2. PROTOCOLO DE TRABAJO

Los catéteres utilizados (Dragonfly Optis-Abbott® y FastView-Terumo®) tienen un diseño monorraíl que permite su utilización con una guía convencional de angioplastia y un perfil de 2,6-2,7Fr. En su interior se aloja la fibra óptica del brazo de muestra. En su extremo distal tienen unas marcas radiopacas que identifican la posición de la lente que dirige la luz hacia el vaso y facilitan su posicionamiento[1].

El protocolo de trabajo se resume a continuación en la **Tabla 1**. El catéter se avanza hasta que la lente esté situada distalmente a la zona que se quiere evaluar, se comprueba la correcta posición del catéter guía y se administra contraste para desplazar la sangre. Cuando la arteria está llena de contraste, se activa, de forma automática o manual, la retirada monitorizada, que permite analizar segmentos coronarios largos en menos de tres segundos, lo que hace que sea bien tolerada clínicamente y reduce el consumo de contraste[1,3].

TABLA 1. Protocolo de adquisición de imágenes.

1.	Anticoagulación, típicamente con heparina.
2.	Nitroglicerina intracoronaria, para obtener el máximo diámetro posible del vaso a evaluar.

3.	Cuando una estenosis coronaria produce una alteración del flujo a través de ella, se recomienda restablecer el flujo para permitir limpiar la sangre con un bolo de contraste.
4.	Paso de guía de angioplastia 0,014" a la parte distal del vaso a estudiar.
5.	Paso del catéter de OCT.
6.	Asegurar la correcta intubación de la arteria y llenar con contraste hasta la punta del catéter.
7.	Infusión de contraste: • **Coronaria izquierda:** volumen de 16 ml a 4 ml/s. • **Coronaria derecha:** volumen de 12 ml a velocidad de 3ml/s.
8.	*Pullback* con medio libre de sangre.

3. COMPARATIVA IVUS/OCT [1,3,4]

La OCT es conceptualmente similar a la ecografía bidimensional, pero utiliza luz en lugar de ultrasonidos a través de una técnica llamada "interferometría de baja coherencia", lo que permite obtener una resolución de imágenes unas diez veces superior al IVUS, con la contrapartida de una menor penetración del tejido debido a la mayor dispersión y absorción en el tejido de la luz respecto al ultrasonido[4].

TABLA 2. Comparativa IVUS y OCT.

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
IVUS	No requiere contraste.	Baja resolución espacial.
	Alta profundidad de penetración.	*Pullback* lento.
	Permite medir la carga de placa y su extensión hasta la media.	Mala detección de la disección de los bordes.
OCT	Alta resolución espacial (10 micras mayor que el IVUS).	Requiere contraste.
	Mejor identificación de la morfología de la placa.	En caso de estenosis severa requiere predilatar para visualizar el vaso distal.
	Capacidad de reconstrucción de vaso y stent en 3D.	Contraindicado en lesiones ostiales, oclusivas y de grandes vasos.
	Pullback rápido.	Baja profundidad de penetración.
		No se puede medir la carga de placa.

4. APLICACIONES CLÍNICAS[2,5]

4.1 CARACTERIZACIÓN DE LA ATEROSCLEROSIS CORONARIA

En un vaso normal, la OCT permite distinguir claramente las tres capas de acuerdo con sus características de reflexión y atenuación: íntima, media y adventicia. (**Figura 1**).

En ocasiones, es posible visualizar unas líneas más hiperintensas entre las capas de la arteria, que corresponden a las láminas elásticas interna y externa. Una lesión ateroesclerótica es vista con OCT como una masa dentro de la pared de la arteria, engrosamiento intimal focal o pérdida de la arquitectura trilaminar del vaso.

4.2 DIFERENTES TEJIDOS VISUALIZADOS MEDIANTE OCT

Las placas coronarias se clasifican en los siguientes tipos: (**Figura 1**).

- **Placas fibrosas:** son placas hiperintensas y con baja atenuación, por lo que la luz penetra hasta bastante profundidad.
- **Placas calcificadas:** se observan como áreas hipointensas, de bordes bien delimitados, contenido heterogéneo y de atenuación media-baja. Habitualmente la luz puede atravesar las zonas de calcificación, por lo que es posible medir el grosor de dicha calcificación, que es un factor importante para predecir el riesgo de infraexpansión del stent y de necesidad de utilización de técnicas de modificación de placa.
- **Lesiones lipídicas (core necrótico):** estas placas aparecen como áreas hipotensas, de bordes difusos, mal delimitados (a diferencia del calcio) y de alta atenuación, por lo que la luz tiene una penetración muy limitada en su interior. La predominancia necrótica o lipídica del núcleo no puede diferenciarse por OCT, ya que las imágenes de estas dos características son similares.
- **Fibroateroma:** los fibroateromas de capa delgada son aquellos en que la capa fibrosa que cubre el contenido lipídico mide <65 µm. Se han definido como una lesión vulnerable con alta probabilidad de ruptura y de esta manera con potencialidad de producir un síndrome coronario agudo.

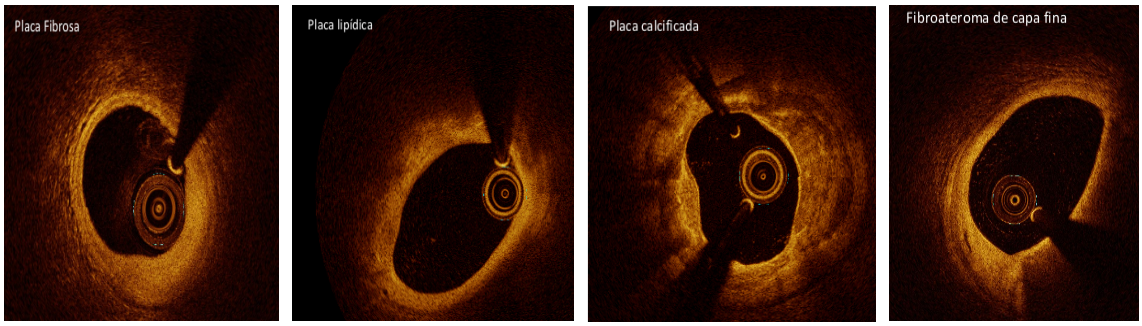


Figura 1. Distintos tipos de lesiones coronarias de acuerdo con sus componentes. Imágenes HULP.

Otros componentes de interés (Figura 2)

- **Trombos:** aparecen como una masa unida a la superficie luminal o flotando dentro del lumen. La OCT es capaz de distinguir trombos rojos y blancos. (**Figura 2**).
- **Macrófagos:** aparecen como áreas hiperintensas de aspecto punteado, granular. Su identificación es relevante porque son un factor predictor importante en la inestabilidad de la placa.
- **Cristales de colesterol:** se visualizan como áreas finas, líneas bien delimitadas, muy hiperintensas y que no generan sombra posterior. En general se asocian a placas de tipo core necrótico.
- **Vascularización de la placa:** los vasos aparecen como estructuras hipointensas de bordes bien definidos, con estructura tubular. Estos vasos también son importantes en la patogenia de la inestabilización de la placa, ya que pueden generar hemorragia.

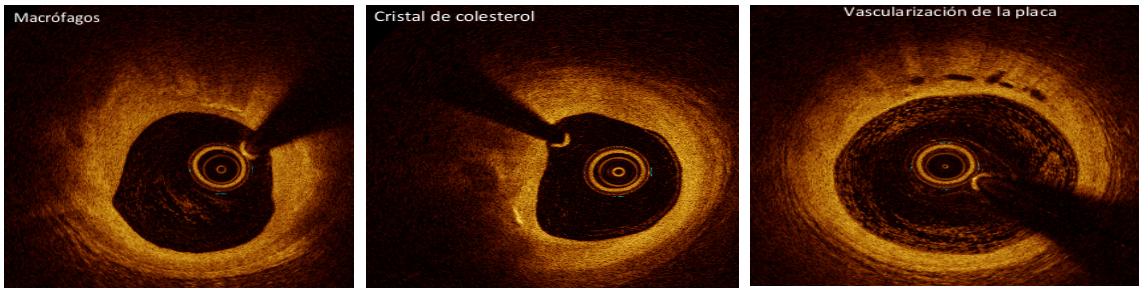


Figura 2. Otros componentes de la placa coronaria. Imágenes HULP.

5. SÍNDROME CORONARIO AGUDO[6]

5.1 IDENTIFICACIÓN DE LESIÓN RESPONSABLE: IMÁGENES DE INESTABILIDAD DE PLACA

- **Trombo:** detectar ese trombo intracoronario en el lumen y diferenciar el trombo plaquetario (no deja sombra posterior) del trombo rojo (más organizado). (**Figura 3**).

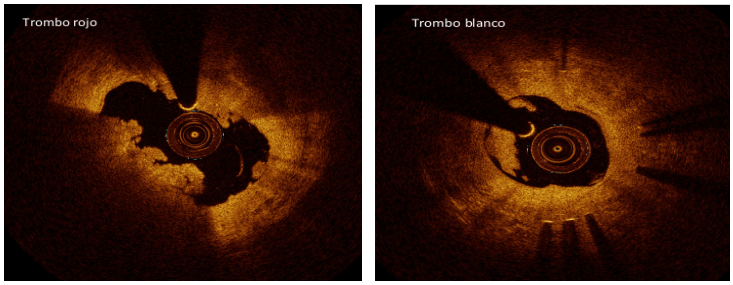


Figura 3. Trombo rojo y blanco. Imágenes HULP.

- **Rotura de placa:** se identifica como una pérdida de la integridad de la cápsula fibrótica, con solución de continuidad y formación de una úlcera en la pared que se corresponde con el núcleo necrótico vertido al flujo coronario.
- **Erosión de placa:** se detecta de manera muy precisa identificando el trombo plaquetario adherido (producido sobre la grieta formada de denudación endotelial), en forma de imágenes irregulares, hipertensas, que no producen sombra posterior y que protruye la luz. (**Figura 4**).

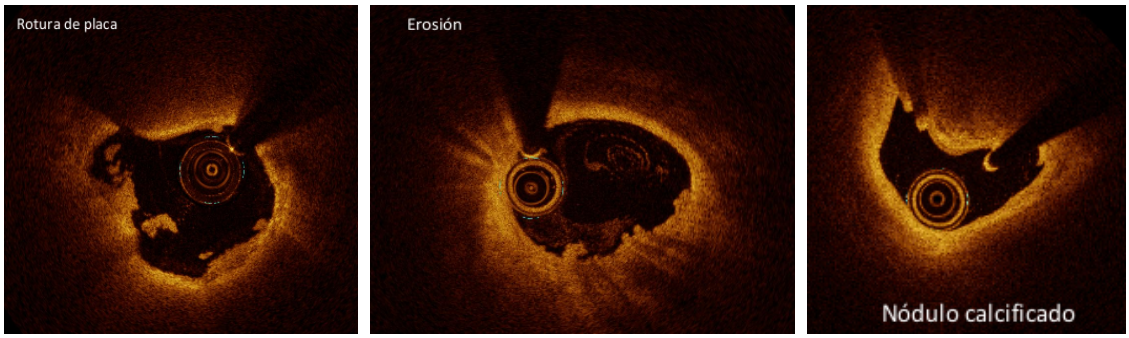


Figura 4. Rotura de placa y erosión. Imágenes HULP.

- **Nódulo calcificado:** en ocasiones la imagen de un nódulo calcificado es similar a la del trombo rojo, por lo que a veces es difícil asegurar si una imagen de nódulo calcificado es culpable de un SCA.

5.2 PATOLOGÍA ATEROMATOSA NO CORONARIA

La OCT identifica las alteraciones coronarias no ateromatosas que causan el SCA, en globadas en la nueva definición de MINOCA.

- **Disección y hematomas coronarios espontáneos:** sucede cuando, de forma no traumática ni iatrogénica, se separan las capas más internas de la arteria, generalmente debido a una hemorragia o despegamiento de la íntima. En las imágenes se aprecia una doble luz evidente con las capas disecadas, en muchas ocasiones colapsadas en un extremo marginal del vaso disecado o alrededor de la guía en caso de que esta haya sido adecuadamente posicionada en la luz verdadera. (**Figura 5**).

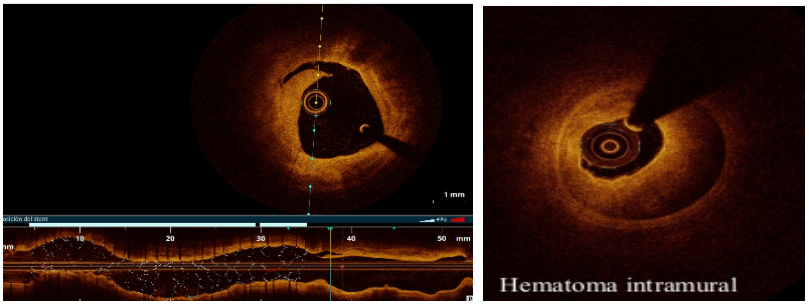


Figura 5. Disección de bordes y hematoma intramural. HULP.

- **Espasmo severo:** consiste en un replegado en forma de estrella de la capa media e íntima alrededor del catéter, con engrosamiento de la media y desaparición funcional de la luz efectiva, sin presencia de placa.

6. OPTIMIZACIÓN DEL INTERVENCIONISMO CORONARIO[7,8]

6.1 EVALUACIÓN DE LAS LESIONES ANTES DEL IMPLANTE DE LOS STENT

Podemos realizar mediciones cuantitativas, como el área del vaso, diámetro máximo y mínimo, lo cual permite planificar una intervención coronaria de manera rápida y precisa definiendo, por ejemplo:

- **Tipo** de placa: calcio, trombo, rotura o erosión.
- **Efecto** de técnicas de modificación de placa: rotablator, *shockwave*, láser.
- **Zona** de aterrizaje del stent (sizing).
- Coregistro angiográfico: Reconstrucción longitudinal del área luminal en cada *frame*, diámetros de referencia proximal y distal, área luminal mínima y porcentaje de estenosis y longitud de la lesión. Las ayudas técnicas de OCT (coregistro, perfil del lumen, mediciones automáticas, indicadores de expansión y malaposición) son de gran utilidad práctica y facilitan la toma de decisiones. (**Figura 6**).

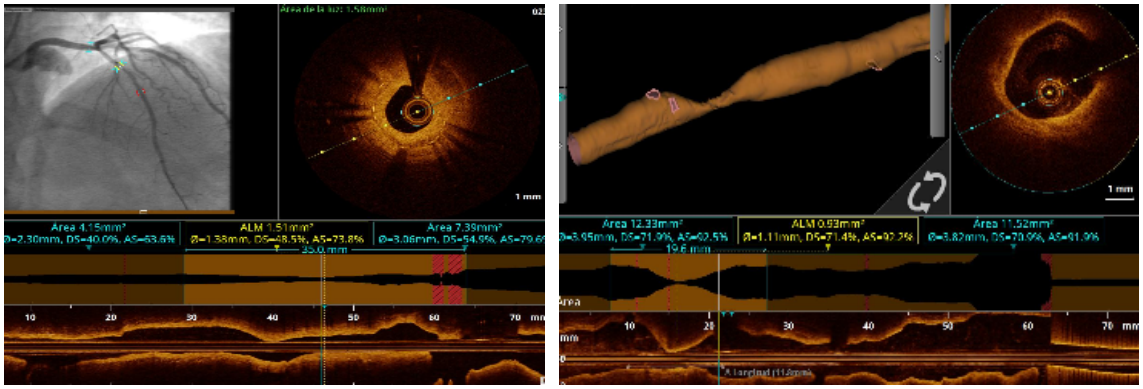


Figura 6. Ayudas técnicas OCT. HULP.

6.2 EVALUACIÓN POSIMPLANTE DE LOS STENTS

Esta es, quizá, una de las mayores utilidades de la imagen coronaria, ya que permite identificar anormalidades potencialmente corregibles.

- **Expansión del stent:** reconstrucción automática el segmento de interés (stent y zonas de referencia), determinando el área en cada punto, lo que permite derivar rápidamente el grado de expansión relativa del stent.

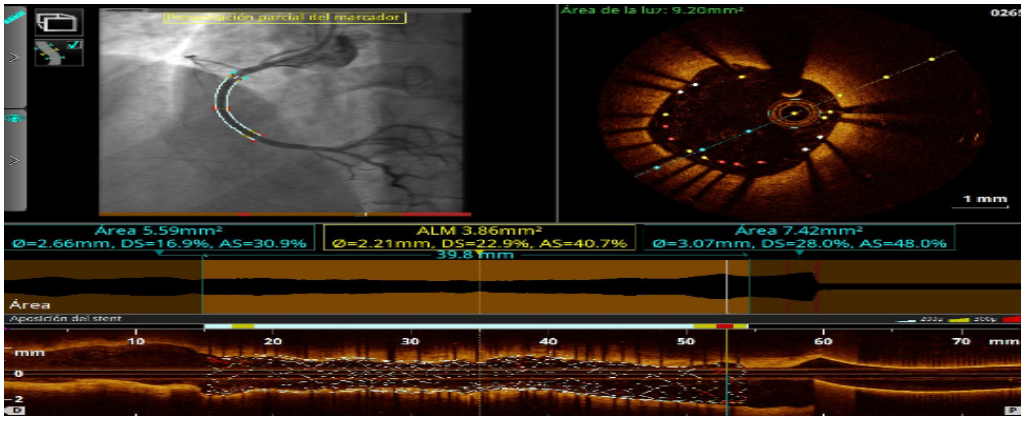


Figura 7. Determinación del área intrastent. HULP

- **Adecuada aposición y expansión:** es la ausencia de contacto entre los struts del stent y la pared del vaso. Detección automática de los struts, y la posterior evaluación de la mala aposición según un umbral de distancia entre stent y pared definida por el operador (distancia axial). (**Figura 8**). Potente predictor de eventos, como la trombosis precoz del stent. También valora su correcta expansión. (**Figura 9**).

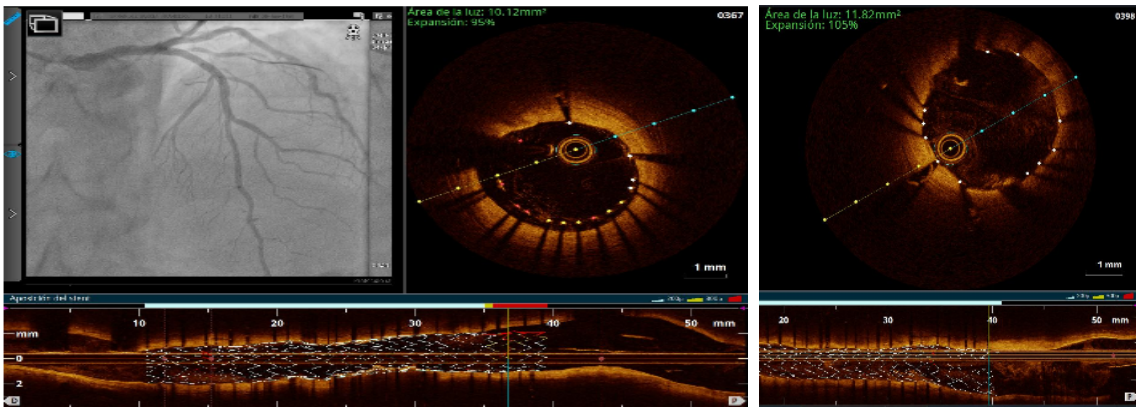


Figura 8. Mala aposición del stent. HULP

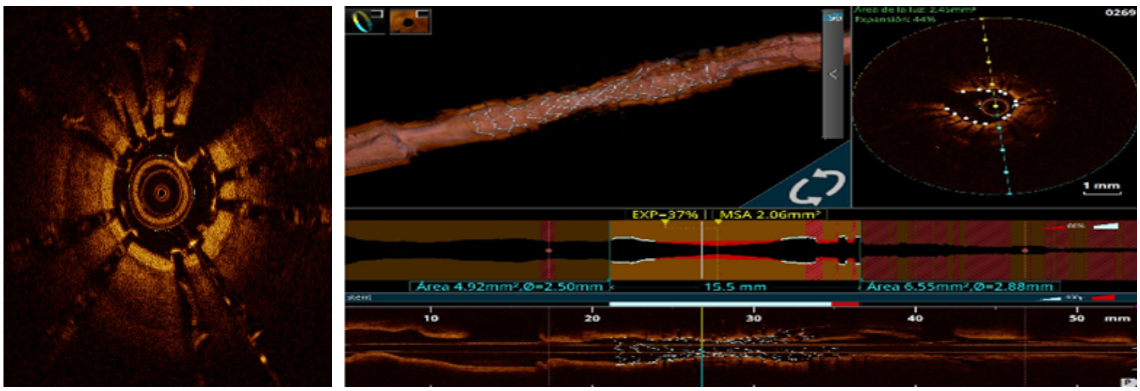


Figura 9. Medición de la infraexpansión del stent. HULP

- **Disección:** la OCT es una técnica mucho más sensible que el IVUS para la detección de las disecciones, pudiendo detectar aquellas de menor tamaño. Otra gran utilidad que aporta la OCT es la detección de hematomas intra- y extramurales.
- **Adecuada cobertura de la lesión:** repetir la imagen intracoronaria posimplante es útil para detectar las zonas de placa no correctamente cubiertas que pueden producir disminuciones del área luminal no visibles en la angiografía convencional.
- **Prolapso:** se define como la extrusión de tejido hacia el interior del área del stent. La OCT permite su visualización más frecuentemente que el IVUS.
- **Tratamiento de lesiones en bifurcación y lesiones largas:** analiza la extensión de la placa en el vaso principal y en la bifurcación proporcionando imágenes tridimensionales que permiten evaluar de forma muy precisa la zona de recruce de la guía hacia la rama lateral.
- **Expansión asimétrica por calcio excéntrico:** se evalúan ángulos y grosor máximo de la placa calcificada. (**Figura 10**).

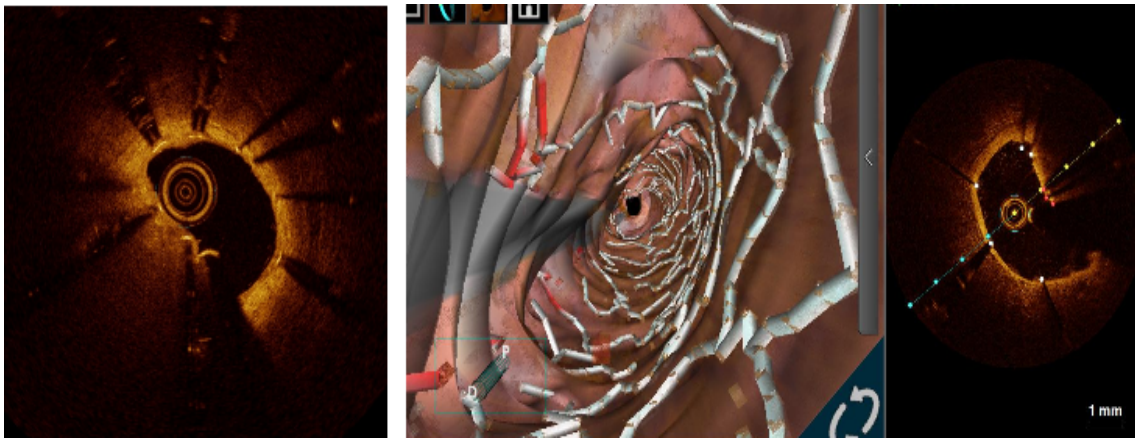


Figura 10. Expansión asimétrica del calcio. HULP

7. SEGUIMIENTO A LARGO PLAZO DEL INTERVENCIONISMO CORONARIO[4,6,9]

- **Reestenosis:** dificultad al flujo coronario condicionada por la pérdida de área luminal efectiva en un segmento arterial previamente tratado. La neoaterogénesis (desarrollo de placa de ateroma de nuevo en el interior de los dispositivos implantados) se identifica por el crecimiento de nuevas estructuras características de la placa de ateroma, ya sean lípidos o calcio.
- **Trombosis tardía:** se debe a una falta de endotelización completa de los struts, a una infraexpansión del stent o a una mala aposición, lo cual puede produ-

cirse tanto por defecto de técnica de implante o de forma tardía debido a una reabsorción del trombo enjaulado en los SCA o a un remodelado positivo con expansión del tamaño del vaso.

BIBLIOGRAFÍA

1. Moreiras M, Cruz J. *Manual de hemodinámica e intervencionismo cardiaco*. Tercera Edición. Mc Graw Hill; 2022.
2. Valdebenito M, Veas N, Méndez M, Dauvergne C, Pérez O, et al. *Tomografía por Coherencia Óptica Intracoronaria.* Bases Físicas, Utilidad Clínica e Interpretación. Rev Chil Cardiol 2015; 34(2).
3. Prati F, Romagnoli E, Gatto L, et al. *Relationship between coronary plaque morphology of the left anterior descending artery and 12 months clinical outcome: the CLIMA study.* Eur Heart J. 2020 Jan 14;41(3):383-39.
4. Karanasos A, Lighthart J, Witberg K, Van Soest G, Bruining N, Regar E. *Optical Coherence Tomography: Potential Conical Applications.* Curr Cardiovasc Imaging. 2012; 5: 206-220;
5. Gonzalo N, Salazar C H, Perez-Vizcayno M J, Gomez-Polo JC, Jimenez-Quevedo P, Jimenez-Valero S, et al. *Influence of neoatherosclerosis on prognosis and treatment response in patients with in-stent restenosis.* Rev Esp Cardiol. 2020 (Engl Ed).
6. Reyes M. *The next innovation in PCI is not a stent. The value of OCT*. CathLab Digest. 2019, 27(10).
7. Räber L, et al. *Clinical Use of Intracoronary Imaging.* Part 1: Guidance and optimization of coronary interventions. An expert consensus document of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions. Eur Heart J. 2018;39(35):3281-3300.
8. Bezerra, H. et al. *Analysis of changes in decision-making process during OCT-guided PCI -Insights from the LightLab Initiative*. EuroPCR2020 Presentation.
9. Zhang J, et al. *Intravascular ultrasound versus angiography-guided drug-eluting stent implantation: the ULTIMATE trial.* J Am Coll Cardiol. 2018;72(24):3126-3137.

TEMA 16

4. CORREGISTRO

Cristina Mingo López, María García Blázquez, Ana M.ª García Saldaña, Monika Wojtysiak Wojcicka, Patricia Pulgar Trueba, Isabel Martín Alonso Jorge

Unidad de Hemodinámica. Hospital Universitario La Paz. Madrid.

INTRODUCCIÓN

El término "corregistro" hace referencia a un sistema de fusión de la angiografía coronaria con ciertas técnicas de fisiología e imagen intravascular, lo que permite localizar de forma precisa cada uno de los puntos evaluados en la arteria que queremos estudiar[1]. La llegada del corregistro ha proporcionado una capacidad aún mayor para ofrecer una intervención coronaria percutánea (ICP) de precisión. La combinación de la información obtenida ayuda a guiar las decisiones terapéuticas, siendo una herramienta útil para evaluar las lesiones coronarias y realizar mediciones con exactitud, optimizando los resultados del tratamiento.

Actualmente el corregistro se encuentra disponible en la tomografía de coherencia óptica (OCT) de Abbott® y en la guía de presión y ecografía intravascular (IVUS) de Phillips®, mediante el *software* SyncVision®.

1. CORREGISTRO DE FISIOLOGÍA

El *software* SyncVision® permite realizar el corregistro de fisiología coronaria tanto en los modos FFR (*Fractional Flow Reserve*, que valora la severidad funcional de una estenosis midiendo la presión antes y después de la lesión durante hiperemia) e iFR (*Instantaneous wave-Free Ratio*, que mide la relación de presiones en reposo, sin necesidad de vasodilatadores). Se trata del registro simultáneo de la retirada de FFR/iFR con la coronariografía para crear el mapa fisiológico de un vaso. Las imágenes se pueden utilizar posteriormente para determinar la distribución fisiológica de la enfermedad y planificar la estrategia de revascularización coronaria[1].

El corregistro es una técnica relativamente nueva, y aunque se esperan más datos sobre su uso, los estudios llevados a cabo hasta ahora demuestran que es un método altamente reproducible, válido y preciso para identificar la enfermedad coronaria fisiológicamente significativa y para guiar el tratamiento óptimo de estas lesiones[1,2,3]. El corregistro de iFR en particular es especialmente útil en lesiones complejas como las secuenciales y difusas, porque permite señalar qué estenosis contribuyen más a la isquemia y, por tanto, cuáles requieren angioplastia. Esto puede reducir el número o longitud de las lesiones identificadas para revascularización, así como evitar ICP innecesarias[3,4]. El registro conjunto da también la posibilidad de predecir el resultado posterior a la ICP, lo que permite a los operadores calcular diferentes planes de "angio-

plastia virtual" para conseguir el mayor beneficio fisiológico con el mínimo número y longitud de stent posible[3].

VENTAJAS[1,4,5]

- Identifica rápida y fácilmente la enfermedad coronaria significativa.
- Guía en la toma de decisiones clínicas y en la planificación de la ICP.
- En modo iFR permite evaluar la importancia de cada segmento en lesiones largas, difusas o múltiples.
- Estimación del resultado fisiológico posterior a la angioplastia.
- Reducción del número o longitud de las lesiones identificadas para revascularización.
- Precisión para seleccionar la posición del stent y realizar mediciones del vaso a tratar.

MATERIAL ESPECÍFICO[6]

- *Software* SyncVision® (Phillips®): el sistema SyncVision® es una estación de trabajo de adquisición y procesamiento de imágenes que conecta el sistema de rayos y el sistema de IVUS/fisiología, tanto en la sala de procedimientos como en la sala de control.
- Guía Omniwire-Volcano® (Phillips®). (**Figura 1**).

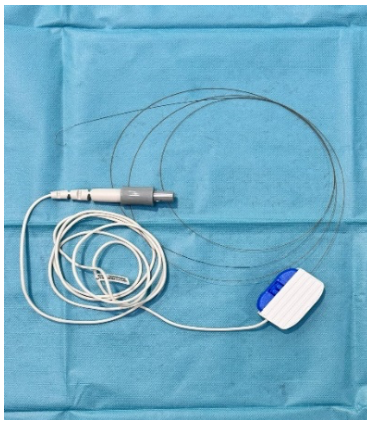


Figura 1. Guía de presión Omniwire-Volcano® en la mesa de enfermería.

DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO[1,6]

Se debe preparar todo lo necesario para realizar una guía de presión convencional. Se encenderá el sistema de Volcano® y el SyncVision®. Tras añadir los datos del paciente seleccionaremos el modo en el que vamos a realizar la retirada (iFR/FFR). Si se realiza retirada de FFR será necesario preparar adenosina intravenosa tal y como se explica en capítulos anteriores.

1. El operador elegirá una proyección radiográfica en la que la arteria se visualice completamente, desde el catéter guía hasta el extremo distal de la arteria, con una superposición mínima entre los vasos. Esta posición debe mantenerse hasta que se complete el corregistro.
2. Sin sacar la guía OmniWire® del estuche, lavarla con solución salina y conectar el cable a la consola. El sistema realiza la puesta a cero de la guía automáticamente.
3. Tras la normalización de las presiones el operador avanza la guía distalmente y con el sistema SyncVision® activado se inicia la retirada bajo fluoroscopia continua. La guía debe retirarse lenta y constantemente hasta que el sensor de presión vuelva a la posición de normalización.
4. Se realiza una nueva angiografía o se selecciona la última angiografía previa (siempre con la misma posición de paciente, mesa y arco en C). El sistema generará automáticamente el corregistro.
5. Confirmar que la vía de retirada sigue de forma precisa el vaso de interés. Si es necesario, ajustar el contorno o dibujar manualmente la vía correcta.

PRECAUCIONES Y POSIBLES ERRORES DE CORREGISTRO [1,6]

- No cambiar los ajustes del *zoom*, del colimador de la mesa o del arco en C durante el procedimiento.
- Realizar la retirada de manera discontinua puede provocar que haya un salto brusco que se interprete como una lesión.
- La presencia de cables, guías adicionales, pinzas quirúrgicas u otros objetos metálicos en el fotograma también pueden afectar a los resultados o provocar un error del corregistro.
- Una mala calidad de las imágenes de rayos X y una frecuencia radiográfica baja (<15 fps) pueden conducir a unos resultados imprecisos.
- Si la guía da un “salto” al pasar la estenosis debe repetirse la retirada. Si una caída de presión significativa parece estar asociada con un área de la arteria coronaria proximal a una estenosis anatómicamente evidente, se debe considerar el artefacto de salto e interpretar los datos en este contexto.
- Comprobar el descalibrado de la guía. Si tras la retirada, al llegar al ostium de la arteria, se muestra una diferencia de 0,02 o más frente a la normalización previa, debe repetirse la normalización y realizar una nueva retirada.
- Errores en la vía coronaria. Comprobar que la retirada sigue el vaso de interés y modificar la vía si es necesario.
- Una guía de presión curvada o enroscada en su parte distal radiopaca puede provocar una calibración imprecisa, que dará como resultado unas mediciones de longitud y una calibración de línea de tendencia imprecisas.

INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Una vez generada la imagen de corregistro podremos navegar por el sistema tanto por la vía de retirada como por la línea de tendencia de fisiología.

Al indicar una posición a lo largo del vaso en la vía de retirada, se recupera automáticamente el valor FFR/iFR asociado y se indica la posición correspondiente en la línea de tendencias y viceversa. Ambos métodos se pueden usar para realizar mediciones en cualquier momento y están visualmente correlacionados[6]. (**Figura 2**).

En caso de corregistro de iFR, el sistema muestra la bajada de presión junto a la vía de retirada representada por puntos amarillos a lo largo del vaso de interés. La acumulación de muchos puntos amarillos sugiere que la aportación de esa lesión al compromiso fisiológico es alta[7]. (**Figura 2**).

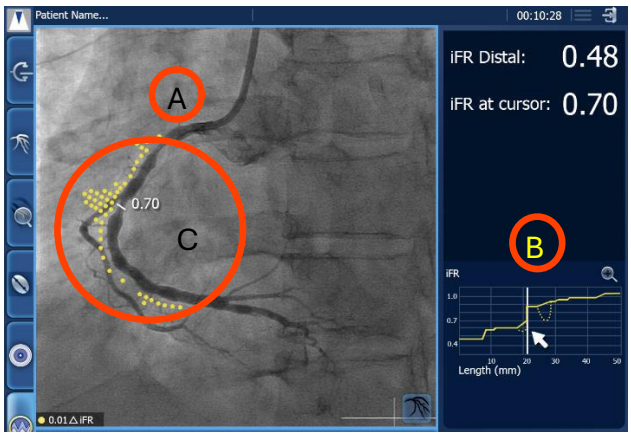


Figura 2. Imagen que se genera con el corregistro. **A:** vía de retirada, **B:** línea de tendencia y **C:** acumulación de puntos amarillos, lo que sugiere alto compromiso fisiológico.

En modo iFR, el *software* SyncVision® calcula automáticamente un valor de estimación de iFR, que es un cálculo de iFR teórico resultado de abolir todos los gradientes de presión translesionales medidos en los segmentos seleccionados. Cada punto amarillo representa una mejora del iFR de 0,01 si esa zona fuese tratada percutáneamente. Tras la valoración fisiológica de cada lesión, teóricamente se debería tratar el segmento mínimo necesario para alcanzar un iFR pos-ICP de 0,90[6, 7] (**Figura 3**).

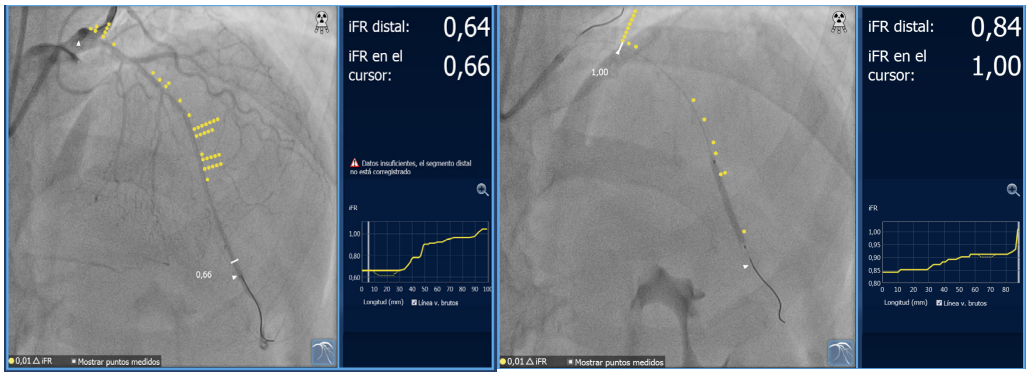


Figura 3. Imagen pre- y pos-ICP, donde se aprecia la mejoría de iFR.

2. CORREGISTRO DE ECOGRAFÍA INTRAVASCULAR (IVUS)

El corregistro de IVUS es un método de registro simultáneo entre la angiografía coronaria y la ecografía intravascular. Como se explica en capítulos anteriores, el IVUS es una técnica que aporta información sobre la pared arterial y las características de la placa, y permite evaluar las dimensiones del vaso y los resultados tras la implantación del stent. El uso del corregistro facilita las intervenciones, ya que localiza con exactitud en el vaso estudiado las imágenes obtenidas. La selección de una imagen de IVUS en la vista axial recupera automáticamente la posición en la angiografía e indica la posición correspondiente en la pantalla longitudinal y viceversa[1]. (**Figura 4**).

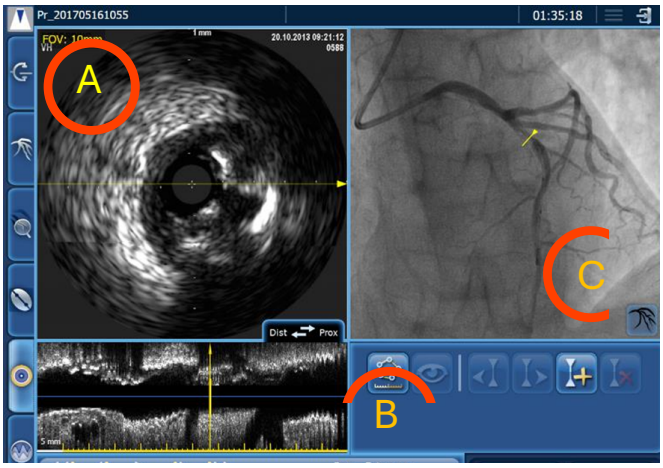


Figura 4. Selección de imágenes de corregistro de IVUS. **A:** vista axial IVUS, **B:** vista longitudinal IVUS, **C:** vista de angiografía.

MATERIAL ESPECÍFICO

- *Sotfware* SyncVision®.
- Catéter Eagle Eye Platinum/Platinum ST (IVUS Digital. Phillips®). Son los únicos IVUS compatibles con SyncVision®. Se emplean para evaluar la morfología de las arterias coronarias, ya que permiten obtener una imagen de corte transversal de dichos vasos (**Figura 5**).

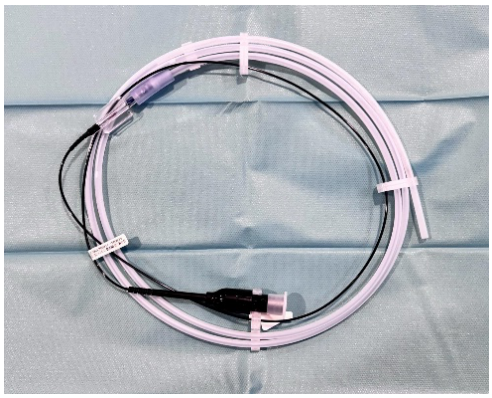


Figura 5. Catéter IVUS en la mesa de enfermería.

DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO [1,6]

El procedimiento es muy similar al corregistro de fisiología. Se debe preparar todo lo necesario para realizar IVUS. Se encenderá el sistema de Volcano® y el SyncVision®, se selecciona el modo IVUS y se añaden los datos del paciente.

1. El operador elegirá una proyección radiográfica en la que la arteria se visualice completamente, desde el catéter guía hasta el extremo distal de la arteria, con una superposición mínima entre los vasos. El campo de visión debe maximizarse con el colimador completamente abierto. Esta posición debe mantenerse hasta que se complete el corregistro.
2. Lavar la sonda de IVUS y conectar el cable a la consola.
3. El operador introducirá la sonda a través de la guía de angioplastia hasta que se encuentre lo suficientemente distal a la lesión que se desea explorar. Tras comenzar a grabar en el sistema, se realiza la retirada IVUS bajo fluoroscopia continua. El catéter debe retirarse aproximadamente a una velocidad de 1 mm/s y con una frecuencia radiográfica de 15 fotogramas por segundo.
4. Se realiza una nueva angiografía o se selecciona la última angiografía previa (siempre con la misma posición de paciente, mesa, colimador y arco en C). El sistema generará automáticamente el corregistro.
5. Confirmar que la vía de retirada sigue de forma precisa el vaso de interés o, si es necesario, ajustar el contorno o dibujar manualmente la vía correcta (**Figura 6**).

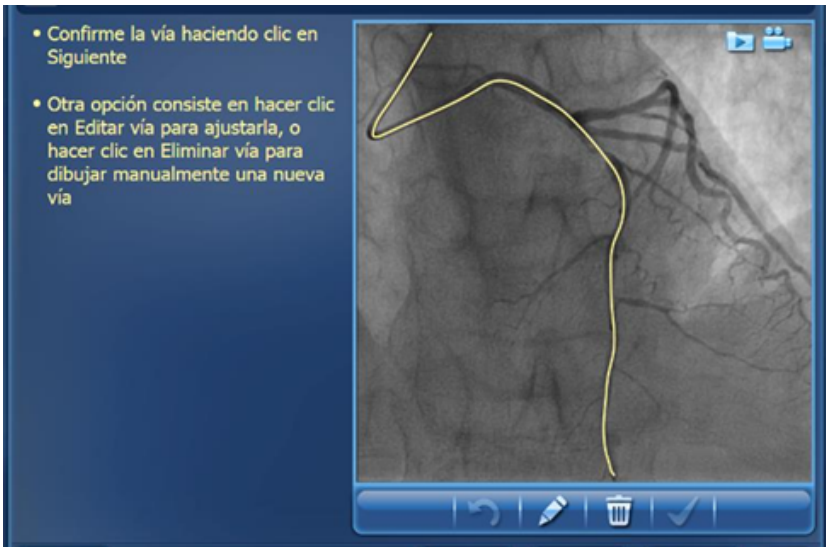


Figura 6. Confirmación de vía de retirada.

PRECAUCIONES Y POSIBLES ERRORES DE CORREGISTRO [1,6]

- No cambiar los ajustes del *zoom*, del colimador, de la mesa o del arco en C durante el procedimiento.

- El catéter debe retirarse de forma lenta y constante a una velocidad aproximada de 1 mm/s. Realizar la retirada de manera discontinua puede hacer que se pasen por alto áreas de interés anatómico o que haya un fallo del corregistro.
- Una mala calidad de las imágenes de rayos X y una frecuencia radiográfica baja (<15 fps) pueden conducir a unos resultados imprecisos.
- Errores en la vía coronaria. Comprobar que la retirada sigue el vaso de interés y modificar la vía si es necesario.

CORREGISTRO DE IVUS SIN CONTRASTE

Se han descrito una serie de casos en pacientes con enfermedad renal crónica (ERC) en los que se utiliza el corregistro de IVUS sin contraste para guiar la ICP. El uso del corregistro en estos pacientes permitió realizar el procedimiento con cero contraste, a excepción de una angiografía final para descartar perforaciones.

Los pasos para realizarlo son los siguientes:

1. Con una guía de angioplastia localizada en el vaso de interés se realiza un cine sin contraste.
2. Se marca el recorrido de la guía con el *software* SyncVision® para crear la vía de retirada (un punto en la parte proximal de la guía, el segundo punto en la zona de la lesión y el tercero en la parte distal de la guía). (**Figura 7**).
3. Realizar la retirada de IVUS bajo fluoroscopia continua.
4. Se creará automáticamente la imagen de corregistro.

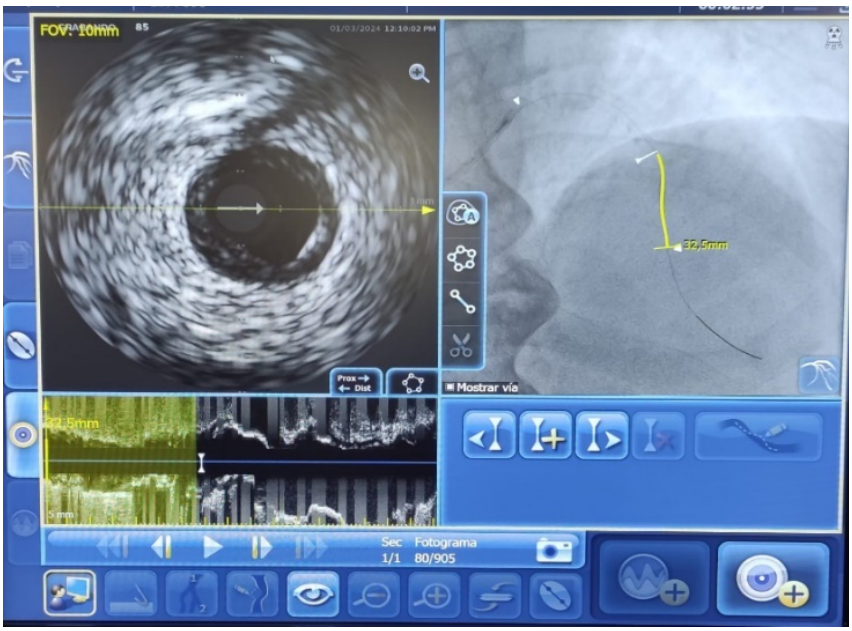


Figura 7. Creación de vía de retirada marcando el recorrido sobre una guía de angioplastia.

En estos casos el corregistro de IVUS sin contraste facilitó el correcto posicionamiento de balones y stents, y parece ser una herramienta muy prometedora en las intervenciones con bajo volumen de contraste para prevenir la nefropatía por contraste[8].

TRIPLE REGISTRO DE ANGIOGRAFÍA, FISIOLOGÍA E IVUS[1,6]

El *software* SyncVision® proporciona también la posibilidad de realizar un registro triple entre imágenes de IVUS, valores de fisiología y una imagen de vía de retirada angiográfica. Tras completar el corregistro de iFR o IVUS, se puede realizar un segundo corregistro en la otra modalidad, siempre utilizando el mismo angiograma y vaso de referencia, y sin mover los ajustes de la mesa (**Figura 8**).

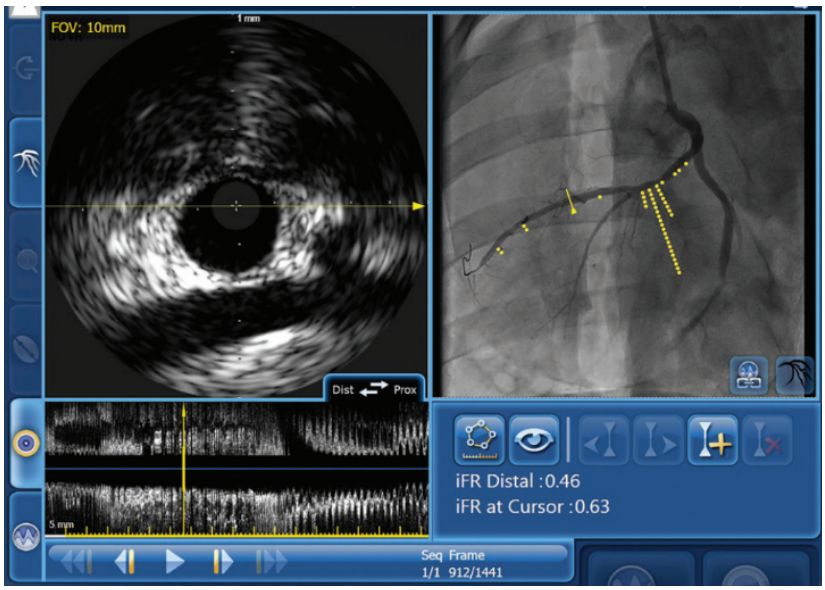


Figura 8. Triple registro de iFR, IVUS y angiografía.

La combinación de estas tres modalidades de registro puede proporcionar información valiosa para determinar la importancia de las lesiones, la estrategia de tratamiento y optimizar los resultados de la ICP, aunque, actualmente, cuenta con escasa evidencia que respalde su uso.

3. CORREGISTRO DE TOMOGRAFÍA DE COHERENCIA ÓPTICA (OCT)

La tomografía de coherencia óptica es una herramienta que, mediante el uso de luz infrarroja, permite caracterizar la placa aterosclerótica y el trombo intracoronario, ayudándonos a la evaluación del grado de estenosis coronaria y longitud de lesión[10]. Se ha demostrado que la angiografía coronaria subestima las dimensiones del lumen y los límites de la placa de núcleo lipídico, lo cual se ha asociado con el fracaso del stent[11].

El uso de la OCT permite disminuir estos obstáculos al proporcionar detalles sobre la pared del vaso y la naturaleza de la enfermedad, incluyendo su composición. El corregistro facilita que los datos del barrido de OCT se asocien con imágenes obtenidas de la angiografía y ofrece a los operadores visualizar una imagen transversal intracoronaria en un punto elegido a lo largo de un vaso[1]. El estudio OPTICO[12] y OPTICO-integración II[13] han demostrado que el uso del corregistro alteró significativamente la estrategia de despliegue del stent, el tamaño y la zona de aterrizaje, y demostró que con corregistro la estrategia de ICP a menudo cambia. También se observó que se redujo el desajuste geográfico longitudinal y la enfermedad residual en el borde del stent. El uso de corregistro de OCT también demuestra una menor frecuencia de placa lipídica no tratada en los bordes del stent[14].

MATERIAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

El corregistro de OCT se genera automáticamente al realizar la retirada de OCT, que se explica en otros capítulos de este manual (**Figura 9**).

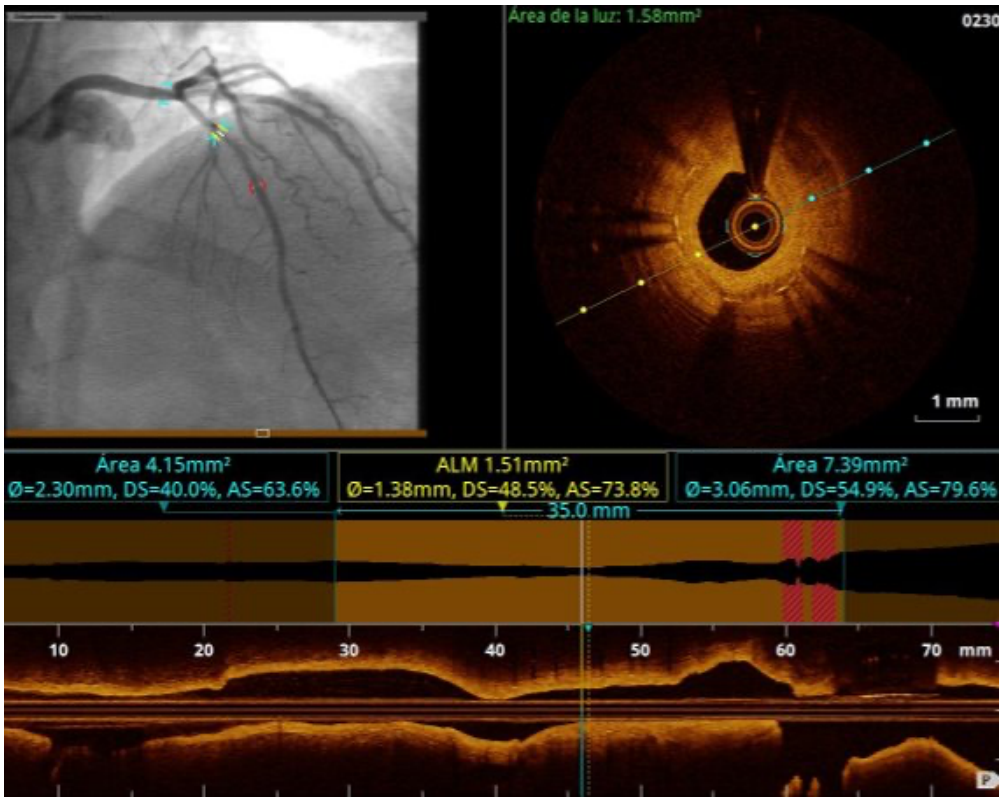


Figura 9. Imágenes de corregistro de OCT.

BIBLIOGRAFÍA

1. Joseph T, Foley M, Al-Lamee R. Physiology and Intravascular Imaging Coregistration-Best of all Worlds? Interv Cardiol Clin. 2023;12(1):71-82. doi: 10.1016/j.iccl.2022.09.007. PMID: 36372463
2. Matsuo A, Kasahara T, Ariyoshi M, Irie D, Isodono K, Tsubakimoto Y, et al. Utility of angiography-physiology coregistration maps during percutaneous coronary intervention in clinical practice. Cardiovasc Interv Ther. 2021;36(2):208-218. doi: 10.1007/s12928-020-00668-0. PMID: 32507942
3. Higashioka D, Shiono Y, Kubo T, Kitabata H, Nishi T, Terada K, et al. The interstudy reproducibility of instantaneous wave-free ratio and angiography coregistration. J Cardiol. 2020;75(5):507-512. doi: 10.1016/j.jjcc.2019.09.016. PMID: 31668520
4. Pericet C, Hidalgo F, Gonzalez R, Ojeda S, Luque A, Suárez J, et al. Utilidad de la valoración fisiológica coronaria con iFR en la práctica diaria y en todo tipo de pacientes: resultados inmediatos y en el seguimiento. REC Interv Cardiol. 2021;3:182-189. doi: 10.24875/RECIC.M21000203
5. Frimerman A, Abu-Fane R, Levi Y, Meisel S, Marcusohn E, Solomonica A, et al. Novel Method for Real-Time Coregistration of Coronary Physiology and Angiography by iFR. JACC Cardiovasc Interv. 2019;12(7):692-694. doi: 10.1016/j.jcin.2018.12.037. PMID: 30947947
6. Sistema SyncVision®. Versión 2.x. Versión 4.1.x del software. Manual de funcionamiento. EEUU. 2017
7. Hidalgo F, Ojeda S, Suárez de Lezo J, Romero M, Lostalo A, González R, et al. Utilidad de la estrategia de corregistro con iFR en lesiones coronarias largas o difusas (iLARDI): protocolo del estudio. REC Interv Cardiol. 2021;3:190-195. doi: 10.24875/RECIC.M20000137
8. Patel B, Assaf O, Nabi A, Wiper A, More R, Abdelaziz HK, et al. Ultra-low contrast, complex left main coronary intervention case series using novel intravascular ultrasound technology. Eur Heart J Case Rep. 2021;5(11):ytab398. doi: 10.1093/ehjcr/ytab398. PMID: 34870084
9. Catéter Eagle Eye® Platinum St Digital IVUS Catheter. Instrucciones de Uso del Fabricante. Volcano. 2021
10. Vesga B, Vásquez S, Hernández H. Imagenología coronaria: tomografía de coherencia óptica. Rev Colomb Cardiol. 2017;24(S3):107-111. doi: 10.1016/j.rccar.2017.11.018
11. Van der Sijde JN, Guagliumi G, Sirbu V, et al. The OPTIS Integrated System: real-time, co-registration of angiography and optical coherence tomography. EuroIntervention. 2016;12(7):855–60. doi: 10.4244/EIJV12I7A140
12. Leistner DM, Riedel M, Steinbeck L, et al. Real-time optical coherence tomography coregistration with angiography in percutaneous coronary intervention–impact on physician decision-making: the OPTICO-integration study. Catheter Cardiovasc Interv. 2018;92(1):30–7. doi: 10.1002/ccd.27313
13. Schneider VS, Böhm F, Blum K, et al. Impact of real-time angiographic co-registered optical coherence tomography on percutaneous coronary intervention: the OPTICO-integration II trial. Clin Res Cardiol. 2021;110(2):249–57. doi: 10.1007/s00392-020-01739-1
14. Kubo T, Ino Y, Shiono Y, Terada K, Emori H, Higashioka D, et al. Usefulness of optical coherence tomography with angiographic coregistration in the guidance of coronary stent implantation. Heart Vessels. 2022;37(2):200-207. doi: 10.1007/s00380-021-01911-1

TEMA 17

ESTUDIOS DE HIPERTENSIÓN PULMONAR

Raquel Guzmán Carrasco, Inmaculada Ortiz Blanco, Sergio Bellón Álvarez, Almudena Castellanos Ortega, Irene Guerrero Abad, María Vicente Pérez

Enfermeros/as Hemodinámica, Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid.

ABREVIATURAS

CCD:	cateterismo cardiaco derecho.
FC:	frecuencia cardiaca.
GC:	gasto cardiaco.
GCP:	guía de práctica clínica.
HAP:	hipertensión arterial pulmonar.
HP:	hipertensión pulmonar.
HPTEC:	hipertensión pulmonar tromboembólica crónica.
IAM:	infarto agudo de miocardio.
mmHg:	milímetros de mercurio.
NO:	óxido nítrico.
PAP:	presión arteria pulmonar.
PAPm:	presión arterial pulmonar media.
PCP:	presión capilar pulmonar.
RVP:	resistencias vasculares pulmonares.
SatO2:	saturación arterial de oxígeno.
SatO2 AP:	saturación venosa mixta o saturación de oxígeno en arteria pulmonar.
TA:	tensión arterial.
UW:	unidades Wood.
VD:	ventrículo derecho.

DEFINICIÓN

La hipertensión pulmonar (HP) es una enfermedad rara en la que se produce un aumento de la resistencia vascular pulmonar causado por una disfunción del endotelio arterial pulmonar. Como respuesta se origina una remodelación ventricular para compensar el aumento de las resistencias que es mantenida durante un tiempo variable. Después, esta solución fracasa y debido al incremento de la poscarga del ventrículo derecho (VD) aparece disfunción ventricular que desemboca en insuficiencia cardiaca y puede ocasionar la muerte[1].

La prevalencia se sitúa alrededor del 1 % de la población global y aumenta hasta el 10 % en individuos mayores de 65 años, siendo casi dos veces más frecuente en mujeres que en varones[2,3].

DEFINICIÓN HEMODINÁMICA

En la actual Guía de Práctica Clínica (GCP), publicada en 2022, se define como una presión arterial pulmonar media (PAPm) >20 mmHg en reposo, determinada mediante cateterismo cardiaco derecho (CCD) coincidiendo con la establecida en el último Simposio de HP en 2018. Se añadieron a la definición de HP las resistencias vasculares pulmonares (RVP) y la presión de enclavamiento pulmonar (PCP) para poder distinguir la presión arterial pulmonar (PAP) elevada como consecuencia de enfermedad vascular pulmonar de la causada por cardiopatía izquierda, flujo sanguíneo pulmonar elevado o aumento de la presión intratorácica. Por tanto, el diagnóstico de HP precapilar viene determinado por una PAPm >20 mmHg, un valor de (RVP) >2 unidades Wood (UW) y una (PCP) <15 mmHg[2,4].

Hay que considerar también que la HP puede aparecer con el ejercicio (en ausencia de reposo). Se ha establecido su definición como PAPm >30mmHg en ejercicio y RVP totales >3 o curva PAPm /GC (gasto cardiaco) >3 UW[2].

La HP puede presentarse en múltiples patologías con diferentes etiologías, distinto pronóstico y con diferentes enfoques en cuanto al tratamiento. Con el fin de ayudar en el diagnóstico y en el manejo clínico, se ha realizado una clasificación en 5 grupos que comparten características similares en cuanto a fisiopatología, presentación clínica, valores hemodinámicos y tratamiento **(Tabla 1)**.

TABLA 1. Clasificación clínica de la hipertensión pulmonar (Guías ESC 2022 sobre el diagnóstico y tratamiento de la hipertensión pulmonar)[2].

GRUPO 1 HIPERTENSIÓN ARTERIAL PULMONAR (HAP)
1.1. Idiopática.
1.1.1. No respondedores a pruebas de vasorreactividad.
1.1.2. Respondedores agudos a pruebas de vasorreactividad.
1.2. Hereditaria.
1.3. Asociada a drogas y toxinas.
1.4. Asociada a:
1.4.1. Enfermedad del tejido conectivo.
1.4.2. Infección por VIH.
1.4.3. Hipertensión portal.
1.4.4. Cardiopatías congénitas.
1.4.5. Esquistosomiasis.
1.5. HAP con características de afectación venosa o capilar (EVOP/HCP).
1.6. HP persistente del neonato.

GRUPO 2 HP SECUNDARIA A CARDIOPATÍA IZQUIERDA
2.1. Insuficiencia cardiaca.
2.1.1. con fracción de eyección conservada.
2.1.2. con fracción de eyección media o ligeramente disminuida.
2.2. Valvulopatías.
2.3. Entidades cardiovasculares congénitas o adquiridas que causan HP poscapilar.
GRUPO 3 HP SECUNDARIA A ENFERMEDADES PULMONARES O HIPOXIA
3.1. Enfermedad pulmonar obstructiva o enfisema.
3.2. Enfermedad pulmonar restrictiva.
3.3. Enfermedad pulmonar con patrón mixto restrictivo y obstructivo.
3.4. Síndromes de hipoventilación.
3.5. Hipoxia sin enfermedad pulmonar (p. ej., gran altitud).
3.6. Enfermedades del desarrollo pulmonar.
GRUPO 4 HP ASOCIADA A OBSTRUCCIONES ARTERIALES PULMONARES
4.1. HP tromboembólica crónica.
4.2. Otras obstrucciones arteriales pulmonares.
GRUPO 5 HP DE MECANISMO DESCONOCIDO O MULTIFACTORIAL
5.1. Trastornos hematológicos.
5.2. Trastornos sistémicos.
5.3. Trastornos metabólicos.
5.4. Insuficiencia renal crónica con o sin hemodiálisis.
5.5. Microangiopatía pulmonar trombótica tumoral.
5.6. Mediastinitis fibrosante.

EVOP: enfermedad venooclusiva pulmonar; **HAP:** hipertensión arterial pulmonar; **HCP:** hemangiomatosis capilar pulmonar; **HP:** hipertensión pulmonar; **IC:** insuficiencia cardiaca; **VIH:** virus de la inmunodeficiencia humana.

FISIOPATOLOGÍA

La base fisiopatológica que subyace al aumento de las resistencias vasculares pulmonares es la enfermedad vascular hipertensiva en arterias pulmonares de pequeño calibre y en su desarrollo participan múltiples factores celulares y moleculares que producen un remodelado de la pared del vaso por cuatro mecanismos fundamentales: vasoconstricción, proliferación celular, trombosis y factores inmunitarios; todo ello sobre una predisposición genética en la que actúan factores facilitadores y desencadenantes que dan lugar al inicio de la enfermedad[5].

DIAGNÓSTICO DE LA HP

El diagnóstico de la HP es escalonado y engloba:

- La sospecha clínica, basada en los síntomas y en la exploración física.
- Determinación del diagnóstico.
- Identificación de la etiología.
- Evaluación de la severidad necesaria para la elección del tratamiento y valoración pronóstica.

El diagnóstico precoz se relaciona con una mejor supervivencia a largo plazo, pero actualmente es una entidad subdiagnosticada debido a la ausencia de síntomas específicos.

Los síntomas se desencadenan por la incapacidad del VD de adaptar el GC al ejercicio y consisten en: disnea, intolerancia progresiva al ejercicio y astenia, presíncope/síncope, angina, insuficiencia cardiaca por disfunción del VD que ocasiona edemas en miembros inferiores y ascitis, tos y hemoptisis.

Una vez confirmada la sospecha de HP se comienza a realizar una secuencia de pruebas para llegar al diagnóstico y remitir precozmente a un centro de referencia con unidad de HP.

Los estudios diagnósticos más destacados son el ecocardiograma y el cateterismo cardiaco derecho.

Tras obtener el diagnóstico de HP se deben realizar pruebas complementarias con el fin de conocer la etiología: pruebas de laboratorio, pruebas de imagen, pruebas de función respiratoria y hemodinámica.

INDICACIONES DE CATETERISMO CARDIACO DERECHO

Todo paciente con sospecha clínica de HP, familiares primer grado HAP, pacientes con esclerodermia y portadores de hipertensión portal.

En los pacientes categorizados como grupo 2 tras realización de ecocardiografía, estaría indicado el CCD cuando exista duda sobre el origen pre o poscapilar de la HP y en los pacientes del grupo 3 cuando se haya estimado en el ecocardiograma un valor de la presión pulmonar muy dispar en relación con la gravedad de la enfermedad respiratoria, teniendo en cuenta edad y comorbilidad.

CATETERISMO CARDIACO DERECHO

La realización de un cateterismo cardiaco derecho es crucial para la evaluación de pacientes con sospecha de hipertensión pulmonar. Este procedimiento invasivo no estima, sino que permite medir directamente la PAP, parámetro clave en el diagnóstico de HP. Recomendación tipo I B, según las últimas guías de práctica clínica[2]. **(Tabla 2)**.

TABLA 2. Recomendaciones sobre el cateterismo cardiaco derecho para el diagnóstico de HP (Guías ESC 2022 sobre el diagnóstico y tratamiento de la hipertensión pulmonar)[2].

RECOMENDACIONES	CLASE	NIVEL
Cateterismo cardiaco derecho		
Se recomienda el CCD para confirmar el diagnóstico de HP (especialmente HAP o HPTEC) y respaldar las decisiones sobre el tratamiento.	**I**	**B**
Para pacientes con sospecha o HP confirmada se recomienda que el CCD se realice en centros con experiencia.	**I**	**C**
Se recomienda que el CCD incluya una serie completa de parámetros hemodinámicos y se realice siguiendo protocolos estandarizados.	**I**	**C**

La descripción en profundidad de este procedimiento se encuentra detallada en otro tema de este manual.

Actualmente, no es preciso suspender los anticoagulantes para la realización del procedimiento. No obstante, se debe individualizar la decisión de suspender o no la anticoagulación valorando el riesgo embólico y hemorrágico para cada paciente. No se recomienda realizar el CCD si el INR es >3,5[6,7].

Si el paciente lo tolera no se utiliza sedación, debido a que reduce la saturación arterial de oxígeno y se obtendrían unos resultados de presiones inexactos.

En cuanto a la medicación específica para la HP no debe suspenderse, pues podría provocar una elevación de las presiones que podrían causar la muerte al paciente. Solo se suspenderá en un entorno controlado si hay dudas en el diagnóstico.

Los datos obtenidos tras la realización del CCD deben ser correctamente interpretados. Si se confirma la HP puede ser necesario realizar test agudo vasodilatador o test de sobrecarga de volumen.

TEST AGUDO VASODILATADOR

Es un estudio de vasorreactividad aguda del lecho vascular pulmonar con fármacos vasodilatadores específicos que pretende identificar a los pacientes con hipertensión arterial pulmonar (HAP), que se beneficiarían de un tratamiento prolongado con calcioantagonistas (recomendación clase I nivel B en la actual GPC)[2].

Se utilizan fármacos de acción inmediata, seguros y fáciles de administrar sin apenas efectos sistémicos. El fármaco de elección es el óxido nítrico (NO) que produce vasodilatación pulmonar selectiva, aunque también se utilizan el sildenafilo, epoprostenol e iloprost.

En la HAP idiopática, la familiar, cardiopatía congénita y la asociada a fármacos y toxinas la prueba se realiza con NO inhalado[7,8].

Es importante realizarlo en un centro con experiencia para reducir complicaciones con recomendación clase I nivel C[2,7].

DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Se realiza un cateterismo derecho basal. Se registran presiones, según protocolo durante la administración del fármaco, tras cada incremento de dosis si está indicado y al finalizar la prueba: PAP media, PCP, GC y cálculo de RVP, tensión arterial sistémica, frecuencia cardiaca, saturación venosa mixta y saturación arterial periférica.

- **Óxido nítrico inhalado.** Se administra a través de una mascarilla facial con válvula unidireccional (mezcla NO/O2) a una dosis de 20 ppm. Se toman las presiones a los 10 minutos, sin detener la administración del NO, pues tiene una vida media muy corta y se puede perder el efecto del fármaco antes de haber registrado todas las presiones. Efectos adversos: hipotensión arterial[9].
- **Sildenafilo.** Tras realizar CCD basal se administran 100 mg de sildenafilo sublingual y se vuelven a tomar presiones a los 15, 30 y 45 minutos (PAP, PCP, GC y $SatO_2$ AP).
- **Epoprostenol.** Indicado para la HAP idiopática o heredable y HP asociadas a enfermedades del tejido conectivo. Se prepara la perfusión y se calcula la velocidad de infusión siguiendo exhaustivamente las recomendaciones del fabricante. Control de tensión arterial (TA) y frecuencia cardiaca (FC) durante la prueba. Se administran dosis progresivas hasta comprobar una respuesta vasodilatadora positiva. Si aparecen efectos secundarios (hipotensión arterial excesiva o aumento o disminución de la FC, cefalea, rubor facial, pesadez epigástrica y náuseas) suspender la perfusión y no se obtendría respuesta[9].
- **Iloprost.** Produce disminución de la PAPm y RVP minutos después de su administración, incrementando niveles de $SatO_2$ y GC. Se administra por vía inhalatoria o vía intravenosa. Especial atención a la aparición de reacciones adversas como cefalea, hipotensión arterial, mareos, tos, disnea, vómitos y diarrea.

INTERRUPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO[7]

- Una caída de la TA del 30 % o por debajo de 85 mmHg.
- Un aumento de la FC del 40 % o >100 lpm.
- Una caída de la FC < 65 lpm con hipotensión arterial sintomática.
- Efectos secundarios no tolerables (cefalea, rubor facial o náuseas).
- Respuesta positiva alcanzada.
- Máxima dosis del vasodilatador administrada.

CRITERIOS DE RESPUESTA POSITIVA EN EL TEST AGUDO VASODILATADOR

Se requieren todos los criterios (recomendación clase I nivel C)[2,7]:

- Reducción de la PAPm ≥ 10 mmHg.
- La PAPm alcanza un valor absoluto ≤40 mmHg.
- El gasto cardiaco no se modifica o aumenta.

El test vasodilatador puede ser necesario también para valorar el trasplante cardiaco. En caso de HP no reversible, el trasplante está contraindicado por el aumento de la mortalidad posoperatoria por insuficiencia ventricular derecha.

En estos pacientes con HP secundaria a cardiopatías izquierdas se utiliza el test de sildenafilo por el riesgo de empeorar la insuficiencia cardiaca con NO si la PCP es > de 25. Si es < 25 se realiza con NO.

TEST DE SOBRECARGA DE VOLUMEN

En pacientes con cardiopatía izquierda pertenecientes al grupo 2 de HP es importante analizar adecuadamente el valor de PCP, ya que puede ser inferior a 15 mmHg como consecuencia del tratamiento con diuréticos. En este caso estaría indicada la realización de sobrecarga de volumen durante la realización del CCD para evaluar las presiones de llenado del corazón izquierdo. Para ello, tras la realización del CCD basal, se infunden 500 cc de suero fisiológico en 5-10 minutos, determinando la PCP final. Se considera positivo si la PCP aumenta por encima de 18 mmHg[7].

Otros procedimientos que se realizan a pacientes con HP para aclarar dudas en el diagnóstico o tratamiento son la arteriografía pulmonar y el cateterismo de ejercicio.

ARTERIOGRAFÍA

En pacientes con HP tromboembólica crónica (HPTEC) se realizará arteriografía pulmonar para decidir aptitud terapéutica si existen dudas tras realizar el resto de pruebas.

Es una técnica percutánea diagnóstica que consiste en la inyección de contraste en el árbol arterial pulmonar a través de un catéter para identificar la obstrucción vascular, localización y extensión del trombo y según el resultado:

- Establecer la indicación quirúrgica (tromboendarterectomía) si la afectación es proximal (arterias pulmonares principales, arterias lobares y arterias segmentarias proximales).
- Determinar la presencia de afectación distal válida para angioplastia pulmonar.

Esta técnica se realizará siempre que no exista HP severa, IAM o que el paciente presente trastornos de la coagulación.

CATETERISMO CARDIACO DERECHO DE EJERCICIO

A través de esta técnica se evalúan los parámetros hemodinámicos cardiopulmonares y se define la HP durante el ejercicio, permitiendo estudiar a los pacientes con disnea por causa desconocida y parámetros hemodinámicos normales en reposo y así detectar enfermedad vascular pulmonar en fase incipiente o disfunción diastólica del ventrículo izquierdo que se manifiesta por elevación patológica de la PCP (límite normal de PCP en ejercicio 25 mmHg, según las últimas guías de práctica clínica). Además, puede revelar información pronóstica y funcional importante en los pacientes con riesgo de HAP o HPTEC. Importante calcular las pendientes PAPm/GC y PCP/GC.

Se realiza un CCD basal tras lo cual el paciente inicia el ejercicio con un cicloergómetro estático adaptado a la mesa y registro de presiones con cada aumento de resistencia.

El cateterismo derecho de ejercicio se puede realizar con análisis de consumo de gases y espirometría, teniendo como objetivo correlacionar los datos funcionales de la ergoespirometría y el consumo de gases con la evolución de las presiones durante el ejercicio.

En hipertensión pulmonar también se realizan procedimientos hemodinámicos con fines terapéuticos como la septostomía auricular y la angioplastia con balón de arterias pulmonares.

CUIDADOS DE ENFERMERÍA

- Verificar ayunas.
- Comprobar consentimiento firmado.
- Revisar tratamiento del paciente.
- Registrar peso y talla.
- Comprobar permeabilidad VVP.
- Monitorización del paciente (ECG, saturación O_2, TA no invasiva).
- Durante el procedimiento vigilancia constante de la monitorización del paciente.
- Antes de medir las presiones se realizará la calibración a cero del transductor de presión alineándose a nivel de la línea medio torácica (que representa el nivel de la aurícula izquierda). Con el paciente en decúbito supino en la mesa de hemodinámica se coloca en el punto medio entre el esternón y la espalda del paciente.
- Obtener las presiones en el momento adecuado (final de la espiración cuando la presión torácica es próxima a 0) evitando trazados amortiguados, sobreenclavados o infraenclavados.
- Tras la realización de estas pruebas se retira el catéter y el introductor. Se realiza compresión manual de la zona y se coloca un vendaje compresivo tras comprobar la ausencia de sangrado.
- El paciente será trasladado a su unidad y podrá iniciar ingesta oral, así como reintroducir su medicación habitual.

COMPLICACIONES

- Relacionadas con el cateterismo cardiaco derecho[7].
  - ✓ Leves: infección del punto de punción, sangrado o hematoma a nivel del acceso, embolia aérea con la infusión de suero, arritmia auricular.
  - ✓ Moderadas: arritmia ventricular, síncope (puede requerir administración de atropina) e infarto pulmonar por inflado prolongado del balón.
  - ✓ Graves: neumotórax, hemotórax, rotura valvular o cardiaca, rotura arteria pulmonar (30-70 % de mortalidad) y muerte (0,055 %).
- Relacionadas con el acceso venoso: hematoma, neumotórax, obstrucción traqueal y hemotórax.

CONTRAINDICACIONES[10]

- Prótesis mecánica en posición tricúspide.
- Masa cardiaca derecha (trombo o tumor).
- Endocarditis de válvula pulmonar o tricúspide.
- Diátesis hemorrágica grave.
- Anticoagulación con INR mayor de 2 (contraindicación relativa).
- Trastornos electrolíticos no compensados.
- Arritmias ventriculares y supraventriculares graves.
- Bloqueo auriculoventricular avanzado y completo que cause inestabilidad hemodinámica.

DIAGNÓSTICOS NANDA[11,12]

TABLA 3. Diagnósticos enfermería NANDA, NIC, NOC.

DIAGNÓSTICO: RIESGO DE INFECCIÓN (00004)	
FACTORES DE RIESGO	Procedimientos invasivos (punción venosa)
NOC	Mantener la piel intacta y libre de lesiones
	No presentar signos ni síntomas de infección
NIC	Protección contra las infecciones
	Cuidado del punto de incisión

DIAGNÓSTICO: RIESGO DE INTOLERANCIA A LA ACTIVIDAD (00094)	
FACTORES DE RIESGO	Posibilidad de descompensación frente al esfuerzo físico
NOC	Conservación de la energía
	Estado cardiopulmonar
	Tolerancia a la actividad
NIC	Manejo de la energía
DIAGNÓSTICO: CONOCIMIENTOS DEFICIENTES (00126): TRATAMIENTO Y PROCEDIMIENTO	
FACTORES RELACIONADOS	Falta de familiaridad con recursos informativos
NOC	Conocimiento
NIC	Enseñanza del proceso de enfermedad
	Enseñanza del procedimiento o tratamiento
	Enseñanza: actividad prescrita
DIAGNÓSTICO: ANSIEDAD (00146)	
FACTORES RELACIONADOS	Experiencia traumática
NOC	Disminución de la ansiedad
	Demostración de técnicas de relajación
	Expresión abierta de sentimientos
NIC	Proporcionar apoyo emocional
	Enseñar técnicas de relajación
	Fomentar la expresión de sentimientos
	Establecer un entorno calmado
DIAGNÓSTICO: RIESGO DE SANGRADO (00206)	
FACTORES RELACIONADOS	Anticoagulación e intervencionismo sobre arterias pulmonares
NOC	Severidad de la pérdida de sangre
NIC	Prevención de hemorragias

BIBLIOGRAFÍA

1. Ruiz Martín, A. *Definición y clasificación de la hipertensión pulmonar*. En: Escribano Subías P, Cruz Utrilla A, coordinadores. *Protocolos de actuación en hipertensión pulmonar*. Edición 2022. Barcelona: Permanyer; 2022. p. 1-4.
2. Humbert M, Kovacs G, Hoeper MM, Badagliacca R, Berger RMF, Brida M, et al. *2022 ESC/ERS Guidelines for the Diagnosis and Treatment of Pulmonary Hypertension: Developed by the Task Force for the Diagnosis and Treatment of Pulmonary Hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Respiratory Society (ERS)*. Eur Heart J. 2022;43(38):3618- 731.
3. Echarte MJC, Hechavarría PS, Alfonso RE. *La epidemiología de la hipertensión pulmonar*. Rev cubana med. 2022;61(1):1-12.
4. Condon DF, Nickel NP, Anderson R, Mirza S, de Jesus Perez VA. *The 6th World Symposium on Pulmonary Hypertension: what's old is new*. F1000Res. 2019 Jun 19;8: F1000 Faculty Rev-888. doi: 10.12688/f1000research.18811.1. PMID: 31249672; PMCID: PMC6584967.
5. Barroso Morales ML, Rodríguez Hernández RN, Sierra Hernández CE, Samarín Fernández G. *Estudios de Hipertensión pulmonar en la sala de Hemodinámica*. En: Fernández Maese JM, García Aranda FJ, Gómez Fernández M, Ramírez Yañez P, Rodríguez García-Abad V, Sánchez Hernández EV, et al. Coordinadores. *Manual de procedimientos de enfermería en Hemodinámica y cardiología intervencionista*. Edición 2014. Santiago de Compostela:Creade Impresión Digital; 2014. P 179-187.
6. Vivasa D, Roldán I, Ferrandis R , Marín F , Roldán V , Tello-Montoliu A, et al. *Manejo perioperatorio y periprocedimiento del tratamiento antitrombótico*: documento de consenso de SEC, SEDAR, SEACV, SECTCV, AEC, SECPRE, SEPD, SEGO, SEHH, SETH, SEMERGEN, SEMFYC, SEMG, SEMICYUC, SEMI, SEMES, SEPAR, SENEC, SEO, SEPA, SERVEI, SECOT y AEU. Rev Esp Cardiol.2018. https://doi.org/10.1016/j.recesp.2018.01.001.
7. Velázquez Martín MT, Olazábal Valiente AP. *Diagnóstico hemodinámico: cateterismo cardiaco derecho y test agudo vasodilatador*. En: Escribano Subías P, Cruz Utrilla A, coordinadores. *Protocolos de actuación en hipertensión pulmonar*. Edición 2022. Barcelona: Permanyer; 2022. p 32-37.
8. Barrios Garrido-Lestache ME, Gomez Sanchez MA. *Estrategia terapéutica en hipertensión arterial pulmonar*. Revista colombiana de cardiología. Elsevier 2017; 41-47.
9. Rodríguez Hernández RN, Barroso Morales ML, Sierra Hernández CR, Samarín Fernández G. Capítulo XV: *Farmacología en hemodinámica*. Tema 56: Test farmacológicos en hemodinámica (Epoprostenol, sildenafilo y óxido nítrico). En: Fernández Maese JM, García Aranda FJ, Gómez Fernández M, Ramírez Yañez P, Rodríguez García-Abad V, Sánchez Hernández EV, et al. Coordinadores. *Manual de procedimientos de enfermería en Hemodinámica y cardiología intervencionista*. Edición 2014. Santiago de Compostela: Creade Impresión Digital; 2014. P 512-518.
10. Carrillo A, Fiol M, Rodriguez A. *El papel del catéter Swan – Ganz en la actualidad*. Med Intensiva. 2010; 34 (3): 203 – 2014.
11. Herramienta online para la consulta y diseño de Planes de Cuidados de Enfermería. [Internet]. NNNConsult. Elsevier; 2015 [cited 2018Jun21].
12. NANDA Internacional. *Diagnósticos enfermeros. Definiciones y clasificación*. 2021-2023. Edición 12. Elsevier; 2021.

Asociación Española de
Enfermería en Cardiología

CAPÍTULO VI

PROCEDIMIENTOS INTERVENCIONISTAS CORONARIOS

Asociación Española de
Enfermería en Cardiología

TEMA 18

ANGIOPLASTIA CORONARIA TRANSLUMINAL PERCUTÁNEA CON BALÓN O STENT

M.ª Loreto Barroso Morales, Miriam González García, Manuel J. Hernández Rodríguez, M.ª Pilar Martín Hernández, M.ª Candelaria Nagele Hernández

Unidad de Hemodinámica y Cardiología Intervencionista
Complejo Hospitalario Universitario de Canarias. Santa Cruz de Tenerife.

GLOSARIO

ACT: Tiempo de coagulación activado.

ACTP: Angioplastia coronaria transluminal percutánea.

BNC: Balones no compliance.

BVS: *Bioresorbable vascular scaffold.*

DES: Stent farmacoactivo.

ICP: Intervencionismo coronario percutáneo.

LC: Litotricia coronaria.

NTG: Nitroglicerina.

OTW: *Over the wire.*

POBA: Angioplastia con balón simple.

SM: Stent metálico.

SOE: *Simple-operator-exchange.*

1. INTRODUCCIÓN

La Angioplastia Coronaria Transluminal Percutánea (ACTP) o Intervencionismo Coronario Percutáneo (ICP) es un procedimiento mínimamente invasivo que se realiza para abrir las arterias coronarias ocluidas o estrechas, con el fin de restaurar el flujo sanguíneo.

La ACTP o ICP se ha convertido en la técnica de revascularización coronaria más frecuente a nivel mundial. Los últimos datos publicados reflejan que la ACTP supera en número a los procedimientos quirúrgicos de revascularización coronaria[1].

Las mejoras tecnológicas en los materiales, las nuevas técnicas y los avances en la farmacología han situado a la ACTP en escenarios cada vez más complejos y diversos[2].

La indicación para la realización de una ACTP debe ser un proceso individualizado que incluya la situación clínica del paciente, la evaluación del riesgo de complicaciones

agudas, la estimación del resultado del intervencionismo a largo plazo y del riesgo y resultados de las estrategias terapéuticas alternativas. Las decisiones de tratamiento deben centrarse en el paciente, incorporar sus preferencias e incluir la toma de decisiones compartida[3].

La principal limitación del intervencionismo coronario actual son las lesiones en las que resulta imposible acceder bien por oclusión crónica, alta tortuosidad o calcificación extrema de los segmentos proximales[4].

2. MATERIAL

El material básico necesario para realizar una ACTP es: catéter guía, guía coronaria, dispositivo de inflado, catéter balón y catéter balón con stent **(ver Figura 1)**.

2.1 CATÉTER GUÍA

Similar a los catéteres utilizados para realizar la coronariografía, y que como ellos presentan variedad de curvas que, dependiendo de la anatomía de la aorta y el origen de los ostium coronarios, permiten el sondaje selectivo de la arteria coronaria a tratar.

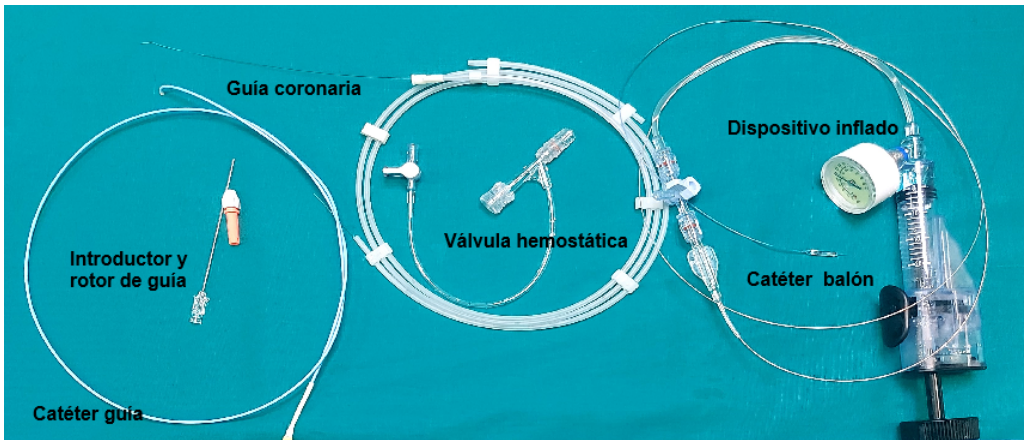


Figura 1. Material para ACTP. Catéter guía, introductor y rotor de guía, guía coronaria, válvula hemostática, dispositivo de inflado y catéter balón.

Aunque tengan el mismo French que los catéteres diagnósticos, los catéteres guía ofrecen un diámetro interno mayor; esto disminuye la fricción entre los dispositivos que vamos a introducir a través de ellos y permite la inyección de contraste.

Un punto inicial importante previo a la ACTP es valorar bien las características de las lesiones coronarias que se van a tratar y elegir adecuadamente la técnica terapéutica y su compatibilidad con el tamaño del catéter guía que se va a utilizar. Los cardiólogos intervencionistas utilizan habitualmente introductores y catéteres de 6 French, pero existen técnicas que precisan un catéter con mayor diámetro (técnicas de doble balón

o stent, la utilización de determinadas fresas de rotablación, etc.). En muchos casos, el empleo de catéteres guía de 7 u 8 French supone el cambio del acceso por vía radial a vía femoral.

Las principales características que deben aportar un catéter guía es que ofrezcan flexibilidad, control óptimo y el mejor soporte posible para las intervenciones coronarias.

2.2 GUÍAS CORONARIAS

La guía es uno de los elementos fundamentales en cualquier tratamiento endovascular. La elección de la guía adecuada puede suponer el éxito del procedimiento o su fracaso[5]. Los parámetros clave de la guía son el calibre, el cuerpo, la punta y el revestimiento.

- **Calibre:** para el ICP los calibres más comunes son 0,018" y 0,014". A mayor calibre, mayor apoyo, y a menor calibre, aumento de la flexibilidad.
- **Cuerpo guía:** la composición del cuerpo de la guía suele ser de nitinol o de acero. El nitinol ofrece mayor resistencia al "kinking" pero menor control de torque, menor empuje y menor soporte. En general, suelen combinarse una parte proximal de acero, que otorga mayor soporte, con una parte distal de nitinol. La longitud estándar suele ser de 180 cm, aunque hay guías de 300 cm.
- **Punta:** la fuerza de penetración será inversamente proporcional al área de la punta. Se recomienda que las guías tengan punta recta o moldeable.
- **Recubrimientos poliméricos:** confieren una propiedad hidrofílica que mejorará el desplazamiento de la guía una vez que entre en contacto con la sangre.

Las guías más utilizadas en la práctica habitual son dirigibles, con recubrimiento de teflón, un extremo distal radio-opaco (de 30 mm), que facilitan su visualización y marcas que ayudan a valorar la longitud de la lesión.

2.3 DISPOSITIVO DE INFLADO

Consiste en un dispositivo, normalmente monobloque, que incluye un cuerpo de jeringa de 30 cc con émbolo que se acopla mediante un mecanismo de paso de tornillo a un mando giratorio, a un manómetro y a indicadores de presión fluorescentes.

Permite el inflado de los catéteres balón y catéteres balón-stent con control de la presión de inflado (entre 0 y 30 atm) y el desinflado rápido de estos.

La jeringa se utiliza con una mezcla de contraste y suero (al 50% o en una proporción de 3/1) que permite la visibilidad del balón cuando son inflados.

2.4 CATÉTER BALÓN

Los catéteres balón para ACTP pueden ser de dos tipos: OTW (*over the wire*) sobre guía o sistema coaxial y SOE (*single-operator-exchange*) o sistema monorraíl. Estos últimos son los más utilizados.

Ambos tipos de catéteres llevan el balón cerca de la punta distal con marcas radio-opacas para facilitar su visualización bajo la fluoroscopia.

Las principales características de los catéteres balón y que determinan sus propiedades son:

- **Compliance:** es la capacidad que le confiere el material del balón para estirarse o incrementar su tamaño a medida que aumenta la presión. Según esta característica se distinguen balones compliance, semicompliance y no compliance **(ver Tabla 1)**.

TABLA 1. Características balones ACTP.

COMPLIANCE	SEMICOMPLIANCE	NO COMPLIANCE
El más alto crecimiento por ATM	Crecimiento intermedio por ATM	El más bajo crecimiento del diámetro por ATM
Útil para POBA (angioplastia clásica con balón simple) y predilatación		Útil para posdilatación y en lesiones calcificadas

- **Presión nominal:** presión requerida para que el balón infle a su diámetro de diseño.
- ***Rated burst pressure*** (de garantía): máxima presión a la que el balón infla sin ruptura.
- ***Pushability*** (empuje o deslizamiento): es la capacidad del balón para transmitir la fuerza de empuje desde el extremo proximal al distal.
- ***Trackability*** (navegabilidad): Propiedad del balón para seguir a la guía a través de la anatomía vascular.
- ***Crossability*** (capacidad de cruce): capacidad del balón para cruzar y recruzar una lesión, un stent o cualquier área de resistencia en el vaso.

Otros tipos muy específicos de catéter balón son:

- **Balones de corte o *scoring*:** son balones de angioplastia coronaria semicompliance que consiguen la fractura de la placa de ateroma gracias a unos filamentos de nitinol que recorren la superficie del balón de manera helicoidal o por unas microcuchillas metálicas alineadas sobre su eje longitudinal. Los escenarios donde mayoritariamente son utilizados son las lesiones calcificadas, las reestenosis intrastent, las bifurcaciones y las lesiones ostiales.
- **Balones farmacoactivos:** los balones farmacoactivos constituyen una estrategia terapéutica cuyo principal atractivo consiste en no dejar una prótesis intravascular (stent) en la coronaria de forma permanente con el beneficio añadido de la liberación de un fármaco antiproliferativo. Permite, además, reducir el tiempo de terapia antiagregante posterior.

Su uso está ampliamente aceptado para el tratamiento de la reestenosis intrastent y para el tratamiento de lesiones en vasos pequeños[6].

- **Balones de litotricia coronaria:** la litotricia coronaria (LC) es una técnica que mediante ondas de presión pulsátiles de alta presión se producen microfracturas en los depósitos de calcio de las capas íntima y media de la pared vascular, lo que permite la preparación óptima del vaso para el implante del stent[7].

2.5 CATÉTER BALÓN-STENT

Un stent es una endoprótesis vascular, consistente en un pequeño tubo de malla de metal que se expande dentro de una arteria.

Los stents coronarios se presentan plegados sobre un balón; cuando el balón es inflado, el stent es "liberado" y se implanta "fijándose" a la pared de la arteria constituyendo un andamio que libera la obstrucción arterial impactando la placa de ateroma contra la pared arterial.

Hay tres grandes familias de stent coronarios: stents metálicos (SM), stents farmacoactivos (DES) y armazones vasculares bioabsorbibles (BVS)[8].

- **Stent convencionales o metálicos (metal stent, SM):** normalmente de acero o cromo-cobalto. En la actualidad están en desuso.
- **Stent farmacoactivos (DES):** los stents farmacoactivos surgen como respuesta a las reestenosis recurrentes generadas tras la angioplastia con stent convencionales. Su objetivo es disminuir la proliferación neointimal, manteniendo los beneficios del retroceso elástico y la remodelación negativa[2].

  Los stents farmacoactivos están constituidos por tres componentes diferenciadores: la plataforma, el polímero y el fármaco a liberar.

- **Stent o plataforma:** los primeros stents eran de acero inoxidable, ferromagnéticos y no compatibles con resonancia magnética nuclear (RMN). Los stents de nueva generación son de cobalto o platino (platino-iridio) y cromo, con struts más delgados, lo que les confiere mejor flexibilidad y navegabilidad.
- **Polímero:** los polímeros constituyen el vehículo de entrega del medicamento citotóxico o citostático; actúan como reservorio desde el cual se libera el fármaco de manera controlada a la pared arterial.

  La clasificación de los stents medicados se hace de acuerdo con los diferentes polímeros utilizados **(ver Tabla 2)**.

  Actualmente existen stent con polímeros bioabsorbibles que permiten la degradación de este después de la liberación completa del fármaco, permaneciendo solo un stent metálico a los 3-4 meses del implante; esto evita que el polímero remanente participe en la respuesta inmunitaria asociada a la trombosis[9].

Como alternativa al polímero biodegradable surgen los stents sin polímero, que utilizan una plataforma de acero inoxidable con microporos en los que se almacena el fármaco que se libera totalmente al mes del implante.

- **Medicamento activo:** los medicamentos usados en los stents farmacoactivos están reflejados en la **Tabla 2**.

TABLA 2. Clasificación de los stents farmacoactivos.

STENT	PLATAFORMA	POLÍMERO	FÁRMACO
PRIMERA GENERACIÓN	Plataforma de acero inoxidable Baja flexibilidad Struts de gran tamaño: 97-140 µm	Polímero no biodegradable	Placitaxel (Taxus ®) Sirolimus (Cypher®)
	Riesgo de trombosis tardía y muy tardía por la presencia del polímero permanente que inducía inflamación, hipersensibilidad y retraso en la endotelización. Recomendación: ampliar terapia de doble antiagregación hasta un año postimplante.		
SEGUNDA GENERACIÓN	Plataforma de aleación de cromo-cobalto o cromo platino iridio Struts más delgados: 81-90 µm	Polímero biocompatible	Zotarolimus (Resolute®, Onyx®) Everolimus (Xience®)
	Incremento grado seguridad: reducción significativa de la trombosis tardía.		
TERCERA GENERACIÓN	Plataformas de acero inoxidable o cromo-cobalto. Struts de 60 - 112 µm	Polímero biodegradable	Biolimus (Biomatrix®) Sirolimus (Ultrimaster®, Orsiro®)
	Cambio de polímero con el objetivo de reducir el riesgo de reacciones inflamatorias o alérgicas de los polímeros durables.		
CUARTA GENERACIÓN	Plataforma de acero inoxidable Struts 87-112 µm	No usa polímero	Sirolimus (Yukon®) Biolimus A9 (BioFreedom®)
	El transporte y la liberación del medicamento antiproliferativo se realiza mediante modificaciones en la estructura metálica del stent (microporos). Tiempo de terapia antiplaquetaria reducido.		

Armazones vasculares bioabsorbibles (*Bioresorbable Vascular Scaffold*-BVS): la evolución tecnológica de los stents farmacoactivos ha continuado hacia dispositivos temporales que eviten los problemas potenciales de los stents metálicos como implantes intravasculares permanentes. Esto ha facilitado el desarrollo de dispositivos intravasculares completamente biorreabsorbibles (plataforma, polímero y medicamento), que permiten que la arteria recupere sus características anatómicas y fisiológicas previas al implante. Estos dispositivos se conocen como «armazones vasculares» (*scaffold*), que a diferencia de los stents permanentes, son temporales y tienen como propósito proporcionar soporte al vaso durante al menos 2 años (periodo de reabsorción) sin las potenciales limitaciones a largo plazo que supone la existencia de una estructura metálica permanente.

En la década del 2000 se empezaron a usar los primeros dispositivos completamente reabsorbibles. Estudios posteriores no demostraron equivalencia en eficacia y seguridad en comparación con los stents metálicos no reabsorbibles, fundamentalmente por la elevada incidencia de trombosis que se alargaba más allá de los primeros 12 meses. Esto llevó a su retirada del mercado, aunque se mantienen nuevos ensayos clínicos[10].

Hay en desarrollo una nueva tecnología de stents completamente reabsorbibles fundamentada en aleaciones de magnesio que muestran resultados iniciales esperanzadores.

2.6 OTRO MATERIAL NECESARIO

- **Válvula hemostática y línea corta de alta presión:** permiten la conexión entre el sistema de inyección de contraste y el catéter guía. Consiste en un adaptador en Y con válvula hemostática y una rama lateral para el sistema de administración de contraste y el registro de presiones.
- **Introductor de guía:** es un dispositivo que permite la introducción y el manejo de la guía de angioplastia a través de la válvula hemostática.
- **Rotor de guía:** dispositivo que se fija a la guía y que facilita su movilización. Las rotaciones aplicadas en la parte distal de la guía se transmiten a la punta lo que permite dirigirla.

3. ACTP CON BALÓN

La ACTP es una técnica indicada para la revascularización de las arterias coronarias (las que rodean y nutren al músculo cardiaco) cuando están muy estrechadas por una placa de ateroma o un trombo. Básicamente se trata de remodelar (angioplastia) el vaso enfermo (coronaria) desde dentro del propio vaso (transluminal), al que se accede a través de una punción en la piel (percutánea).

La ACTP o ICP con balón consiste en la angioplastia coronaria simple con balón (POBA).

La efectividad de la angioplastia coronaria con balón es limitada, con una alta tasa de reestenosis (50% en el primer año de la intervención), principalmente mediada por el retroceso elástico temprano de la pared arterial, la hiperplasia intimal como respuesta a la lesión producida en el sitio tratado, y la oclusión aguda del vaso en un alto porcentaje de pacientes (5-10% de los pacientes tratados).

4. ACTP O ICP CON STENT

Consiste en realizar una ACTP con implante de un stent que asegure de forma permanente la apertura de la arteria **(ver Figura 2).**

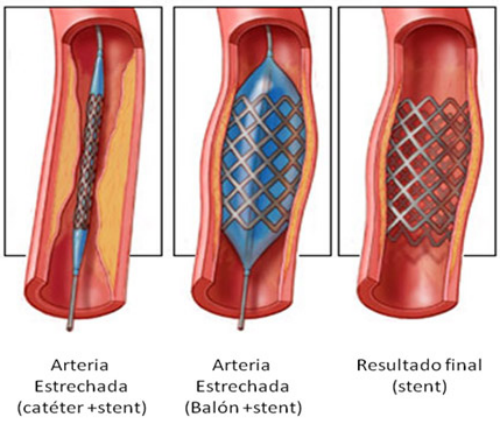


Figura 2. ACTP. Imagen digital
https://acortar.link/EIGxnC

5. PROCEDIMIENTO

La ACTP se inicia tras la identificación de lesiones coronarias, angiográfica o funcionalmente severas.

Tras realizar el acceso vascular seleccionado, radial o femoral, con el introductor adecuado, se progresa una guía vascular (normalmente de 0,035" con punta *floppy* en "J") hasta el cayado aórtico. Sobre esta guía se avanza el catéter guía hasta situarlo en el seno coronario de la coronaria a tratar. Se retira la guía y se conecta el catéter a la llave de angioplastia que hemos colocado al final del sistema inyector de contraste. Este sistema permite la salida de sangre cada vez que se abre para introducir material a través de él, disminuyendo el riesgo de entrada de aire en el sistema arterial. Se procede al purgado del catéter dejando que refluya sangre.

A continuación, se realiza el sondaje selectivo del ostium de la coronaria sobre la que se va a realizar el procedimiento. En este punto se pueden realizar las proyecciones necesarias, con un mayor *zoom* o lupa, para localizar y visualizar la lesión a tratar y tenerlas como referencia durante todo el procedimiento.

A través de la válvula hemostática y con el introductor de guía, se avanza la guía seleccionada a través del catéter guía hasta cruzar la lesión y situarla en la zona distal del vaso. Es recomendable grabar la visualización, con contraste, del vaso distal para confirmar la posición de la guía de angioplastia dentro del lumen.

En este momento es importante haber completado la anticoagulación total del paciente según el protocolo de cada centro; usualmente con heparina no fraccionada (entre 70-100 UI por kg de peso).

Tras seleccionar el balón adecuado en diámetro y longitud según la lesión a tratar, se conecta el catéter balón al sistema de inflado y se purga para eliminar el aire del sistema, manteniendo presión negativa para facilitar el cruce de la lesión. Luego, el balón se monta sobre la guía y se avanza hasta la zona estenótica, donde se infla progresivamente hasta alcanzar su diámetro de referencia. Este proceso debe realizarse siempre bajo control fluoroscópico para verificar que la expansión del balón sea completa y

adecuada, evitando desplazamientos involuntarios. Si es necesario, el inflado puede repetirse tantas veces como lo permita la tolerancia hemodinámica y electrocardiográfica del paciente, hasta alcanzar el resultado óptimo.

Si el procedimiento acaba en este punto, se retira todo el material y se realizan las proyecciones necesarias para comprobar la integridad de todo el vaso, desde su porción proximal hasta la zona distal. En este caso hemos realizado una angioplastia coronaria transluminal percutánea con balón (POBA).

Si tras la dilatación de la lesión realizada con el balón se indica el implante de un stent, el procedimiento continúa con el implante de este.

Tras retirar el catéter balón, se avanza sobre la guía un nuevo catéter balón que lleva plegado en su superficie el stent seleccionado según el diámetro del vaso y la longitud de la lesión a tratar. La correcta elección del diámetro del stent es crucial: si es demasiado pequeño, no proporcionará un soporte adecuado a la arteria y no se posicionará correctamente en la pared arterial, aumentando el riesgo de trombosis. Por el contrario, si sobrepasa el diámetro del vaso, puede incrementar el riesgo de rotura. Asimismo, seleccionar la longitud adecuada del stent evita la necesidad de implantar múltiples dispositivos, reduciendo el riesgo de solapamientos o de implantaciones en zonas sin lesión, lo que minimizaría el trauma sobre la pared arterial. Los equipos de angiografía cuentan con *software* especializado para realizar estas mediciones con precisión, además de ser útiles las marcas de las guías de ACTP y de los balones previamente utilizados.

El stent avanza sobre la guía de igual manera que lo haría el catéter balón. En este caso, se debe tener la precaución de no mantener presión negativa en el sistema de inflado ni purgarlo para evitar la liberación accidental del stent al atravesar la lesión o tortuosidades del vaso. El purgado se realiza una vez que esté situado en la zona donde va a ser implantado.

La liberación del stent se realiza progresivamente, bajo control fluoroscópico, hasta alcanzar su expansión completa.

Los catéteres balón y los stents adjuntan una tabla de referencia que refleja el diámetro que pueden alcanzar según la presión en atmósferas que se le aplica.

Si el resultado del implante del stent no es óptimo (infraexpandido), puede sobredimensionarse realizando una nuevo inflado intrastent utilizando el mismo balón o un nuevo catéter balón no compliance.

El uso de NTG (100-200 mcgr) intracoronaria durante el procedimiento es habitual para minimizar el riesgo de espasmo coronario.

Durante todo el procedimiento se debe mantener al paciente anticoagulado con ACT (tiempo de coagulación activado) superiores a 250. Es por ello por lo que se deben realizar controles periódicos de ACT. Es importante ajustar la anticoagulación a la situación clínica del paciente, sus antecedentes y su potencial riesgo hemorrágico.

Tras la ACTP o ICP, el paciente recibirá doble terapia antiagregante, compuesta por aspirina (que inhibe la activación de las plaquetas) y un inhibidor del receptor P2Y12 del difosfato de adenosina (clopidogrel, prasugrel o ticagrelor).

6. COMPLICACIONES

Las principales complicaciones coronarias que pueden presentarse durante el ICP son[11,12]:

- **Disección:** la disección coronaria es una lesión espontánea o una respuesta a una agresión mecánica producida por el material de angioplastia en la que el endotelio se fractura induciendo una lesión intimal con alto riesgo trombótico y de oclusión aguda.

  Las disecciones se clasifican generalmente por su morfología angiografía **(ver Tabla 3)**.

TABLA 3. Tipos de disecciones coronarias.

DISECCIÓN	CARACTERÍSTICAS ANGIOGRÁFICAS
TIPO A	Mínima área radiolucente intraluminal. No hay retención de contraste. 
TIPO B	Presencia de trayectos paralelos durante la inyección de contraste. Mínima o nula retención de contraste. 
TIPO C	Presencia de contraste extraluminal. Retención de contraste a modo de cúpula. 
TIPO D	Disecciones espiroidales. 
TIPO E	Defectos de depleción persistente intraluminal. 
TIPO F	Condicionan la obstrucción completa del flujo. 

El manejo de las disecciones varía en función de su complejidad y repercusión hemodinámica. En las disecciones no complicadas se puede optar por un tratamiento conservador, en cambio las complejas requieren ser tratadas mediante su sellado debido al alto riesgo de complicaciones que conllevan.

- **Oclusión aguda del vaso:** se presenta con una tasa del 4-8% en los procedimientos de angioplastia simple con balón.
- **Reestenosis:** la reestenosis es un fenómeno de reacción vascular frente al daño causado por el propio procedimiento y que consiste en el desarrollo de hiperplasia intimal y de tejido fibrótico. La denudación endotelial, la disección de la capa media y la agregación plaquetaria inducen la respuesta biológica de reparación que da lugar a la reestenosis.

La reestenosis se presenta como una repetición de los síntomas en forma de angina estable, aunque también puede desencadenar eventos isquémicos agudos. En la mayoría de los casos requiere nuevos procedimientos de revascularización percutánea o quirúrgica.

En general, las lesiones más complejas se asocian a mayores tasas de reestenosis. Vasos de pequeño diámetro (<2 mm) y lesiones largas también son más susceptibles de reestenosis.

Los factores clínicos que se asocian a mayores tasas de reestenosis son la diabetes, la edad, la insuficiencia renal y el tabaquismo.

- **Perforación:** la perforación coronaria supone que la pared del vaso se rasga o fractura abriéndose una solución de continuidad entre la luz vascular y el espacio extravascular. Es una complicación rara, con una incidencia muy baja pero muy grave.
- **Atrapamiento del balón:** ocurre cuando hay una incapacidad o una gran resistencia a la retirada del balón que puede conllevar la desestructuración o fractura de este.
- **Embolización coronaria:** la embolización de material trombótico puede comprometer el flujo coronario. Presenta mayor incidencia en los síndromes coronarios agudos y en las lesiones en injertos de vena safena.
- **Complicaciones relacionadas con el stent.** Entre ellas:
  - ✓ **Deformación longitudinal:** se debe a la falta de estabilidad del stent. Es muy poco frecuente.
  - ✓ **Fractura del stent:** las fracturas graves pueden tener consecuencias clínicas como la trombosis o la reestenosis. Han sido relacionadas con las características del segmento a tratar, la tortuosidad del vaso o por la propia estructura de algunos stents.
  - ✓ **Trombosis del stent:** está asociada principalmente con factores relacionados con el procedimiento, con la lesión, con las comorbilidades del paciente o la mala adherencia al tratamiento antiagregante.
  - ✓ **Pérdida del stent:** se describe esta rara complicación en arterias calcificadas o tortuosas. El stent se libera del balón en cualquier punto de la red vascular arterial, sistémica o coronaria. Para el rescate del stent se usan diferentes técnicas dependiendo de la localización del stent fugado.

7. CUIDADOS ENFERMEROS

Utilizando la taxonomía NANDA se identifican los siguientes diagnósticos, intervenciones y resultados[13]:

DIAGNÓSTICOS ENFERMEROS	NOC	NIC
00029: Disminución gasto cardiaco	0405 Perfusión tisular: cardiaca 0802: Signos vitales	4210: Monitorización hemodinámica invasiva 2300: Administración de medicación 4040: Cuidados cardiacos
00291: Riesgo de trombosis	1932: Control del riesgo: trombosis	4110: Precauciones en el embolismo
00200: Riesgo de disminución de la perfusión tisular: cardiaca	0400: Efectividad de la bomba cardiaca 0401: Estado circulatorio	6610: Identificación de riesgos 6680: Monitorización de signos vitales
00218: Riesgo de reacción adversa a medios de contraste yodado	2103: Severidad de los síntomas 2301: Respuesta a la medicación	6410: Manejo de la alergia 6650: Vigilancia
00146: Ansiedad	2008: Estado de comodidad 1212: Nivel de estrés	7680: Ayuda a la exploración 5340: Presencia 5820: Disminución de la ansiedad
00132: Dolor agudo	2109: Nivel de malestar 2301: Respuesta a la medicación	2260: Manejo de la sedación 1410: Manejo del dolor: agudo

BIBLIOGRAFÍA

1. Esplugas E, Alfonso F, Alonso JJ, Asín E, Elizaga J, Iñiguez A, Revuelta JM. *Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología en cardiología intervencionista: angioplastia coronaria y otras técnicas* [*The practical clinical guidelines of the Sociedad Española de Cardiología on interventional cardiology: coronary angioplasty and other technics*]. Rev Esp Cardiol. 2000 Feb;53(2):218-40. Spanish. doi: 10.1016/s0300-8932(00)75087-1. PMID: 10734755.
2. Calabuig J, Artaiz M, Azcárate P, Palazuelos J, Martín-Raymond D. *Avances en intervencionismo coronario.* Rev Med Univ Navarra. 2005;53:53-7.
3. Silber S, Albertsson P, Avilés FF, Camici PG, Colombo A, Hamm C, Jørgensen E, Marco J, Nordrehaug JE, Ruzyllo W, Urban P, Stone GW, Wijns W; Grupo de Trabajo de la Sociedad Europea de Cardiologia de intervención coronaria percutánia. *Guías de Práctica Clínica sobre intervencionismo coronario percutáneo* [*Guidelines for percutaneous coronary interventions*]. Rev Esp Cardiol. 2005 Jun;58(6):679-728. Spanish. doi: 10.1157/13076420. PMID: 15970123.

4. Martínez A. *Lesiones calcificadas indilatables: una limitación pendiente para la angioplastía coronaria*. Revista chilena de cardiología. abril de 2020;39(1):39-42.

5. Adminwp@rload.es. *Importancia de la elección de una buena guía para PTA en extremidades inferiores* [Internet]. World Medica. 2016 [citado 25 de noviembre de 2023]. Disponible en: https://acortar.link/dScccv

6. *Estado actual del conocimiento sobre el uso del balón farmacoactivo en las lesiones en bifurcación* | Editorial [Internet]. [citado 3 de febrero de 2024]. Disponible en: https://acortar.link/RMAVep

7. Morales-Ponce FJ, Blasco-Turrión S, Casquero-Domínguez S, Collado-Moreno 7.C, Lobo-Torres I, Gómez-López A. *Coronary lithotripsy in a severely calcified, cutting-balloon undilatable aorto-ostial lesion*. Rev Esp Cardiol (Engl Ed). 2020 Feb;73(2):173-175. English, Spanish. doi: 10.1016/j.rec.2019.07.017. Epub 2019 Nov 4. PMID: 31699643.

8. Tomberli B, Mattesini A, Baldereschi GI, Di Mario C. *A Brief History of Coronary Artery Stents*. Rev Esp Cardiol (Engl Ed). 2018 May;71(5):312-319. English, Spanish. doi: 10.1016/j.rec.2017.11.022. Epub 2018 Feb 1. PMID: 29361499.

9. *Nuevos* stents *farmacoactivos: el refinamiento tecnológico continúa* | Editorial [Internet]. [citado 24 de noviembre de 2023]. Disponible en: https://acortar.link/F3xAij

10. Otaegui Irurueta I, García del Blanco B, Martí Aguasca G. *Los stents reabsorbibles. Una historia de stents coronarios*. REC: CardioClinics. 1 de octubre de 2019;54(4):220-3.

11. *Proced_06*.pdf [Internet]. [citado 28 de febrero de 2024]. Disponible en: https://acortar.link/WipCEl

12. *Manual de Hemodinámica e Intervencionismo Cardiaco*. Editorial McGraw-Hill Edición 3 2022. ISBN: 9788448619244

13. NNNConsult [Internet]. [citado 28 de febrero de 2024]. Disponible en: https://www.nnnconsult.com/

TEMA 19

ANGIOPLASTIA PRIMARIA

Jennifer Ortega Condes, Ana Belén Gómez Sanz, Manuel Ángel Guerrero Trenado, Samuel Ruiz García, Miguel Ángel Sancho Martín, Esther Villuela Rivero

Hospital Universitari de Bellvitge. L'Hospitalet de Llobregat.

1. INTRODUCCIÓN

Las enfermedades cardiovasculares son la causa más frecuente de morbimortalidad en el mundo, concretamente el Síndrome Coronario Agudo (SCA), siendo la segunda causa de muerte en España.

La mortalidad en la fase aguda ha experimentado una notable disminución debido a los cambios en el diagnóstico y el tratamiento, el avance de la revascularización percutánea, la instauración de redes asistenciales para el código infarto y la implementación de rehabilitación cardiaca y prevención secundaria. A pesar de ello, es necesario trabajar en la calidad de la atención, así como en la adherencia a las guías más actualizadas, promover la continua investigación y la formación de los profesionales.

El diagnóstico y tratamiento precoz es fundamental en el manejo del SCA, sobre todo en caso de SCA con elevación del segmento ST (SCACEST), ya que repercute de manera directa sobre el pronóstico del paciente. Por ello, el personal de enfermería constituye un pilar fundamental para la atención del paciente con SCA, debido a que se encuentra presente en todos los ámbitos en los que se presenta el evento.

El SCA es provocado por la oclusión parcial o total de una arteria coronaria de manera repentina, habitualmente por un trombo que se produce debido a la ruptura o erosión de una placa de ateroma que puede implicar complicaciones derivadas de la isquemia o necrosis miocárdica o complicaciones mecánicas.

Se clasifica en dos grupos dependiendo de los criterios electrocardiográficos:

- Síndrome Coronario Agudo con elevación del segmento ST (SCACEST o IAMCEST).
- Síndrome Coronario Agudo sin elevación del segmento ST (SCASEST). Este, a su vez, puede subdividirse en función del daño miocárdico en: infarto agudo de miocardio sin elevación de ST (IAMSEST) o en angina estable[1,2].

En este capítulo nos centraremos en el tratamiento del SCACEST y la angioplastia primaria.

2. DIAGNÓSTICO

El Infarto Agudo de Miocardio (IAM) es una necrosis miocárdica que se produce como resultado de la obstrucción aguda de una arteria coronaria. Esto incluye el IAM causado por eventos aterotrombóticos y por otras causas potenciales de isquemia miocárdica y necrosis de miocitos.

Su diagnóstico se basa en la combinación de las siguientes manifestaciones:

- Manifestaciones clínicas.
- Alteraciones electrocardiográficas.
- Alteraciones de enzimas miocárdicas.

En la historia clínica se tendrán en cuenta sobre todo los factores de riesgo cardiovascular, ya que pueden aumentar la probabilidad de presentar un SCA. Por otro lado, en la anamnesis se debe recoger la sintomatología y especificar las características del dolor torácico.

También es útil, siempre que no retrase el intervencionismo coronario primario, la realización de un ecocardiograma que permitirá valorar la función biventricular y, a su vez, descartar complicaciones mecánicas[1,2,3].

2.1 MANIFESTACIONES CLÍNICAS

El SCACEST se manifiesta principalmente con dolor torácico agudo de más de 20 minutos de duración, generalmente de carácter retroesternal, opresivo y anginoso. Este dolor puede irradiarse a uno o ambos brazos, cuello o mandíbula, aunque no siempre ocurre. Además, puede acompañarse de sudoración, náuseas, epigastralgia, disnea y síncope, lo que refuerza la sospecha clínica.

Por otro lado, se puede encontrar sintomatología atípica como el dolor epigástrico aislado, síntomas de indigestión, disnea o fatiga, palpitaciones o síncope. Estos suelen presentarse con más frecuencia en mujeres, diabéticos y ancianos[1,2,3].

2.2 ALTERACIONES ELECTROCARDIOGRÁFICAS

El electrocardiograma (ECG) de 12 derivaciones es la principal herramienta para facilitar el diagnóstico del SCACEST. Es necesario realizarlo durante los primeros 10 minutos desde el primer contacto médico. El signo más característico de oclusión arterial es la elevación del segmento ST **(Figura 1)**.

En el ECG observaremos estas características:

- **Elevación del ST en 2 derivaciones contiguas** con un punto de corte ≥ 1 mm en todas las derivaciones excepto V2 – V3, a las que se aplican los siguientes puntos de corte:
  - ✓ ≥ 2 mm para varones de edad ≥ 40 años.

- ✓ ≥ 2,5 mm para varones menores de 40 años.
- ✓ ≥ 1,5 mm para las mujeres, independientemente de la edad.

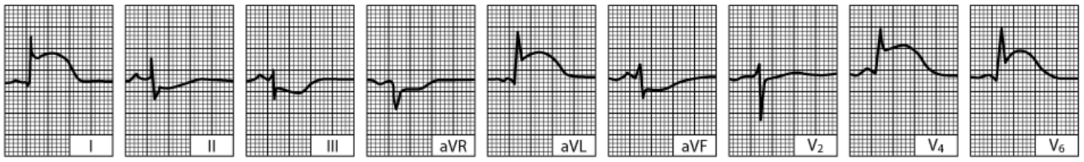


Figura 1. Elevación ST[4].

Fuente: *Merck Manuals Professional Edition* [Internet]. [citado 21 de enero de 2024]. Overview of Acute Coronary Syndromes (ACS) - Cardiovascular Disorders.

- **Bloqueo de rama izquierda del Haz de His (BRIHH)** de nueva aparición en historia sugestiva de IAM.

  El diagnóstico es complejo en pacientes con sospecha de isquemia miocárdica que presentan bloqueo de rama izquierda del haz de His o bloqueo de rama derecha. Deberán tratarse siempre como SCACEST, independientemente de si son bloqueos *de novo* o no. Asimismo, los portadores de marcapasos pueden requerir una reprogramación de este para poder realizar una correcta evaluación de los cambios o incluso una angiografía urgente.

Los cambios electrocardiográficos ayudan a determinar la localización del IAM:

- **IAM anterior:** cambios en derivaciones V3 y V4. Dependiendo del segmento de la arteria Descendente Anterior (DA) afectado, también encontraríamos en derivaciones V1 y V2.
- **IAM inferior:** cambios en derivaciones DII, DIII y aVF. Ante sospecha de IAM inferior se recomienda el registro de precordiales derechas (V3R y V4R) para la confirmación del diagnóstico **(Figura 2)**.
- **IAM lateral:** cambios en derivaciones DI, aVL, V5 y V6.
- **IAM posterior:** depresión del segmento ST en V1 – V3 y elevación del ST > 0,5 mm en V7 – V9.

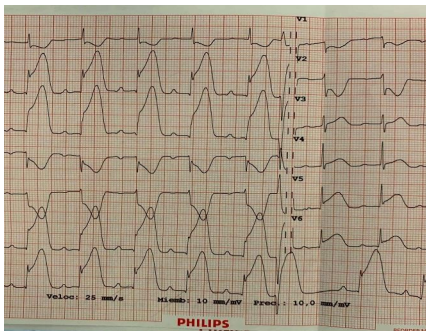


Figura 2. Electrocardiograma IAM inferior.

Fuente: imagen propia de un caso realizado en el Hospital Universitari de Bellvitge.

En el caso de que el ECG no sea concluyente, se realizarían ECG seriados y se compararían con anteriores para valorar posibles cambios[2].

2.3 ALTERACIÓN DE ENZIMAS MIOCÁRDICAS

La elevación de las enzimas miocárdicas por encima del percentil 99 de individuos sanos determinan el diagnóstico de IAM, reflejando una necrosis de las células miocárdicas.

Las troponinas cardiacas I, T y ultrasensible son los biomarcadores más específicos para la detección de daño miocárdico. Su concentración comienza a elevarse en las primeras cuatro horas tras la aparición de los síntomas y puede permanecer alterada hasta dos semanas después del evento. La troponina ultrasensible permite detectar su aumento desde la primera hora del inicio de los síntomas, mejorando la precocidad diagnóstica.

El tratamiento nunca debe retrasarse a la espera de los resultados analíticos de los biomarcadores séricos. Si el paciente cumple los criterios necesarios, la terapia de reperfusión debe iniciarse lo antes posible para optimizar el pronóstico[2,5].

3. TRATAMIENTO

3.1 FARMACOTERAPIA

El tratamiento farmacológico inicial se orienta al control del dolor, la disnea y la ansiedad, ya que pueden ocasionar mayor vasoconstricción y aumentar el trabajo cardiaco empeorando la situación clínica.

La administración de nitratos inicialmente puede realizarse por vía sublingual. Únicamente está recomendado por infusión endovenosa en casos de isquemia persistente, IC o para el control de la tensión arterial elevada. Si se sospecha IAM de ventrículo derecho o el paciente ha sido tratado con IFD-5 en las últimas 48 h (Sildenafilo, Taladafilo, Vardenafilo) se deberá evitar su uso.

La analgesia utilizada de forma habitual son los opiáceos endovenosos:

- **Cloruro mórfico.** Se administran dosis entre 2–5 mg IV o SC, que se puede repetir cada 5 min hasta un máximo de 20 mg. Se debe tener precaución si TA sistólica < 90 mmHg.
- **Fentanilo,** utilizando dosis entre 50 – 100 mcg IV (1 mcg/kg). Repetir 1/2 dosis cada 5 min hasta alcanzar 3 mcg/kg como máximo.
- **Meperidina (Dolantina®).** Se administran 30 mg IV lenta.

Debido a algunos de los efectos secundarios de estos fármacos (náuseas y vómitos), se pueden administrar con antieméticos simultáneamente. Por otro lado, si se presenta bradicardia o hipotensión, suelen responder favorablemente ante la administración de Atropina. En el caso de depresión respiratoria, tras la administración de opiáceos, el fármaco de elección será la Naloxona.

Se recomendará el uso de oxígeno si la saturación de oxígeno es del 90 % o menor.

3.1.1 Tratamiento antiagregante y anticoagulante

Las guías europeas recomiendan, además del AAS, el uso de Prasugrel® o Ticagrelor® frente al Clopidogrel®, ya que tienen un inicio de acción más rápido y mayor potencia. La doble antiagregación se debe realizar lo antes posible. En los casos en los que no sea posible administrar este tipo de fármacos, se deberá valorar el empleo de un inhibidor P2Y12 endovenoso (Cangrelor®).

El uso de inhibidores de la Glucoproteína IIb/IIIa (Abciximab, Eptifibatide y Tirofibán®), está recomendado en pacientes con alta carga trombótica evidenciada mediante angiografía, flujo lento o complicaciones trombóticas periprocedimiento.

Las dosis habituales son:

- **AAS:** dosis de carga entre 150-300 mg por VO o 400-450 mg si es IV (Inyesprin®), excepto si el paciente es alérgico a la aspirina.
- **Prasugrel®:** dosis de carga 60 mg por VO. No está indicado en pacientes > 75 años, < 60 kg de peso y en antecedentes de AIT o ictus.
- **Ticagrelor®:** dosis de carga 180 mg por VO. No está indicado en casos de disnea o bradicardia.
- **Clopidogrel®:** dosis de carga 600 mg VO. Administrar en caso de contraindicación a los previos.
- **Cangrelor®:** dosis de carga 30 µg/kg IV. Dosis de mantenimiento: 4 µg/kg/minuto durante 2 h (o duración del procedimiento).
- **Tirofiban®:** dosis de carga 25 µg/kg IV. Debe administrarse en un periodo de 3 minutos y seguidamente una perfusión de 0,15 µg/kg/min, durante un máximo de 18 h.

El **tratamiento anticoagulante** se debe administrar durante el procedimiento invasivo. Dado su perfil favorable, en relación riesgo/beneficio, la heparina no fraccionada es el tratamiento estándar. Las alternativas incluyen la enoxaparina (HBPM) y la bivalirudina (un inhibidor directo de la trombina).

- **Heparina no fraccionada:** bolo IV de 70-100 U/kg o según el ACT en caso de pretratamiento, manteniendo ACT >250.
- **Enoxaparina:** para pacientes que recibieron la última dosis de enoxaparina, menos de 8 h antes de la angioplastia primaria, no es necesaria una dosis adicional. Si la última administración subcutánea se administró más de 8 horas antes, se debe administrar un bolo IV de 0,3 mg/kg de enoxaparina sódica.
- **Bivalirudina** bolo IV de 0,75 mg/kg, seguido de infusión IV de 1,75 mg/kg/h durante un máximo de 4 h tras el procedimiento[1,2,3].

3.2 ESTRATEGIAS DE REPERFUSIÓN

El manejo terapéutico debe realizarse mediante reperfusión mecánica (angioplastia primaria) o farmacológica (fibrinólisis) lo antes posible para optimizar el pronóstico del paciente.

La angioplastia primaria es el tratamiento de elección cuando se puede garantizar su realización en menos de 120 minutos desde el primer contacto médico hasta la apertura de la arteria. Este procedimiento es seguro y eficaz en comparación con la fibrinólisis, que, aunque efectiva, conlleva un mayor riesgo de complicaciones hemorrágicas[1,2].

3.2.1 Intervencionismo percutáneo

El ICP consiste en la repermeabilización de la arteria coronaria ocluida **(Figura 3)** para permitir nuevamente el flujo de sangre hacia el músculo cardiaco **(Figura 4)**.

A nivel técnico, este procedimiento no difiere demasiado de la angioplastia convencional, pero sí requiere de personal de enfermería experto y entrenado en hemodinámica por tratarse de pacientes altamente complejos con riesgo de complicaciones.

La limitación principal se debe a que únicamente se puede realizar en centros equipados con laboratorios de hemodinámica, lo que significa una demora en el traslado hasta estos.

La Sociedad Europea de Cardiología realiza las siguientes recomendaciones para la angioplastia primaria:

- El acceso de elección para el procedimiento, si es posible, debería ser vía radial o radial distal, ya que se reducen notablemente las complicaciones frente al acceso femoral.
- Se reserva la utilización de los aspiradores de trombo exclusivamente para casos con gran carga trombótica.
- Los stents recomendados serán los liberadores de drogas de última generación. Asimismo, el tamaño de estos debe ser cuidadosamente seleccionado. Un stent de pequeño calibre o infraexpandido se relaciona con mayor tasa de reestenosis y trombosis.
- Si existe enfermedad multivaso, se debe revascularizar completamente, incluyendo las arterias no responsables, ya sea en el procedimiento inicial o durante el ingreso del paciente en un segundo tiempo.

En relación con el procedimiento, existe material que habitualmente se utiliza específicamente en estos casos (por ejemplo, catéter de aspiración de trombo o trombectomía, procedimiento más desarrollado en el **tema 21**) y fármacos que se administran en situaciones de *slow flow* o *no reflow* en este contexto (nitroprusiato o adenosina)[1,2].

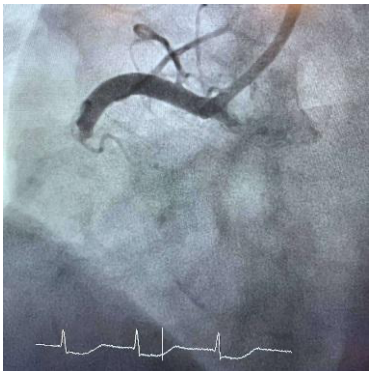


Figura 3. IAM coronaria derecha.



Figura 4. Arteria revascularizada.

Fuente: imágenes propias de un caso del Hospital Universitari de Bellvitge.

4. ALGORITMO Y LOGÍSTICA DE ATENCIÓN

El algoritmo actual sigue las recomendaciones de la Sociedad Europea de Cardiología y la Sociedad Española de Cardiología para la reperfusión coronaria **(Figura 5)**.

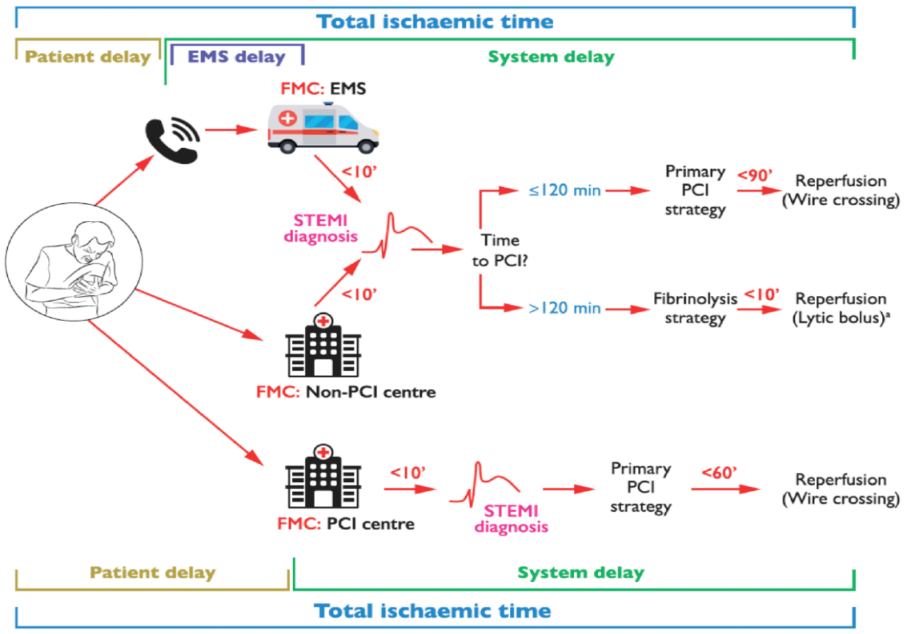


Figura 5. Tiempo total de isquemia[1].

Fuente: Berga Congost G. 2024. *Síndrome Coronario Agudo* (SCA). Curso de Urgencias Cardiovasculares para Enfermería. AEEC (3-23).

Cuando un paciente contacta con el servicio de emergencias médicas por dolor torácico, se debe realizar un diagnóstico precoz basado en los signos y síntomas en menos de 10 minutos. A continuación, se dispone de un máximo de 120 minutos para lograr la apertura de la arteria en el centro de referencia correspondiente.

Si no es posible garantizar la reperfusión dentro de este tiempo, se considerará la administración de fibrinolíticos. Posteriormente, el paciente debe ser trasladado a un centro con sala de hemodinámica para evaluar la necesidad de una intervención coronaria percutánea (ICP) de rescate o una coronariografía dentro de las primeras 24 horas, en caso de que el tratamiento haya sido eficaz.

En el caso de shock cardiogénico o alguna contraindicación para el tratamiento realizado con fibrinolíticos, se trasladará al paciente al centro más cercano con servicio de hemodinámica, independientemente del tiempo.

Para lograr una duración óptima del tratamiento mediante angioplastia primaria, se debería garantizar un tiempo inferior a los **90 minutos**.

En el caso de que el paciente acuda directamente al servicio de urgencias de un hospital, que dispone de laboratorio de hemodinámica, el tiempo entre el diagnóstico y balón **debe ser inferior a los 60 minutos** y entre el primer contacto médico, electrocardiograma y diagnóstico inferior a 10 minutos.

El control de los tiempos nos ayuda a garantizar la calidad asistencial de las redes asistenciales y del centro[2,3].

5. ACTUACIÓN DE ENFERMERÍA EN EL SCACEST

El personal de enfermería debe tener conocimientos necesarios en patología cardiovascular para dar una correcta atención al paciente. La experiencia en cuidados coronarios críticos, conocimientos en medicaciones cardiovasculares y material específico utilizado en intervencionismo coronario son de gran importancia para dar una atención de calidad. Se recomienda que se realicen las guardias localizables al menos con dos enfermeras especializadas.

En la recepción del paciente en sala, se ha de tener en cuenta que no estará adecuadamente preparado y en ocasiones con inestabilidad hemodinámica, por lo que la actuación por parte del equipo debe ser rápida, coordinada y eficaz para reducir al máximo el tiempo de demora y garantizar la seguridad del paciente en todo momento.

Asimismo, será de vital importancia mantener el laboratorio debidamente preparado, dotado de material (fungible habitual) y dispositivos (generador de marcapasos, consola BCPIAo, Impella®, etc.) que puedan resultar necesarios[1,2].

Las **principales acciones** a la recepción del paciente consistirán en:

- Verificar la identidad del paciente.
- Retirar ropa, prótesis, joyas, etc.
- Revisar antecedentes y anamnesis que obtengamos o que nos facilite el servicio de emergencias que traslada al paciente.
- Confirmar si existen alergias medicamentosas conocidas.
- Monitorización ECG, TA y saturación de oxígeno.

- Confirmar permeabilidad de accesos venosos. Si fuera necesario, canalizar vía periférica, evitando zonas cercanas a posibles accesos.
- Comprobar medicación administrada previamente y mantenimiento de perfusiones endovenosas.
- Colocación de paciente y preparación de los posibles accesos a utilizar.
- Informar al paciente sobre el procedimiento y la intervención que se le realizará.
- Escucha activa, asegurar el confort y control del dolor.

BIBLIOGRAFÍA

1. Morales Vicente MJ. 2023. Tema 42: Actuación de Enfermería en el SCACEST. Redes asistenciales y algoritmos de atención al IAM. Protocolos en intervencionismo. En: *Máster de Enfermería en Hemodinámica y Cardiología Intervencionista* [material docente]. 2023; p. 2–28.
2. Berga Congost G. 2024. Síndrome Coronario Agudo (SCA). En: *Curso de Urgencias Cardiovasculares para Enfermería*. Asociación Española de Enfermería en Cardiología (AEEC); 2024. p. 3–23.
3. Byrne RA, Rossello X, Coughlan JJ, Barbato E, Berry C, Chieffo A, et al. *2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes*. Eur Heart J. 2023 Oct 12;44(38):3720–26. doi: 10.1093/eurheartj/ehad191. Erratum in: Eur Heart J. 2024 Apr 1;45(13):1145. doi: 10.1093/eurheartj/ehad870. PMID: 37622654.
4. Merck Manuals Professional Edition [Internet]. Overview of Acute Coronary Syndromes (ACS) – Cardiovascular Disorders. [consultado 2024 ene 21]. Disponible en: https://www.merckmanuals.com/professional/cardiovascular-disorders/coronary-artery-disease/overview-of-acute-coronary-syndromes-acs
5. Bergmark BA, Mathenge N, Merlini PA, Lawrence-Wright MB, Giugliano RP. *Acute coronary syndromes*. Lancet. 2022 Apr 2;399(10332):1347-58. doi: 10.1016/S0140-6736(21)02391-6. PMID: 35367005; PMCID: PMC8970581.
6. Lawton JS, Tamis-Holland JE, Bangalore S, Bates ER, Beckie TM, Bischoff JM, et al. 2021 *ACC/AHA/SCAI Guideline for Coronary Artery Revascularization: A report of the ACC/AHA Joint Committee on Clinical Practice Guidelines*. Circulation. 2022 Jan 18;145(3):e18–e114. doi: 10.1161/CIR.0000000000001038. Epub 2021 Dec 9. Erratum in: Circulation. 2022 Mar 15;145(11):e772. doi: 10.1161/CIR.0000000000001060. PMID: 34882435.

TEMA 20

STENTS ESPECIALES

Beatriz Silla Sobrecases, Ignacio Chirivella García, Jaime Morales Alcántara, Laura Lacasta Nebot, José María Ramón Ferrandis

Hospital Clínico Universitario de Valencia. Valencia.

GLOSARIO

SFA: Stent farmacoactivos.
ePTFE: Politetrafluoroetileno expandido.
PC: Perforación coronaria.
ICP: Intervención coronaria percutánea.
PTFE: Politetrafluoroetileno.
VPP: Vaso principal proximal.
VPD: Vaso principal distal.
RS: Rama secundaria.
PLLA: Ácido poli-L-láctico de alto peso molecular.
PDLLA: Ácido poli-L-láctico recubierto por ácido polidioxanona.
AVB: Armazón vascular bioabsorbible.
FDA: Administración de alimentos y medicamentos.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 EVOLUCIÓN DE LOS STENTS CORONARIOS

La introducción de los stents coronarios representó un avance crucial en el tratamiento de la enfermedad arterial coronaria, revolucionando las opciones terapéuticas disponibles para los pacientes con cardiopatía isquémica. Inicialmente, la angioplastia coronaria con balón fue considerada una intervención innovadora para tratar la enfermedad coronaria obstructiva. Sin embargo, en la actualidad, la angioplastia con balón se emplea principalmente como complemento al implante de stents. Aunque sigue siendo una opción en casos específicos, como vasos de pequeño calibre o lesiones con alta carga trombótica, en la mayoría de estos escenarios se prefiere el uso de balones liberadores de fármaco, que han demostrado mayor eficacia en la prevención de la reestenosis.

Si bien la angioplastia con balón ha sido una técnica fundamental en el tratamiento de la enfermedad arterial coronaria, presenta desafíos como la recurrencia de estenosis, disección y reestenosis. La tasa de reestenosis clínica tras la angioplastia con balón

oscila entre el 20 % y el 25 %, mientras que la reestenosis angiográfica, observada en seguimientos programados, puede alcanzar entre el 30 % y el 50 %. Esto hace que en muchos casos sea necesaria una reintervención[1].

La introducción de los stents metálicos a principios de la década de 1990 supuso un avance significativo al proporcionar un soporte estructural que ayudaba a mantener la permeabilidad arterial. Sin embargo, estas plataformas de acero inoxidable, con struts gruesos y poca flexibilidad, dificultaban la navegación y no eliminaban por completo el problema de la reestenosis, cuya incidencia en el seguimiento a medio y largo plazo se mantenía entre el 15 % y el 30 %[2].

La evolución tecnológica llevó al desarrollo de los stents recubiertos con fármacos, diseñados para inhibir la proliferación excesiva de tejido que contribuye a la reestenosis. Estos stents farmacoactivos (SFA) incorporan tres elementos clave: la plataforma estructural, el fármaco antiproliferativo y el polímero que regula su liberación, estableciéndose como el estándar en los procedimientos de angioplastia.

En la actualidad, asistimos a una nueva era con el surgimiento de los stents bioabsorbibles. Estos dispositivos se diseñaron para proporcionar soporte temporal y liberación de fármaco durante los 12 primeros meses para después disolverse en el tejido circundante al cabo de 2-3 años. Este enfoque novedoso busca abordar preocupaciones a largo plazo, como la trombosis tardía y la rigidez arterial persistente, ofreciendo una alternativa prometedora en el ámbito de la intervención coronaria. Sin embargo, la aparición de una mayor incidencia de trombosis de dispositivo supuso un espaldarazo a estos dispositivos y un replanteamiento de su diseño[3].

2. STENTS CUBIERTOS

2.1 USO DE LOS STENTS CUBIERTOS

El uso de stents cubiertos de politetrafluoroetileno expandido (ePTFE) fue pensado en un principio para las angioplastias a nivel de safenas, con el objetivo de atrapar material friable y así evitar la embolización distal y el no-reflow, pero los resultados no fueron los esperados con una mayor tasa de reestenosis y trombosis en el seguimiento.

Actualmente, el uso de stents cubiertos en coronarias está relegado al tratamiento de perforaciones coronarias y el sellado de aneurismas coronarios[4]. La perforación coronaria (PC) durante la revascularización percutánea (ICP) es una complicación rara, pero potencialmente fatal que puede resultar en taponamiento cardiaco, cirugía urgente, formación de pseudoaneurismas, arritmias o muerte.

Existen múltiples mecanismos de producción de PC, siendo el más frecuente por progresión de la guía intracoronaria a través de la pared vascular hasta pericardio, rotura de la pared vascular durante el inflado del balón o el stent a altas presiones o la utilización de la aterectomía rotacional o el láser intracoronario. Por otro lado, existen diversos factores de riesgo, asociados a perforación coronaria como la edad avanzada, sexo femenino, fallo renal, hipertensión arterial, enfermedad periférica e infarto de miocar-

dio. También se han reportado factores de riesgo angiográficos como oclusión total crónica, calcificación de arterias coronarias, vasos tortuosos, lesiones en las arterias circunfleja y coronaria derecha y lesiones largas (>10 mm)[5].

2.2 TIPOS DE STENTS CUBIERTOS

Existen dos tipos:

- Stents de PTFE Graftmaster: cubierta de una capa de PTFE (politetrafluoroetileno) entre dos stents de acero inoxidable. Muy eficaz para sellar perforaciones coronarias, con el inconveniente de tener un perfil de cruce alto y poca navegabilidad **(ver Figura 1)**.
- Stents de poliuretano PL Papyrus: recubierto por una capa fina de poliuretano, gracias a un proceso de electrohilado, permite obtener un perfil de cruce bajo y buena navegabilidad. Podría dar lugar a una endotelización mejor y más rápida y a una posible menor trombogenicidad **(ver Figura 2)**.

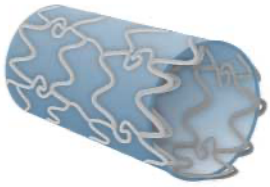


Figura 1. Stent cubierto GraftMaster.



Figura 2. Stent cubierto Papyrus.

2.3 CONCLUSIONES

Los stents cubiertos son esenciales en los laboratorios de hemodinámica, donde todo el personal debe conocer la ubicación donde se encuentran y para qué sirven, ya que se utilizan en situaciones de emergencia de perforaciones coronarias.

3. STENT DEDICADO A LA BIFURCACIÓN

3.1 BIFURCACIONES CORONARIAS

Podemos definir la lesión a nivel de una bifurcación coronaria como aquella lesión que abarca la salida de un ramo secundario que por su entidad (tamaño, cantidad de miocardio irrigado) consideramos obligatorio mantenerlo abierto, ya que la pérdida del mismo tendría repercusión clínica[6].

Las bifurcaciones coronarias son propensas a desarrollar enfermedad aterosclerótica debido al flujo sanguíneo turbulento y al estrés de rozamiento (*shear stress*). Estas lesiones continúan representando un desafío terapéutico pues son complejas, técni-

camente difíciles y asociadas a peores tasas de éxito que las no bifurcadas. La forma de presentación es diversa, variando en función de la distribución de la placa y del número de componentes de la bifurcación que están comprometidos.

La lesión se puede localizar:

- En el vaso principal inmediatamente proximal a la rama lateral.
- En el vaso principal inmediatamente distal a la rama lateral.
- En el origen de la rama lateral.
- La lesión (estenosis) afecta a ambas ramas.

La clasificación de Medina **(ver Figura 3)** es la más utilizada por su sencillez y utilidad práctica. Basándose en los tres componentes en que puede ser dividida una bifurcación, vaso principal proximal (VPP), vaso principal distal (VPD) y ramo secundario (RS), y respetando esta secuencia, esta clasificación asigna un valor binario (1-0) dependiendo de si hay o no compromiso de los segmentos de la bifurcación. Una de las limitaciones de esta clasificación es que no tiene en cuenta la angulación. En la figura se muestran las morfologías posibles[7].

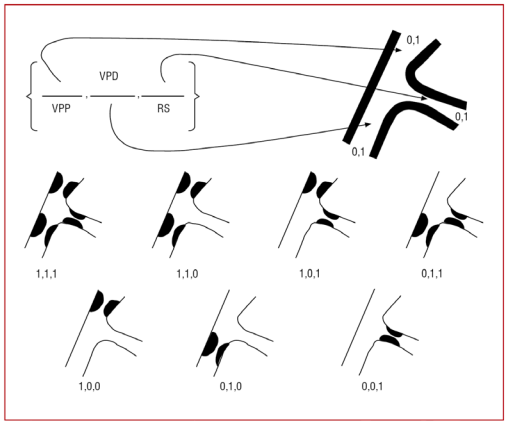


Figura 3. Clasificación de Medina.

3.2 CLASIFICACIÓN DE LOS STENTS DEDICADOS A BIFURCACIÓN

Los stents dedicados para bifurcaciones son dispositivos diseñados específicamente para abordar lesiones en el lugar donde una arteria se divide en dos ramas. La clasificación de estos se puede hacer en función de la rama principal y la rama lateral.

3.2.1 Stent en la rama principal (Main vessel stent) con algún tipo de scaffolding lateral

- **Stentys®**

  Stent autoexpandible de nitinol farmacoactivo liberador de sirolimus diseñado para proporcionar una aposición completa al ejercer una fuerza crónica hacia el exterior **(ver Figura 4)**.

El uso de este tipo de stent está muy poco extendido y puede ser fundamentalmente por dos motivos: el primero es la necesidad de curva de aprendizaje para su implante. Y el otro motivo es un mayor perfil de cruce del dispositivo y su rigidez, que hacen que la navegabilidad y la capacidad de cruce sean menores que las de los stents con balón expandible[8].

- **Nile®**

Se trata de un stent montado sobre dos catéteres balón diferentes, diseñado para la técnica de stent provisional **(ver Figura 5)**. Permite acceso a las dos ramas a lo largo de todo el procedimiento. Existe plataforma no farmacoactiva, así como recubierta de paclitaxel (Nile PAX).

Comprende tres segmentos diferentes: una zona distal, una mediana y una proximal con diferente distribución de celdas para asegurar la misma relación metal-arteria a lo largo de toda la bifurcación[9].

- **Frontier®**

Stent de acero inoxidable premontado con sistema de liberación de dos balones, los cuales se expanden simultáneamente en el implante **(ver Figura 6)**. Este sistema permite cubrir la lesión del vaso principal y deja un portal lateral orientado hacia el origen del ramo secundario, manteniendo la permeabilidad y el acceso al mismo[10].



Figura 4. Stent Stentys®.

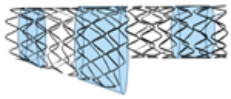


Figura 5. Stent Nile®.



Figura 6. Stent Frontier®.

3.2.2 Stent en rama lateral (Side Branch stent) con armazón en rama principal

- **Tryton®**

Stent de cromo-cobalto no farmacoactivo **(ver Figura 7)**. Consta de 3 zonas: la parte distal tiene un diseño parecido a un stent convencional, la parte media está diseñada para conformarse a la carina y al ostium de la rama secundaria y la parte proximal, que contiene una relación mínima metal-arteria. Diseñado para facilitar la cobertura y la expansión en la rama secundaria[11].

- **Biomime Branch®**

Stent de cromo-cobalto, strut fino, polímero bioabsorbible y recubierto de everolimus, con un armazón proximal con conectores y stent en rama lateral farmacoactivo **(ver Figura 8)**.

- **Sideguard®**

  Stent convencional de nitinol auto-expandible montado sobre un sistema mono-balón especial, que se adapta con precisión a la morfología del ostium del ramo secundario **(ver Figura 9)**.

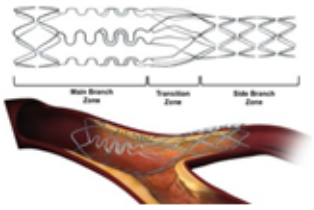


Figura 7. Stent Tryton®.



Figura 8. Stent Biomime Branch®.

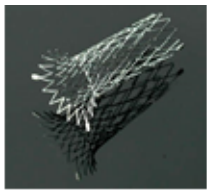


Figura 9. Stent Sideguard®.

3.2.3 Stent en rama principal proximal (Proximal main vessel stent)

- **Axxess**

  Stent auto-expandible de forma cónica, liberador de biolimus, se ajusta a la carina y se obtiene una configuración en falda **(ver Figura 10)**. Pueden ser necesarios más stents proximal o distalmente para cubrir la bifurcación[12].

- **BIOSS®**

  Stent con plataforma de acero inoxidable, con una mezcla de copolímero biodegradable y un fármaco antiproliferativo **(ver Figura 11)**. El proceso de biodegradación dura alrededor de ocho semanas. El stent consta de dos partes, proximal y distal, unidas con dos puntales de conexión en la zona media. Es expandible mediante balón sobre un balón Bottle® de colocación escalonada[13].



Figura 10. Stent Axxess.



Figura 11. Stent Bioss®.

3.3 ¿HAY NECESIDAD DE DISPOSITIVOS DEDICADOS?

Los stents de bifurcación específicos pueden ser útiles para simplificar el procedimiento y mejorar aún más los resultados clínicos después del abordaje provisional y el abordaje de dos stents.

El stent dedicado ideal debería cumplir los siguientes criterios: una curva de aprendizaje corta, simplificar el procedimiento y ajustarse a la amplia variedad de anatomías en bifurcación.

Sin embargo, la evidencia actual no soporta su uso en la práctica clínica habitual necesitándose más ensayos aleatorios[14].

4. STENTS BIOABSORBIBLES

4.1 INTRODUCCIÓN

Los stents bioabsorbibles son dispositivos cuya característica distintiva es la de disolverse gradualmente en el cuerpo después de proporcionar soporte temporal a una arteria coronaria obstruida, eliminando la necesidad de que un dispositivo metálico se encuentre permanentemente en la arteria. Gracias a la bioabsorción se recupera la elasticidad natural de la arteria y, potencialmente, se reducen las complicaciones a largo plazo asociadas con los stents metálicos convencionales, como la trombosis tardía y la restricción del flujo sanguíneo.

4.2 TIPOS DE STENTS BIOABSORBIBLES

4.2.1 Stent Igaki-Tamai

Fue el primer stent bioabsorbible implantado en humanos, con una degradación completa a los 18-24 meses. Se trata de un stent con plataforma de ácido poli-L-láctico de alto peso molecular (PLLA) con un diseño helicoidal en zigzag. Consta de un balón de angioplastia estándar para realizar el implante, además de ser autoexpandible térmicamente.

4.2.2 Policarbonato de tirosina: Fantom

Fabricado con tirosina policarbonato es capaz de degradarse en agua, dióxido de carbono y etanol, metabolizando la tirosina a través del ciclo de Krebs. La versión más reciente incorpora yodo covalentemente unido a su estructura otorgándole propiedad intrínsecamente radioopaca. Esta característica puede reducir la necesidad de utilizar técnicas de imágenes intravasculares durante el seguimiento. En la actualidad, la versión Fantom Encore se encuentra en proceso de evaluación[15].

4.2.3 Meril (MERES)

El stent MeRes libera sirolimus y cuenta con un armazón de ácido poli-L-láctico recubierto por ácido polidioxanona (PDLLA) para regular la liberación de fármacos. La particularidad de este stent es la geometría híbrida del andamio, que le permite generar marcadores radioopacos triaxiales de alta resistencia radial. Por otra parte, sus struts delgados permiten un acceso más fácil a las ramas laterales[16].

4.2.4 Ácido salicílico poli (anhídrico éster): el stent Ideal

Compuesto por una columna vertebral de éster de polianhídrido basado en ácido salicílico y anhídrido de ácido adípico. Este stent cuenta con una capa de sirolimus en

mayor concentración, lo que potencialmente le confiere propiedades antiinflamatorias y antiproliferativas[17]. La versión más actualizada se encuentra actualmente en fases preclínicas.

4.2.5 Scaffold PLLA liberador de Novolimus: AVB DESolve

La familia AVB DESolve está basada en el PLLA. La diferencia entre la primera y la segunda generación del dispositivo es el distinto grosor de los struts y la liberación de Novolimus, un metabolito activo de sirolimus. Una de las ventajas de este AVB es su capacidad de sobreexpansión sin riesgo de fractura.

Hay una tercera generación en desarrollo con cambios en el grosor del strut y algunas diferencias, denominada DESolve NXT Plus[18].

4.2.6 Stent PLLA de tecnologías de remodelado arterial (ART)

Dispositivo de PLLA que presenta una combinación única de isómeros L y D, dando resultado a un stent altamente biocompatible y hemocompatible. A diferencia de otros stents, el dispositivo no libera fármacos, y los investigadores sostienen que no es necesario gracias a su capacidad para lograr un remodelado positivo del vaso sanguíneo[19]. Aunque obtuvo la certificación CE en 2015, no se comercializó en Europa.

4.2.7 Stent de aleación de magnesio

Se trata de stents absorbibles cuya degradación del compuesto principal, el magnesio, le otorga características hipotrombogénicas. Con las últimas modificaciones, la liberación de sirolimus y la presencia de marcadores radiopacos de tantalio le han conferido mayor flexibilidad y visibilidad, además de una reabsorción más lenta y mayor fuerza radial comparado con las primeras generaciones[20].

En la actualidad, el dispositivo Magmaris es el único armazón vascular bioabsorbible (AVB) comercializado. Su uso actual queda relegado para lesiones simples en pacientes seleccionados.

4.2.8 AVB PLLA liberador de everolimus: Renovia

El stent Renuvia es un andamio de PLLA que libera everolimus. Su diseño de andamio y su sistema de liberación de droga se basan en los utilizados en los stents SYNERGY DES, y han sido desarrollados para asegurar una eficaz capacidad de entrega. Los resultados de las pruebas preclínicas fueron favorables[21].

4.2.9 AVB PLLA: Firesbord (Microport)

Este stent de PLLA que libera sirolimus presenta struts más delgados en comparación con Absorb, así como una dosis más baja de fármaco para lograr una cobertura y reabsorción más rápida de los struts.

4.2.10 Amaranth PLLA AVB: Fortitute, Aptitute y Magnitude

La familia de stents AVB Amaranth libera sirolimus y se caracteriza por un método peculiar de producción de polímero. Estos stents están fabricados con una resina de peso molecular ultraalto que posee una estructura amorfa, lo que aumenta su resistencia a la rotura. Son dispositivos con una alta fuerza radial y excelentes propiedades de sobreexpansión[22].

4.2.11 AVB PLLA: Mirage

El andamio MIRAGE (*Manli Cardiology*) de microfibras bioabsorbibles, compuesto de PLLA y que libera sirolimus, presenta variaciones en el grosor del strut según el diámetro del AVB. Su característica principal es el diseño de la bobina helicoidal, que proporciona una excelente flexibilidad y un perfil de cruce óptimo, con un tiempo de absorción de 14 meses[23].

4.2.12 AVB PLLA: Absorb BVS

El stent Absorb BVS se distingue por su perfil cruzado de 1,4 mm y aros circunferenciales de PLLA. El recubrimiento, que consiste en poli D, L-láctida (PDLLA), controla la liberación del fármaco everolimus. Tanto PLLA como PDLLA se degradan en ácido láctico durante la bioreabsorción, la cual suele ocurrir entre tres y cinco años después del implante.

Como ejemplos están el stent AVB Falcon, en fase preclínica, que utiliza una plataforma de PLLA y se espera que tenga struts más delgados y liberación de everolimus. Además, otros dispositivos como el ArterioSorb y HASTSORB stent están en desarrollo[24].

4.3 FUTURO DE LOS STENTS O ARMAZONES BIOABSORBIBLES

Han transcurrido más de veinte años desde el primer implante de un stent bioabsorbible, pero la evidencia disponible sigue siendo limitada, lo que impide respaldar plenamente las ventajas teóricas atribuidas a estos dispositivos. Los estudios han reportado una incidencia de trombosis del stent hasta dos veces mayor en comparación con otras opciones, así como un mayor fracaso del tratamiento en los primeros años. Además, no se ha demostrado una mejora clínica significativa a largo plazo en términos de reducción de la angina con estos dispositivos.

Aunque los resultados pudieran ser prometedores es fundamental considerar el mayor riesgo de trombosis y la necesidad de revascularización en los primeros años. Estos riesgos podrían mitigarse mediante una adecuada selección de pacientes, una terapia antiplaquetaria dual más prolongada y una técnica de implantación optimizada.

Actualmente, no hay stents bioabsorbibles aprobados por la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA), y las guías europeas de intervencionismo desaconsejan su uso en la práctica clínica habitual. Por ello, muchos expertos consideran improbable que una segunda generación de estos dispositivos pueda competir con los excelentes resultados de los stents farmacoactivos actuales.

Los estudios en curso serán determinantes para definir el futuro de los stents bioabsorbibles y, sí, su evolución seguirá un patrón similar al de los stents farmacoactivos. Mientras tanto, su uso debe mantenerse limitado.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alfonso F, Scheller B. *State of the art: balloon catheter technologies - drug-coated balloon.* EuroIntervention. 2017 Aug 25;13(6):680-695. doi: 10.4244/EIJ-D-17-00494. PMID: 28844030.
2. Fischman DL, Leon MB, Baim DS, Schatz RA, Savage MP, Penn I, Detre K, Veltri L, Ricci D, Nobuyoshi M, et al. *A randomized comparison of coronary-stent placement and balloon angioplasty in the treatment of coronary artery disease.* Stent Restenosis Study Investigators. N Engl J Med. 1994 Aug 25;331(8):496-501. doi: 10.1056/NEJM199408253310802. PMID: 8041414.
3. Wykrzykowska JJ, Kraak RP, Hofma SH, van der Schaaf RJ, Arkenbout EK, IJsselmuiden AJ, Elias J, van Dongen IM, Tijssen RYG, Koch KT, Baan J Jr, Vis MM, de Winter RJ, Piek JJ, Tijssen JGP, Henriques JPS; AIDA Investigators. *Bioresorbable Scaffolds versus Metallic Stents in Routine PCI*. N Engl J Med. 2017 Jun 15;376(24):2319-2328. doi: 10.1056/NEJMoa1614954. Epub 2017 Mar 29. PMID: 28402237.
4. Gómez Menchero A, Roa Garrido J, Camacho Freire S, et al. *Stent recubiertos. Generaciones de stents.* En: Sánchez Sainz-Trápaga C, Coordinadora. *Manual de hemodinámica en intervencionismo cardíaco*. 3ª edición. Madrid: Mc Graw Hill; 2022. p. 336-355.
5. Guttmann OP, Jones DA, Gulati A, Kotecha T, Fayed H, Patel D, Crake T, Ozkor M, Wragg A, Smith EJ, Weerackody R, Knight CJ, Mathur A, O'Mahony C. *Prevalence and outcomes of coronary artery perforation during percutaneous coronary intervention.* EuroIntervention. 2017 Aug 4;13(5):e595-e601. doi: 10.4244/EIJ-D-16-01038. PMID: 28414656.
6. Suárez de Lezo J, Ojeda Pineda S, Martín Lorenzo P, et al. *Tratamiento de las lesiones en bifurcación y ostiales*. En: Sánchez Sainz-Trápaga C, Coordinadora. *Manual de hemodinámica en intervencionismo cardíaco*. 3ª edición. Madrid: Mc Graw Hill; 2022. p. 449-462.
7. Medina A, Suárez de Lezo J, Pan M. *Una clasificación simple de las lesiones coronarias en bifurcación* [*A new classification of coronary bifurcation lesions*]. Rev Esp Cardiol. 2006 Feb;59(2):183. Spanish. PMID: 16540043.
8. Pérez Guerrero A, Fuertes Ferré G, Caballero Jambrina I, et al. *Resultados clínicos y angiográficos del stent autoexpandible STENTYS Xposition S. Experiencia de un centro*. Rec Interv Cardiol. 2021;3(2):98-102.
9. Berland J. The Nile CroCo and Nile PAX stents. *EuroIntervention*. 2015;11 Suppl V:V149-50. doi: 10.4244/EIJV11SVA35. PMID: 25983153.
10. Amador C. *Tratamiento con stent de lesiones en bifurcaciones coronarias, ventajas e inconvenientes de un nuevo stent bibalón (frontier). Estudio clínico, angiográfico y ultrasónico.* [Tesis doctoral]. Las Palmas de Gran Canaria: Universidad de Las Palmas de Gran Canaria: 2006. Recuperado a partir de: http://hdl.handle.net/10553/62703
11. Grundeken MJ, Généreux P, Wykrzykowska JJ, Leon MB, Serruys PW. *The Tryton Side Branch Stent*. EuroIntervention. 2015;11 Suppl V:V145-6. doi: 10.4244/EIJV11SVA33. PMID: 25983151.
12. Buysschaert I, Verheye S. *The Axxess stent*. EuroIntervention. 2015;11 Suppl V:V143-4. doi: 10.4244/EIJV11SVA32. PMID: 25983150.

13. Gil RJ, Kern A, Formuszewicz R, Iñigo Garcia LA, Dobrzycki S, Vassilev D, Bil J. *6-year results of BiOSS stents in coronary bifurcation treatment*. Eur J Clin Invest. 2021 Aug;51(8):e13555. doi: 10.1111/eci.13555. Epub 2021 Mar 29. PMID: 33782985.

14. Wykrzykowska JJ, Grundeken MJ, Stankovic G, Di Mario C. *Is there a need for dedicated devices?* EuroIntervention. 2015;11 Suppl V:V139-42. doi: 10.4244/EIJV11SVA31. PMID: 25983149.

15. Chevalier B, Abizaid A, Carrié D, Frey N, Lutz M, Weber-Albers J, Dudek D, Weng SC, Akodad M, Anderson J, Stone GW. *Clinical and Angiographic Outcomes With a Novel Radiopaque Sirolimus-Eluting Bioresorbable Vascular Scaffold*. Circ Cardiovasc Interv. 2019 Jun;12(6):e007283. doi: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.118.007283. Epub 2019 Jun 10. PMID: 31177821.

16. Cocca M, Di Lorenzo ML, Malinconico M, Frezza V. *Influence of crystal polymorphism on mechanical and barrier properties of poly(l-lactic acid)*. Eur Polym J. 2011;47(5):1073-80.

17. Jabara R, Pendyala L, Geva S, Chen J, Chronos N, Robinson K. *Novel fully bioabsorbable salicylate-based sirolimus-eluting stent*. EuroIntervention. 2009 Dec 15;5 Suppl F:F58-64. doi: 10.4244/EIJV5IFA10. PMID: 22100678.

18. Verheye, S. *Desolve Nx, Cx and Amity: a family of pregressively thinner-strut PLLA-based BRS with novel properties*. Presentado en: TCT 2017; 2017; Denver, USA.

19. Lafont, A. ARTDIVA, Presentado en: BRS 2014: 2014: Boston, MA, USA.

20. Gutiérrez-Barrios A, Gheorghe LL, Camacho Freire S, Silva E et al. (2021). *Long-term clinical, angiographic, and optical coherence tomography findings of Mg-based bioresorbable scaffold in patients with acute coronary syndrome*. Catheterization and cardiovascular interventions : official journal of the Society for Cardiac Angiography & Interventions, 2021; 98(1): E69–E77.

21. Kameda R, Okada K, Ikutomi M, Hollak MB et al. *A first-in-human study of the second-generation, thin-strut, everolimus-eluting bioresorbable scaffold: 6-month ivus and oct results from the fast clinical trial*. Journal of the American College of Cardiology. 2019; 73(9): 1111.

22. Esposito G. From *Fortitude 150 to Aptitude 115: clinical update*. Presentado en: EuroPCR 2017; 2017; Paris, Francia.

23. Tenekecioglu E, Serruys PW, Onuma Y, Costa R, Chamié D, Sotomi Y, Yu TB, Abizaid A, Liew HB, Santoso T. *Randomized Comparison of Absorb Bioresorbable Vascular Scaffold and Mirage Microfiber Sirolimus-Eluting Scaffold Using Multimodality Imaging*. JACC Cardiovasc Interv. 2017 Jun 12;10(11):1115-1130. doi: 10.1016/j.jcin.2017.03.015. Epub 2017 May 17. PMID: 28527768.

24. Regazzoli D, Leone PP, Colombo A, Latib A. *New generation bioresorbable scaffold technologies: an update on novel devices and clinical results*. J Thorac Dis. 2017 Aug;9(Suppl 9):S979-S985. doi: 10.21037/jtd.2017.07.104. PMID: 28894604; PMCID: PMC5583081.

TEMA 21

TROMBECTOMÍA Y TROMBOASPIRACIÓN

Isabel Montero Centeno

Enfermera de la Unidad de Hemodinámica
del Hospital Universitario La Princesa. Madrid.

GLOSARIO

IAMCEST:	Infarto Agudo de Miocardio Con Elevación del ST.
ICP:	Intervencionismo Coronario Percutáneo.
ST:	Segmento ST.
SCACEST:	Síndrome Coronario Agudo Con Elevación ST.
Fr:	French.
L:	Litro.
UI:	Unidades.
Psi:	*Pound per square inch* (libras por pulgada cuadrada).
Mm:	Milímetros.

INTRODUCCIÓN

La formación de trombo coronario suele ocurrir en el contexto de la enfermedad coronaria, caracterizada por el estrechamiento de las arterias coronarias debido a la acumulación de placa aterosclerótica. La rotura o fisura de esta placa puede desencadenar la formación de un coágulo sanguíneo en respuesta al daño, lo que interrumpe el flujo sanguíneo normal y provoca isquemia en el músculo cardiaco. Si la isquemia se prolonga, puede producirse daño celular irreversible, dando lugar a un Infarto Agudo de Miocardio.

La trombectomía es un procedimiento utilizado para extraer o fragmentar el trombo que obstruye el flujo coronario. Existen diversos enfoques y dispositivos diseñados para la eliminación del contenido trombótico, con el objetivo de optimizar la revascularización arterial en el contexto del síndrome coronario agudo. Sin embargo, sigue existiendo una gran controversia sobre su aplicación debido a los resultados dispares obtenidos en distintos estudios y metaanálisis[1].

En la última guía de práctica clínica, la tromboaspiración tiene una recomendación de IIIA, lo que nos indica que la tromboaspiración de manera rutinaria estaría contraindicada[1].

Dentro de los estudios o ensayos clínicos más importantes que encontramos destacan TAPAS, INFUSE-AMI, TASTE, TOTAL Y CHEETAH[1,2].

El estudio TAPAS (“Estudio de aspiración de trombo durante la intervención coronaria percutánea en el infarto agudo de miocardio”) aleatorizó a 1.071 pacientes con IAMCEST para recibir una intervención coronaria percutánea (ICP) o una tromboaspira-

ción de rutina. Sus conclusiones indicaron que la tromboaspiración de rutina mejoraba los parámetros de reperfusión miocárdica[2].

El estudio INFUSE-AMI ("Abciximab intracoronario y trombectomía por aspiración en pacientes con infarto de miocardio anterior") evaluó si la administración en bolo de Abciximab intracoronario, la tromboaspiración manual o ambas estrategias reducían el tamaño del infarto en pacientes de alto riesgo con IAMCEST. Los resultados mostraron que no existía asociación entre la tromboaspiración manual y la reducción del tamaño del infarto[3].

El estudio TASTE ("Aspiración de trombo en el infarto de miocardio con elevación del ST en Escandinavia") aleatorizó a 7.244 pacientes y analizó sus resultados tras un mes y un año de seguimiento. Concluyó que la tromboaspiración de rutina no disminuye la incidencia de muerte por cualquier causa[4].

El ensayo multicéntrico TOTAL ("Trombectomía con ICP versus ICP sola en pacientes con SCACEST") no mostró diferencias significativas entre los grupos estudiados. Sin embargo, se observó un aumento considerable en el riesgo de ictus[5].

El registro TAPER (2019) analizó la eficacia y seguridad de la tromboaspiración selectiva en la práctica clínica real, evaluando sus efectos a un año de seguimiento. Los resultados demostraron una reducción de la carga trombótica y una mejora del flujo sanguíneo, aunque sin beneficios clínicos significativos[6].

Uno de los últimos estudios realizados sobre la eficacia de la aspiración de trombo en shock cardiogénico y elevada carga de trombo que complica el infarto agudo de miocardio se demostró que la tromboaspiración mejora los resultados clínicos a medio y corto plazo en pacientes con SCACEST[7].

En 2023, el estudio CHEETAH intentó demostrar que la tromboaspiración mecánica sostenida puede mitigar los riesgos de morbimortalidad asociada a la tromboaspiración manual. Concluyó que es una técnica segura, con altas tasas de eliminación de trombo y reperfusión miocárdica[8].

Como conclusión podemos decir que la tromboaspiración en pacientes con alta carga trombótica:

- Reduce la tasa de embolización distal.
- Mejora resultados clínicos.
- Puede aumentar el riesgo de ICTUS.

DISPOSITIVOS

A. DISPOSITIVO DE TROMBECTOMÍA MANUAL

Los dispositivos de trombectomía manual ejercen una presión negativa para poder realizar una aspiración de material trombótico dentro de la arteria coronaria.



Figura 1. Dispositivos de aspiracion manual.

Existen en el mercado gran cantidad de dispositivos con características y mecanismos similares que nos permiten realizar esta técnica con seguridad como podemos ver en la **tabla 1**.

TABLA 1. Diferentes dispositivos y sus características que existen en el mercado.

DISPOSITIVO	COMPAÑÍA	CATÉTER GUÍA	ESTILETE	LONGITUD
Export	Medtronic	6F	Sí	140
Eliminate	Terumo	6F-8F	Sí	140
Capturer	iVascular	6F-7F	Sí	140
Hunter	IHT	6F	Sí	140
Identity	SMT	6F-7F	Sí	145
Recover	Hexacath	6F-7F	Sí	145
SnifferTM	ATPMedical	6F-7F	Sí	140

Se trata de dispositivos sencillos de doble luz. La de menor tamaño y más distal con punta atraumática y redondeada le da la característica de ser monorraíl para enhebrarse en cualquier guía de angioplastia de 0,014". La otra luz de mayor tamaño es la que nos permite el paso del flujo a la aspiración y la extracción de trombos. Disponen de un marcador radiopaco a unos 2 mm aproximadamente del extremo distal.

Preparación

- Se purga cada elemento del dispositivo con solución salina heparinizada y se montan los tres componentes (catéter, llave con alargadera y jeringa).
- Con la llave de paso cerrada a jeringa se realiza vacío, creando una presión negativa al dejar el émbolo bloqueado en la pestaña de esta.

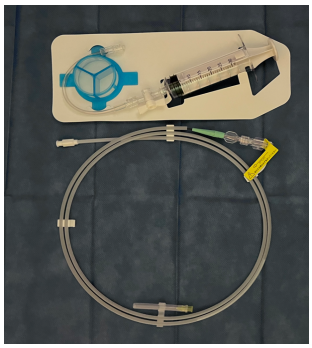




Figura 2. Componentes del dispositivo y montaje.

Procedimiento

- Es muy importante no realizar inyecciones de contraste antes de realizar la técnica para evitar la embolización distal. Siempre que se pueda, elegir el dispositivo en función de cada caso, cada lesión y disponibilidad en cada centro. Disponemos de dispositivos de 5.5Fr, 6Fr, 7Fr y 8Fr en función del catéter guía que estemos usando.
- A través de un catéter guía, introduciremos una guía de angioplastia hasta la parte distal de la arteria a tratar. Sobre esta, enhebraremos el dispositivo y lo sujetaremos, dado que se trata de un catéter monorraíl. Luego, lo avanzaremos sobre la guía hasta posicionarlo dentro del vaso, proximal a la lesión.
- Mediante escopia, verificaremos que la posición es correcta antes de retirar el estilete, conectar la llave con alargadera y abrirla para iniciar la aspiración. A medida que el dispositivo avance lentamente dentro del vaso, observaremos cómo la sangre entra en la jeringa, debido a la presión negativa generada por el sistema.
- Cuando la jeringa esté llena de sangre y se desee continuar con la aspiración, cerraremos la llave de paso y sustituiremos la jeringa haciendo vacío, sin mover el dispositivo dentro del vaso. En caso de que el flujo de aspiración se detenga, será necesario retirar el catéter, purgarlo fuera del paciente y reevaluar la situación.
- Para retirar el dispositivo, siempre se deberá mantener la aspiración activa; nunca se debe cerrar la llave antes de retirarlo. Finalmente, el contenido extraído en las jeringas se vaciará en el filtro del dispositivo, permitiendo la observación del material trombótico recolectado.

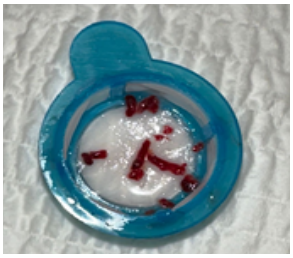


Figura 3. Muestra de trombo en filtro.

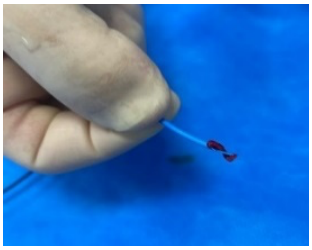


Figura 4. Muestra de trombo atrapado en la punta del dispositivo.

B. DISPOSITIVO DE TROMBECTOMÍA MECÁNICA

AngioJet

Dispositivo basado en el efecto Bernoulli. Consiste en la inyección de jets de solución salina desde la punta de un catéter dirigidos hacia atrás, dentro del propio catéter y creando una zona de presión negativa que atrae el trombo hacia unos orificios laterales del catéter donde se fragmenta el material trombótico y se aspira. El sistema extrae el trombo del cuerpo y proporciona una rápida restauración del flujo sanguíneo. Combina la lisis del trombo con la aspiración, ya que crea una alta presión negativa y, por tanto, un efecto vacío[9].

El dispositivo ofrece la mayor variedad de catéteres del mercado con diferentes diámetros y longitudes.

TABLA 2. Características de los diferentes catéteres del mercado compatibles con AngioJet.

DISPOSITIVO	DIÁMETRO CATÉTER	CATÉTER GUÍA	LONGITUD	FLUJO
Spiroflex	4Fr	6Fr	135	40
Spiroflex VG	5Fr	7Fr	135	60
Distaflex	3-4Fr	6Fr	145	23
XMI	6Fr	6Fr	135	40

Preparación

- Enchufar y encender la consola y dejar que realice un autochequeo.
- Preparar 1L de solución salina con 5000 UI de Heparina sódica.
- Seleccionar el catéter apropiado para el paciente y comenzar a prepararlo.
- Pasamos a cargar la bomba de la consola de manera estéril retirando el catéter y la cantidad de tubo a utilizar.
- Verificar que no haya daños.
- Entregar a la enfermera circulante el resto del set para que lo instale en la consola.
- Conectar el set a la bolsa de perfusión salina preparada.
- Cerrar el cajón de la consola apretando el botón y se cargará la bomba procesando la información del código identificador de catéter para que el panel de estado muestre las indicaciones del mismo.
- La consola cebará automáticamente la bomba en 15 segundos.
- Sumergir la punta del catéter por completo en solución salina heparinizada y apretar el pedal.
- Continuar con el cebado hasta que el indicador de tiempo llegue a 0.
- Para confirmar que el sistema está preparado levantar el pie del pedal y aparecerá en el estado de la pantalla “READY” con el icono verde iluminado.

- Mientras el equipo esté funcionando, el panel de estado indica el volumen infundido, el icono verde permanecerá encendido y nos mostrará el tiempo total que se mantiene accionado el pedal.



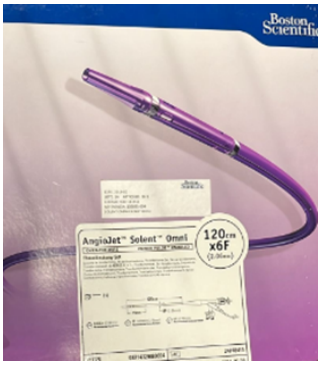


Figura 5. Consola y catéter AngioJet.

Procedimiento

- A través de un catéter guía avanzaremos una guía de angioplastia hasta atravesar la lesión a la parte distal de la arteria.
- Avanzar el dispositivo sobre la guía, posicionando la punta distal a la lesión.
- Activar el pedal e iniciar la inyección de suero.
- Mientras se mantiene funcionando se debe retirar el catéter lentamente.
- Realizar angiografía de control para finalizar.
- Se puede repetir el procedimiento siempre que se saque el catéter y se vuelva a purgar durante 15 segundos.

Penumbra

El sistema Penumbra proporciona una trombectomía mecánica por aspiración continua a través de un catéter. Catéteres con características especiales para diferentes patologías de trombosis en la vasculatura periférica y coronaria[8].

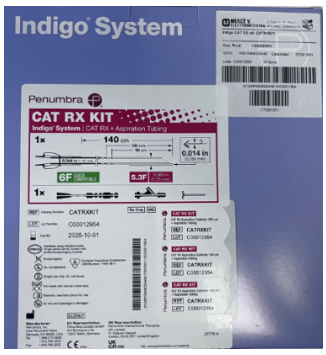






Figura 6. Catéter, cánister y consola del dispositivo Penumbra.

La aspiración directa de trombo mediante el sistema Indigo está compuesta por los siguientes elementos:

- **Catéter reperfusión CAT RX:** este catéter presenta diferentes diámetros y longitudes. Buena navegabilidad y flexibilidad que permite acceder fácilmente por zonas tortuosas. Compatible con guías de angioplastia de 0,014".
- **Separadores:** complemento de los catéteres de aspiración que ayudan a romper el trombo en el interior e impedir que se colapsen o se ocluyan durante la aspiración.
- **Bomba de aspiración:** transportable. Interruptor de encendido y apagado. Posee un indicador luminoso verde que indica que está en funcionamiento. Alcanza una presión de -29psi.
- **Tubo de aspiración:** conecta el catéter con la bomba.
- **Cánister:** contenedor que recoge el material trombótico y hemático aspirado.

Preparación

- Colocar el cánister en la bomba de aspiración y enchufar.
- Purgar el catéter CAT RX y los separadores.
- Proporcionar al personal circulante el tubo de aspiración para que lo conecte a la bomba.
- Unir el tubo de aspiración al catéter.

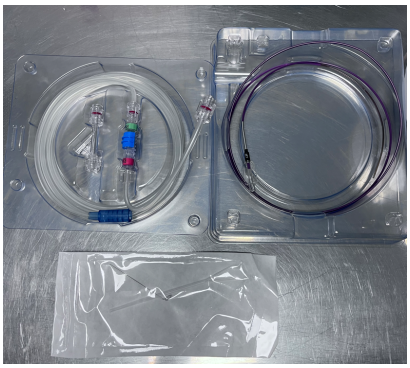


Figura 7. Elementos del catéter CAT Rx.



Figura 8. Montaje consola Penumbra.

Procedimiento

- Cruzar con la guía de angioplastia la lesión y dejarla colocada en la parte distal de la arteria.
- Avanzar el CAT RX de aspiración y colocar próximo al trombo.
- Conectarlo al tubo de aspiración que está conectado a la bomba de aspiración y encender.
- La bomba realiza un efecto vacío con movimientos lentos y continuos.

- La aspiración se produce a través del orificio situado en la punta del catéter.
- Abrir el tubo de aspiración solo el tiempo necesario hasta eliminar el trombo.
- Para subir el catéter lo haremos con aspiración “OF”.
- Para sacar el catéter SIEMPRE posición “ON”.

X-Sizer

Catéter con dos luces. Una de ellas posee una cuchilla helicoidal que gira gracias a un motor externo para fragmentar el trombo aspirado por la segunda luz del catéter conectado a una botella de vacío. Este dispositivo posee dos tamaños de cuchilla[10].

TABLA 3. Diferentes medidas de cuchillas en el mercado.

Cuchilla 1,5 mm	Diámetro catéter 4.5Fr	Catéter guía 7Fr
Cuchilla 2 mm	Diámetro catéter 5.5Fr	Catéter guía 8Fr

Las hélices salen 1 mm de su carcasa hacia la luz de la arteria coronaria a 2.100 revoluciones por minutos e inicia una aspiración por vacío en la botella conectada a la luz.

Preparación

- Lavar la luz interior con solución salina heparinizada desde la apertura situada encima de la válvula hemostática hasta la salida del suero por dicha válvula. Una vez cerrada la válvula por la punta distal del catéter, se cierra la pinza del tubo de vacío y se conecta la espita de este al sistema de vacío.
- Probaremos el sistema colocando la punta del catéter en un recipiente con solución salina. Abrir la pinza del tubo de vacío y activar el botón del módulo externo mientras comprobamos que la solución salina pasa al sistema de vacío.

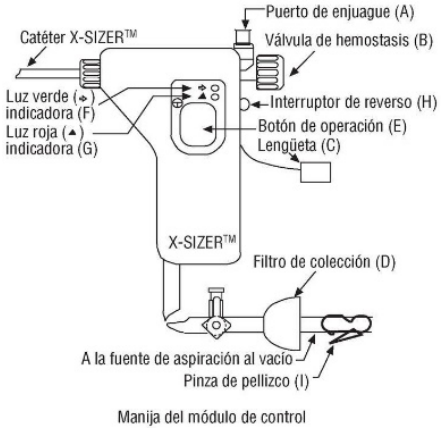


Figura 9. Raúl Moreno, Eulogio García, Julio Acosta, Jose Luis López-Sendón. Tratamiento del infarto agudo de miocardio mediante el dispositivo X-Sizer de trombectomía coronaria.

Procedimiento

- Elegir el dispositivo adecuado para el material que estamos utilizando y la lesión.
- Enhebrar el dispositivo a través de la guía y avanzar el catéter hasta la zona próxima a tratar.
- Abrir la pinza del tubo de aspiración y pulsar el botón de encendido de la consola.
- Avanzar el catéter a través de la lesión lentamente mientras se va succionando el material de desecho que pasa a la botella de vacío.
- Para mantener el corte y aspiración mantener pulsado el botón de mando.

Vesalio Envast Coronary Thrombectomy

Dispositivo de trombectomía mecánica diseñado para restaurar el flujo coronario en pacientes con síndrome coronario agudo por alta carga trombótica. Está formado por una malla de nitinol auto expandible.

Preparación

- Purgar enVast insertando extremo distal de la vaina parcialmente en la llave de angioplastia conectada al micro catéter.
- Verificar que el líquido purgado salga por extremo proximal.

Procedimiento

- Llevar la guía de angioplastia a la parte más distal de la arteria.
- Avanzar una segunda guía con un micro catéter distal al trombo, sacar la guía e introducir el dispositivo hasta dejar la punta del dispositivo alineada con la punta del micro catéter.
- Retirar el micro catéter y dejar que se autoexpanda dentro del trombo. Para retirarlo, avanzar el micro catéter y sacar los dos dispositivos. Retirar bajo aspiración continua siempre.



Figura 10. Dispositivo Envast.

COMPLICACIONES

Durante el desarrollo de estas técnicas, existe riesgo de inestabilidad hemodinámica del paciente. Para poder prevenir estas complicaciones será importante vigilar y detectar, lo antes posible, cualquier alteración como cambios en el electrocardiograma, síntomas que muestre el paciente, etc.

Dentro de las complicaciones podemos encontrar:

- Embolización aérea. Todos los dispositivos de aspiración tendrán que ir purgados con solución salina heparinizada.
- Embolización de material trombótico. Durante el desarrollo de esta técnica debido a la manipulación de material trombótico prestaremos especial cuidado a la embolización distal del mismo. Recordar siempre sacar los dispositivos del catéter guía haciendo vacío.
- Fenómeno de no reflujo (No Reflow). Se produce por la pérdida de material trombótico durante la retirada que no permite una adecuada reperfusión.
- Disección de la arteria coronaria. Puede producirse por la retirada de dispositivo.
- Cualquier otra complicación derivada del propio cateterismo.

CUIDADOS DE ENFERMERÍA

Los cuidados de enfermería en la trombectomía serán los mismos del propio procedimiento de una angioplastia, prestando especial cuidado a:

- Monitorizar al paciente y vigilar cualquier cambio en las constantes vitales que se pudiera dar durante el procedimiento.
- Purgar los dispositivos con el fin de evitar complicaciones como la embolización aérea.
- Cuidados propios de una angiografía coronaria.

BIBLIOGRAFÍA

1. Byrne RA, Rossello X, Coughlan JJ, Barbato E, Berry C, Chieffo A, Claeys MJ, Dan GA, Dweck MR, Galbraith M, Gilard M, Hinterbuchner L, Jankowska EA, Jüni P, Kimura T, Kunadian V, Leosdottir M, Lorusso R, Pedretti RFE, Rigopoulos AG, Rubini Gimenez M, Thiele H, Vranckx P, Wassmann S, Wenger NK, Ibanez B; ESC Scientific Document Group. *2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes.* Eur Heart J. 2023 Oct 12;44(38):3720-3826. doi: 10.1093/eurheartj/ehad191. Erratum in: Eur Heart J. 2024 Feb 22; PMID: 37622654.
2. Vlaar PJ, Svilaas T, van der Horst IC, Diercks GF, Fokkema ML, de Smet BJ, et al. *Cardiac death and reinfarction after 1 year in the Thrombus Aspiration during Percutaneous coronary intervention in Acute myocardial infarction Study (TAPAS): a 1-year follow-up study.* Lancet. 2008 Jun 7;371(9628):1915-20. doi: 10.1016/S0140-6736(08)60833-8. PMID: 18539223.

3. Stone GW, Maehara A, Witzenbichler B, Godlewski J, Parise H, Dambrink JH et al; *Intracoronary abciximab and aspiration thrombectomy in patients with large anterior myocardial infarction: the INFUSE-AMI randomized trial*. JAMA. 2012; 307:1817–1826. doi: 10.1001/jama.2012.421.

4. Fröbert O, Lagerqvist B, Olivecrona GK, Omerovic E, Gudnason T, Maeng M, et al; TASTE Trial. *Thrombus aspiration during ST-segment elevation myocardial infarction*. N Engl J Med. 2013; 369:1587–1597. doi: 10.1056/ NEJMoa1308789.

5. Jolly SS, Cairns JA, Yusuf S, Rokoss MJ, Gao P, Meeks B, et al; TOTAL Investigators. *Outcomes after thrombus aspiration for ST elevation myocardial infarction: 1-year follow-up of the prospective randomised TOTAL trial*. Lancet. 2016; 387:127–135. doi: 10.1016/S0140-6736(15)00448-1.

6. Jurado A, Montero JM, Martínez G, Molina-Martín J, Abellán J. Shalij MJ, et al. *Beneficios clínicos y angiográficos de la Tromboaspiración selectiva en la angioplastia primaria*. Resultados del registro TAPER. REC Interv Cardiol. 2019;1(3):175-182

7. Kwon W, et al. *Eficacia de la tromboaspiración en pacientes con shock cardiogénico secundario a infarto agudo de miocardio y alta carga trombótica*. Rev Esp Cardiol. 2023. https://doi.org/10.1016/j.recesp.2023.01.013

8. Mathews SJ, Parikh SA, Wu W, Metzger DC, Chambers JW, Ghali MGH, Sumners MJ, Kolski BC, Pinto DS, Dohad S. *Sustained Mechanical Aspiration Thrombectomy for High Thrombus Burden Coronary Vessel Occlusion: The Multicenter CHEETAH Study*. Circ Cardiovasc Interv. 2023 Feb;16(2):e012433. doi: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.

9. Migliorini A, Stabile A, Rodriguez AE, Gandolfo C, Rodriguez Granillo AM, Valenti R, Parodi G, Neumann FJ, Colombo A, Antoniucci D; JETSTENT Trial Investigators. *Comparison of AngioJet rheolytic thrombectomy before direct infarct artery stenting with direct stenting alone in patients with acute myocardial infarction. The JETSTENT trial*. J Am Coll Cardiol. 2010 Oct 12;56(16):1298-306. doi: 10.1016/j.jacc.2010.06.011. Epub 2010 Aug 5. PMID: 20691553.

10. Lefèvre T, Garcia E, Reimers B, Lang I, di Mario C, Colombo A, Neumann FJ, Chavarri MV, Brunel P, Grube E, Thomas M, Glatt B, Ludwig J; X AMINE ST Investigators. *X-sizer for thrombectomy in acute myocardial infarction improves ST-segment resolution: results of the X-sizer in AMI for negligible embolization and optimal ST resolution (X AMINE ST) trial*. J Am Coll Cardiol. 2005 Jul 19;46(2):246-52. doi: 10.1016/j.jacc.2005.04.031.

11. Fernández JM, García FJ, Gómez M, Ramírez P, Rodriguea V, Sánchez R, Seoane M (eds.) *Manual de procedimientos de enfermería en Hemodinámica y cardiología intervencionista*. Madrid: Asociación española de enfermería en cardiología; 2014 ISBN 978-84-697-0208.

TEMA 22

TÉCNICAS DE MODIFICACIÓN DE PLACA

1. ATERECTOMÍA ROTACIONAL

Cristina Tevar Gómez, Andrea Carpintero Sánchez, Teresa Guiberteau Díaz, Gina Pi Iborra, Camino Fernández, Fátima Domingo

Hospital del Mar. Barcelona.

GLOSARIO

AR: Aterectomía rotacional.

PSI: Libras por pulgada cuadrada, medida de presión.

Bar: Bar, medida de presión.

Atm: Atmósfera, medida de presión.

RPM: Revoluciones por minuto.

TA: Tensión arterial.

ECG: Electrocardiograma.

SatO2: Saturación de oxígeno.

1. INTRODUCCIÓN

La aterectomía rotacional (AR) fue desarrollada por Auth en 1988.[1] El primer uso clínico en el hombre se atribuye a Furrier en busca de mejores resultados en lesiones no favorables en la angioplastia con balón convencional.

Es un procedimiento endovascular destinado al tratamiento de lesiones coronarias gravemente calcificadas no dilatables por métodos convencionales mediante el avance de una oliva metálica giratoria recubierta de diamante (5-10 µ)[3,4].

Esta técnica preserva el tejido elástico adyacente y libera micropartículas a la circulación coronaria distal[2,5], que pasan a través de la microcirculación coronaria al sistema reticuloendotelial, por el que son fagocitadas sin producir oclusión embólica de los pequeños vasos[6].

La calcificación coronaria grave aumenta la complejidad del intervencionismo coronario percutáneo. Puede perjudicar el cruce de la lesión, impedir la adecuada expansión y aposición del stent, dañar el polímero liberador del fármaco, aumentar el riesgo de trombosis y de reestenosis del stent, y afectar de forma negativa a los resultados a corto y largo plazo[4].

La utilización de esta técnica nos aporta una disminución en el tiempo de procedimiento, radiación, cantidad de contraste y número de balones de predilatación utilizados[7].

2. INDICACIONES

La AR es una técnica específica para el tratamiento de las lesiones coronarias gravemente calcificadas no dilatables o solo cruzables por microcatéter que no pueden ser tratadas con balones o stents convencionales. Otra indicación, pero todavía controvertida, es el tratamiento de la reestenosis del stent por una infraexpansión. Dado que la AR evita el prolapso o el desplazamiento de la placa, podría ser especialmente útil en las lesiones en bifurcación, lo que permite una mejor conservación de las ramas laterales[4].

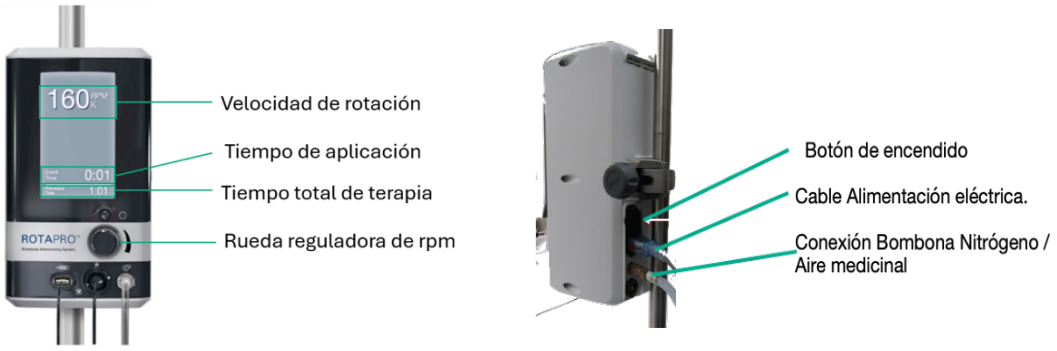
3. CONTRAINDICACIONES[8,12]

- Oclusiones a través de las cuales no es posible cruzar la guía.
- Vasos remanentes finales que comprometan la función ventricular.
- Puente vena safena.
- Evidencia angiográfica de trombo.
- Evidencia angiográfica de disección coronaria.

4. DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL

El sistema de AR disponible en el mercado actualmente es el sistema Rotapro™, que tiene dos componentes principales[9]: el aparataje externo (consola) y el material de un solo uso (oliva y guía específica). A continuación, se detallan cada una de ellas:

1. Aparataje externo o circulante (dispositivos reutilizables):
    - Consola de monitorización y control: **(Figuras 1 y 2)** la pantalla delantera permite visualizar las revoluciones por minuto (rpm) y la duración en segundos de la rota-ablación. También nos permite regular la presión del gas de la turbina, es decir, la velocidad del giro de la fresa[8,9].



Figuras 1 y 2. Consola de monitorización y controles parte delantera y trasera.

Fuente: Elaboración propia.

- Bomba de nitrógeno o aire medicinal: la presión del gas nitrógeno o del gas del aire medicinal no debe exceder los 110 psi o 7,6 bar. Si la presión del tanque es inferior a 1000 psi o 70 atm, se utilizará uno nuevo[8,9].

2. Material de un solo uso en mesa de instrumentación:
    - Dispositivo de avance Rotapro™ y fresa de rotaablación (oliva) ya preconectados: sistema de desplazamiento que contiene la turbina, el sistema propulsor y la oliva. Actúa como apoyo de la turbina de aire y como guía de los elementos deslizantes que controlan la extensión de la fresa. La turbina de aire usa el gas comprimido del tanque para generar la velocidad necesaria para la ablación. A lo largo del cuerpo del dispositivo contiene un freno de avance que sujeta la guía durante el giro de la fresa (excepto en modo Dinaglide™). De la parte central, en el lateral exterior, sobresalen un cable negro con dos conexiones para la fibra óptica, un tubo de plástico largo para conectar el gas comprimido y un tubo de plástico corto, con rosca para conectar la infusión salina de lubricación[8,9].



Figura 3. Advancer o avión.
Fuente: página web Boston Scientific®.



Figura 4. Diferentes fresas o olivas.
Fuente: página web Boston Scientific®.

El catéter tiene una longitud de 135 cm y comprende: la fresa, el eje conductor helicoidal, la vaina, la conexión y el cuerpo del catéter. El dispositivo viene premontado, el intercambio de olivas actualmente está en desuso.

La fresa se acciona mediante un eje conductor helicoidal flexible, provisto de una luz central que permite el paso de la guía. Los tamaños de las fresas que se fabrican y el tamaño del catéter guía mínimo que necesitan son: 1,25 mm, 1,50 mm (catéter de 6F), 1,75 mm (catéter de 7F), 2,00 mm, 2,15 mm (catéter de 8F) y la de 2,38 mm y 2,5 mm (catéteres de 9F y 10F respectivamente). La vaina impide que el giro del eje conductor dañe el tejido vascular y permite el paso de la solución salina lubricante.

El sistema de infusión para lubrificación y refrigeración debe estar presurizado a 300 mmHg. Se conecta un sistema de infusión sin entrada de aire estéril al tubo de plástico más corto que queda en el dispositivo de avance. La concentración de fármacos vasodilatadores y espasmolíticos dependerá del protocolo de cada centro[9].

- Guía Rotawire™ Drive con dispositivo de torsión WireClip™ Torquer **(Figura 5)**. Es la guía específica para el uso del Rotapro™. El cuerpo de la guía es de acero inoxidable. Guía de 0,009", punta elástica distal 0,014 pulgadas y una longitud total de 330 cm. Hay dos tipos según la rigidez del cuerpo de la guía: Floppy (cono largo, más flexible) o ExtraSupport (cono corto, más rígido). El clip ayuda a fijar la guía evitando que se desplace o se gire durante la ablación, así como a bloquear la supresión del freno en el orificio de acoplamiento del Advancer. La manipulación del WireClip™ **(Figura 5)** permite el movimiento independiente de la punta de la guía[10].

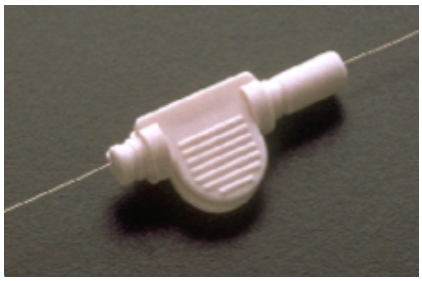


Figura 5. Guía Rotawire™ con WireClip™ Torquer.

Fuente: elaboración propia.

5. PREPARACIÓN DEL MATERIAL

La enfermera circulante se encargará de la preparación del aparataje externo[8]:

- Conectar el cable a la toma de corriente y pulsar el botón trasero de encendido.
- Conexión de la bala de gas o nitrógeno. El tubo gris se conecta en la parte posterior de la consola y por el otro extremo a los manómetros que tiene la botella o toma de pared. Se abre la botella y se comprueba que contiene gas suficiente (>500 psi) y que la salida a la consola está entre 6-7 atm **(Figuras 1 y 2)**.

6. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Una vez que el primer operador cateteriza el origen de la arteria coronaria, avanza la guía de angioplastia hasta llegar a la parte distal de la arteria habiendo superado la lesión. Se puede pasar la guía Rotawire™ Drive directamente o bien cruzar la lesión con una guía de trabajo y realizar el intercambio mediante un microcatéter.

La manipulación de la guía Rotawire™ Drive debe ser cuidadosa por parte de todos los operadores, hay que evitar que se doble para asegurar un avance correcto del dispositivo sobre la guía.

Una vez colocada la guía Rotawire™ Drive en la arteria coronaria que se va a tratar, la enfermera circulante abrirá el dispositivo Rotapro™ del tamaño adecuado para la lesión.

Una vez que la enfermera circulante le ha proporcionado el material, la enfermera instrumentista será la encargada de extraer del embalaje el Advancer y de entregarle las conexiones a la enfermera circulante para:

- Conectar los tres cables que salen directamente del Rotapro™ a la consola que se sitúan en la parte frontal (Fibra óptica, Conexión eléctrica y entrada de nitrógeno/aire comprimido).
- Conexión del sistema de infusión al suero salino con el cóctel espasmolítico. Se presurizará la mezcla para asegurar la infusión constante (presión 150–200 mmHg). La enfermera instrumentista conectará el sistema al Rotapro y comprobará que cae de forma generosa a través de la oliva, eliminando el aire del sistema y lubricando el paso de la guía. El purgado del dispositivo se realizará con movimientos de avance y retroceso de la perilla. Se puede golpear suavemente el dispositivo con el objetivo de eliminar las burbujas de su interior. Una vez purgado, se bloqueará la perilla a dos terceras partes del recorrido, este gesto permitirá el avance y retroceso de la oliva durante la rotaablación.



Figura 6. Conexiones de la parte frontal de la consola.

Fuente: elaboración propia.

- Juntamente con el operador, antes de introducir la oliva en el catéter guía, se comprobarán que los modos de funcionamiento del dispositivo funcionen correctamente: el modo Dinaglide™ (máximo 50.000 rpm), que se activa presionando el botón de la parte superior distal del Advancer; y el modo Rotapro™ (150-190.000 rpm), que se activa con la perilla situada en la parte central del Advancer. En este momento se ajustarán las revoluciones deseadas por el operador para el tratamiento.



Figura 7. Botones Advancer. Fuente: página web Boston Scientific®.

La oliva se puede subir hasta la lesión de dos maneras diferentes:

- Manteniendo la tensión de la guía mientras el operador va subiendo el dispositivo hasta posicionarlo en la arteria que vamos a tratar.
- Modo Dinaglide™: colocar el dispositivo de torsión WireClip™ en el extremo distal de la guía Rotawire™ Drive y este en el orificio de acoplamiento que está al lado del freno del Advancer.

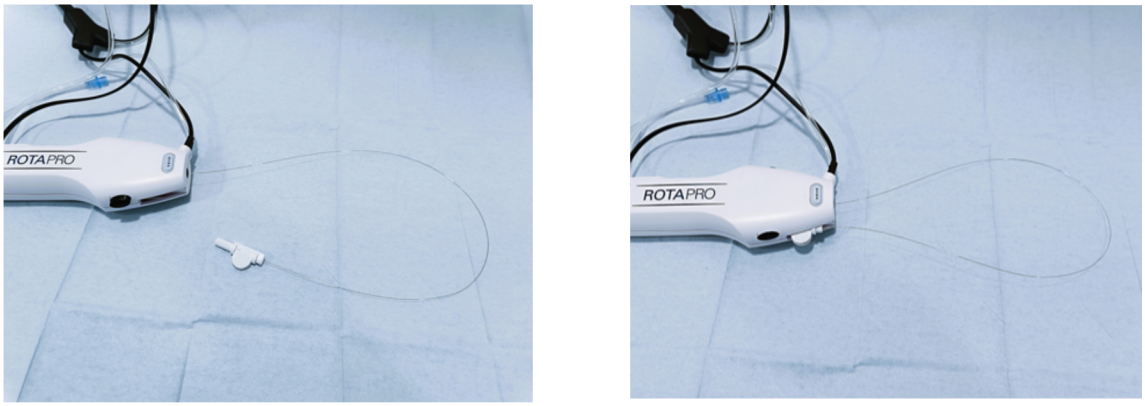


Figura 8. WireClip™ en posición para subir el dispositivo. Fuente: elaboración propia.

Seguidamente se activa el modo Dinaglide™ y la enfermera instrumentista o el segundo operador acompaña el Advancer para que este suba a través del catéter guía proximal hasta la lesión a tratar. Se creará un bucle con la guía al final del Advancer, con la pinza de la guía desfrenando el sistema. Esto se llevará a cabo mediante escopia continua para verificar que la guía no se ha desplazado.

Una vez situada la fresa proximal a la lesión a tratar, retiramos el WireClip™ del orificio del freno y lo fijaremos en la zona de salida de la guía del Advancer y extendemos la guía sobre el campo estéril.

En este momento ya se puede iniciar la ablación de la lesión. La técnica utilizada, conocida como *pecking* o picoteo, consiste en un rápido movimiento de avance y retro-

ceso de la fresa hasta cruzar la lesión. Se recomiendan ciclos cortos (15 seg) con pausas entre los ciclos para minimizar el efecto *no-reflow*[11,12].

Se da por finalizada la de ablación cuando no presente resistencia al paso de la oliva o no disminuyan las rpm durante el giro de la fresa sobre la lesión y retiraremos de nuevo el Advancer en modo Dinaglide™ hasta salir de nuevo del catéter, bien con el extremo distal de la guía Rotawire™ Drive junto con el WireClip™ colocado en el orificio del freno o introduciendo la guía Rotawire™ Drive, simultáneamente a la retirada del Advancer, por parte del operador, todo ello con un flujo de suero de irrigación bajo.

El procedimiento finaliza con implante de stent para evitar oclusión y la reestenosis, así como para aumentar el tamaño luminar y obtener un resultado angiográfico satisfactorio.

La enfermera circulante se encarga de explicarle al paciente los sonidos y sensaciones que puede experimentar durante el procedimiento y de vigilar las constantes vitales. Además, se ocupa de controlar el tiempo de cada ablación, la velocidad de rotación del dispositivo y avisar al operador en el caso de que haya desaceleración brusca de esta (ver el apartado de precauciones).

La enfermera instrumentista se encarga de controlar el flujo constante del sistema de purgado para así evitar el vasoespasmo o el atrapamiento de la fresa.

La enfermera poligrafista se encarga de monitorizar y registrar los datos obtenidos en el polígrafo (TA, ECG, SatO2, etc.), así como de notificar al resto del equipo cualquier incidencia detectada. Además de registrar todo el material utilizado y cumplimentar los registros propios de enfermería.

7. PRECAUCIONES

El sistema Rotapro™ puede mostrarnos las siguientes alertas[8]:



Figura 9. Diferentes alertas de consola. Fuente: página web Boston Scientific®.

1. ***Check pressure*:** la consola está recibiendo menos de 30 PSI de gas comprimido. Los requisitos de presión del sistema son entre 90 y 110 PSI.
2. ***Stall*:** detiene la rotación de la fresa cuando hay un descenso de 15.000 rpm durante medio segundo o más.
3. **Triángulo amarillo vacío:** alerta de desaceleración de 5.000 rpm en la velocidad de rotación de la fresa
4. **Triángulo amarillo lleno:** alerta de desaceleración de 10.000 rpm en la velocidad de rotación de la fresa

Hay que tener en cuenta durante todo el procedimiento[8,9]:

- Evitar que la fresa entre en contacto con la talla, paños o compresas presentes en la mesa de trabajo.
- Evitar usar la fresa en modo Dinaglide™ en la lesión, ya que existe un riesgo importante de atrapamiento.
- Tener a mano la atropina.
- Estar pendientes de la velocidad de rotación del dispositivo y avisar al primer operador de las posibles disminuciones de esta.

8. COMPLICACIONES

Se ha estimado la incidencia de intervención coronaria percutánea sobre lesiones calcificadas de moderadas a graves en un 19,6%. Esta técnica se asocia a tasas más altas de fracasos y complicaciones perioperatorias en contraposición con las lesiones menos calcificadas o no calcificadas[13].

Debido a las características de la técnica y del procedimiento pueden surgir complicaciones potenciales durante este **(Tabla 1)**.

TABLA 1. Principales complicaciones durante el procedimiento.

Perforación	Bradicardia y bloqueo AV
Rotura del vaso	Vasoespasmo
Atrapamiento de la oliva	*Slow-flow* o *no-reflow*
Disección	

- **Bloqueo auriculoventricular:** se ha demostrado en los últimos años que esta complicación ha dejado de ser tan común como se creía anteriormente[14].
- **El *no-reflow* o *slow-flow*** es la complicación más frecuente tras la aterectomía rotacional. Para prevenirlo debería escogerse el tamaño adecuado de la oliva, tiempo de ablación inferior a 20 seg y realizar la ablación de forma suave evitando una velocidad excesiva. Una vez se presenta el fenómeno, el tratamiento

adecuado sería fluidoterapia, vasodilatadores locales a nivel distal, atropina en caso de bradicardia y aminas vasoactivas si existe hipotensión[12].

- La perforación coronaria o disección del vaso por impacto de la oliva es la complicación más grave, aunque su incidencia está en torno al 1-2%. Si esto ocurre existiría un riesgo considerable de muerte intrahospitalaria. Puede ser producida además en una arteria con tortuosidad significativa, así como la falta de coaxialidad adecuada del catéter guía en el tratamiento de lesiones ostiales[8].
- El atrapamiento de la oliva tiene baja incidencia, en torno al 0,4% y el 0,8% de los casos[9]. Se diferencian dos tipos de atrapamiento de la oliva:
  - **a.** Atrapamiento en la lesión (no permite el avance ni retroceso de la oliva).
  - **b.** Atrapamiento distal (la oliva queda atrapada y no se puede retirar, pero sí avanzar).

Si se produce el atrapamiento de la oliva, no se recomienda activar el modo Dinaglide™ ni el de rotaablación. Para solucionarlo se deben realizar diferentes maniobras pudiendo requerir una cirugía emergente.

9. CUIDADOS DE ENFERMERÍA[13,14]

Los cuidados de enfermería se describen en detalle en el tema de angioplastia. Los específicos de la AR son aquellos encaminados a la prevención de la aparición de incidencias derivadas del material y la técnica propios de la rotaablación.

Por ser un procedimiento intervencionista con mayor incidencia de complicaciones que la angioplastia convencional, se debe revisar el correcto funcionamiento de todos los aparatajes y la preparación del material de los equipos de urgencia, previo al inicio de la AR.

Conocer el procedimiento y reconocer rápidamente las complicaciones es clave para prevenirlas o actuar de inmediato si surgen durante el proceso.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hansen DD, Auth DC, Vracko R, Ritchie JL. *Rotational atherectomy in atherosclerotic rabbit iliac arteries.* Am Heart J [Internet]. 1988 [citado el 28 de febrero de 2024];115(1):160–5. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3336969/
2. Sharma SK, Tomey MI, Teirstein PS, Kini AS, Reitman AB, Lee AC, et al. *North American expert review of rotational atherectomy.* Circ Cardiovasc Interv [Internet]. 2019 [citado el 28 de febrero de 2024];12(5). Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31084239/
3. Barbato E, Carrié D, Dardas P, et al. *European expert consensus on rotational atherectomy.* EuroIntervention. 2015 [citado el 28 de febrero de 2024];11(1):30-6. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25982648/

4. Généreux P, Madhavan MV, Mintz GS, Maehara A, Palmerini T, LaSalle L, et al. *Ischemic outcomes after coronary intervention of calcified vessels in acute coronary syndromes.* J Am Coll Cardiol [Internet]. 2014 [citado el 28 de febrero de 2024];63(18):1845–54. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24561145/

5. De Maria GL, Scarsini R, Banning AP. *Management of calcific coronary artery lesions.* JACC Cardiovasc Interv [Internet]. 2019 [citado el 28 de febrero de 2024];12(15):1465–78. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31395217/

6. Kovach JA, Mintz GS, Pichard AD, Kent KM, Popma JJ, Satler LF, et al. *Sequential intravascular ultrasound of the mechanisms of rotational atherectomy and adjunct balloon angioplasty.* J Am Coll Cardiol [Internet]. 1993 [citado el 28 de febrero de 2024];22(4):1024–32. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8409037/

7. Shavadia JS, Vo MN, Bainey KR. *Challenges with severe coronary artery calcification in percutaneous coronary intervention: A narrative review of therapeutic options.* Can J Cardiol [Internet]. 2018 [citado el 25 de febrero de 2024];34(12):1564–72. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30527144/

8. Boston Scientific Corporation. *RotaPro*™ Rotational Atherectomy System. 2021.

9. Jurado-Román A, Gómez-Menchero AE, Gonzalo N, Martín-Moreiras J, Ocaranza R, Ojeda S, et al. *Documento de posicionamiento de la ACI-SEC sobre la modificación de la placa en el tratamiento de las lesiones calcificadas.* REC: interventional cardiology [Internet]. 2022 [citado el 24 de febrero de 2024]; Disponible en: https://recintervcardiol.org/es/articulo-especial/documento-de-posicionamiento-de-la-aci-sec-sobre-la-modificacion-de-la-placa-en-el-tratamiento-de-las-lesiones-calcificadas

10. Boston Scientific Corporation. *Rotawire Drive*™ Guidewire.2023.

11. Jurado-Román A, Gómez-Menchero A, Amat-Santos IJ, Caballero-Borrego J, Ojeda S, Ocaranza-Sánchez R, et al. *Diseño del estudio ROLLERCOASTR: aterectomía rotacional, litotricia o láser para el tratamiento de estenosis coronarias calcificadas*. REC: interventional cardiology [Internet]. 2024 [citado el 22 de febrero de 2024];5(4):279–86. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2604-73062023000400007&lang=pt

12. Cubero-Gallego H, Tizón-Marcos y H, Vaquerizo B. *Opciones actuales para el tratamiento de las lesiones calcificadas.* REC: interventional cardiology [Internet]. 2020;2(2):129-139 Disponible en: https://recintervcardiol.org/images/pdf-files/11_RECIC_19_089_Cubero_AR_ES.pdfpdf

13. Ayoub M, Tajti P, Ferenc M, Akin I, Behnes M, Neumann F-J, et al. *Feasibility and outcome of the Rotapro system in treating severely calcified coronary lesions: The Rotapro study.* Cardiol J [Internet]. 2023 [citado el 25 de febrero de 2024];30(4):526–33. Disponible en: http://dx.doi.org/10.5603/cj.a2021.0128

14. Ferstl P, Drentwett A-S, Bargon S, Schacher N, Tröbs M, Marwan M, et al. *Rotational atherectomy via the transradial access: success rates, procedural parameters and complications.* Heart Vessels [Internet]. 2022 [citado el 25 de febrero de 2024];37(9):1478–88. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1007/s00380-022-02053-8

TEMA 22

2. ATERECTOMÍA ORBITACIONAL

Laura Puerta Serén, Ane Aja López, Irina Draghina, Ane Fernández Ingunza, Naiara Sendino Laya

Unidad Hemodinámica. Hospital Universitario Galdakao. Galdakao.

1. INTRODUCCIÓN

La aterectomía orbitacional (AO) es una de las técnicas más novedosas de modificación de placa en lesiones severamente calcificadas antes de la colocación del stent[1-2].

El dispositivo que se emplea para la realización de la AO es el Diamondback360™ (Cardiovascular Systems Inc. [CSI] St. Paul, MN, EE. UU.) **(Figura 1)**[1-5]. Fue aprobado por la Food and Drug Administration (FDA) EE. UU. en 2013 y recibió el certificado CE en enero de 2021[1,4,6]. Tan solo dos meses más tarde se empleó por primera vez en España, en el Hospital del Mar (Barcelona, 11 de marzo de 2021), experiencia que resultó ser positiva para el equipo de cardiología intervencionista[7].

La AO consiste en la modificación de la placa calcificada mediante una corona recubierta de diamante **(Figura 1)** que realiza giros elípticos a alta velocidad, mejorando así las condiciones de la placa para facilitar la posterior implantación del stent[1-5].

Esta corona se desliza coaxialmente sobre una guía metálica específica previamente posicionada distal a la lesión. A su vez, viene conectada a una consola desechable mediante un catéter flexible de acero trenzado, revestido con una funda de plástico que permite el lavado constante con una solución lubricante. El control de la corona se lleva a cabo mediante la consola, que cuenta con dos velocidades de tratamiento, adaptándose así a diferentes diámetros de lesión. El sistema de aterectomía orbitacional (SAO) consta también de una bomba cuya función es impulsar el fluido lubricante y suministrar la energía eléctrica[1-5].



Figura 1. Componentes del SAO.

Fuente: página web de CSI.

Respecto al mecanismo de acción, durante el tratamiento, la corona gira ejerciendo una fuerza centrífuga sobre la pared del vaso combinado con un lijado de la superficie calcificada. Este tipo de ablación es bidireccional y diferencial, es decir, actúa solamente sobre la lesión calcificada sin dañar las zonas sanas del vaso. Además, el efecto pulsátil de la rotación genera pequeños impactos con la corona que puede crear microfracturas en el calcio profundo[2-5].

Otro aspecto que destacar sobre esta técnica es la capacidad de ablación no oclusiva. El modo particular de rotación de la corona durante la AO, combinado con el tamaño de las micropartículas resultantes (2 µm aprox.), contribuyen a mantener el flujo continuo de sangre, disminuyendo así la probabilidad de aparición de los fenómenos *slow-flow* o *no re-flow*[2-5].

2. INDICACIONES

El SAO está indicado para facilitar la colocación de stent en arterias coronarias de entre 2,5 y 4 mm de diámetro con lesiones de *novo* severamente calcificadas[8].

La aplicación clínica de AO puede extenderse a otras situaciones dado el tamaño de la corona y la capacidad de ajustar el diámetro de ablación, en las que se incluyen:

- Preparación de la lesión para la colocación de stents bioabsorbibles.
- Enfermedad del tronco coronario principal izquierdo, lesiones ostiales y oclusiones crónicas totales[1].

3. CONTRAINDICACIONES

- La lesión diana se encuentra dentro de un injerto aortocoronario o intrastent.
- Evidencia angiográfica de trombo.
- Enfermedad multivaso con un solo vaso coronario abierto.
- Evidencia angiográfica de disección significativa en el lugar de tratamiento.
- Mujeres embarazadas o niños[8].
- Pacientes con hipersensibilidad a la proteína de huevo, soja o cacahuete[9].

4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ATERECTOMÍA ORBITACIONAL

El SAO comprende los siguientes componentes:

1. **Dispositivo de aterectomía orbitacional (DAO):** se trata de una corona de 1,25 mm con recubrimiento de diamante que proporciona una superficie abrasiva con la que reducir la carga de placa. Va montada sobre un eje de 135 cm

conectado a un controlador manual eléctrico **(Figura 2)**. El eje está recubierto por una vaina de plástico para permitir el lavado constante mientras se aplica el tratamiento. En el controlador manual se encuentran el botón de inicio, los botones de control de velocidad, el botón de purgado y la pestaña de freno para la guía. Tiene además una alargadera y un cable para conectarlo a la bomba.

Es compatible con catéteres guía de 6Fr o más. Puede trabajar a baja (80 K) o alta (120 K) velocidad y cuenta con la función GlideAssist™ (5 K) para avanzar el dispositivo sobre la guía[10].

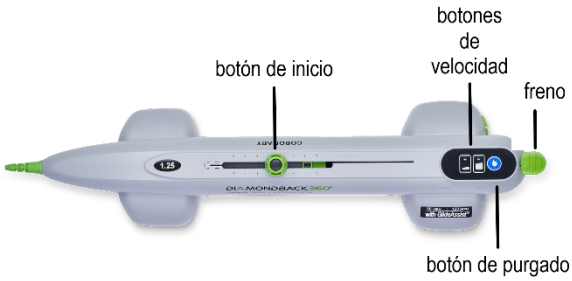


Figura 2. Controlador manual. Fuente: página web de CSI.

2. **Bomba de SAO:** la bomba suministra energía eléctrica al DAO y controla el ritmo de infusión del lubricante a la corona para evitar que esta se caliente y produzca lesiones en el vaso. Tiene dos botones (encendido y purgado) y dos indicadores (amarillo, *standby*; rojo, lubricante insuficiente). Mediante una especie de báscula romana **(Figura 3)** controla que la cantidad de lubricante que hay en la bolsa sea suficiente (>250 cc), y detiene el tratamiento de no ser así. Cuenta con una señal sonora que se activa a los 25 segundos del comienzo de cada terapia[10].



Figura 3. Bomba de SAO y báscula.

Fuente: página web de CSI.

3. **Guía coronaria ViperWire Advance®:** es una guía de nitinol recubierta de silicona de 325 cm de largo. La punta (25 mm) es atraumática, radiopaca y flexible para poder dirigirla. El cuerpo de la guía tiene 0,012'' de diámetro y la punta, 0,014''.[11] Aunque se trata de una guía rígida, tiene capacidad de torque, por lo que se puede usar como guía inicial[3].
4. **Lubricante VIPERSLIDE®**: está diseñado para evitar la fricción entre la corona y la guía. Es una emulsión de aceite de soja, fosfolípidos de yema de huevo, gli-

cerina y agua para inyección. No debe congelarse ni sobrepasar los 25 °C en su almacenamiento[9].

5. PREPARACIÓN DEL MATERIAL

En primer lugar, el personal de enfermería circulante preparará la dilución del lubricante. En una bolsa de 1000 ml de suero fisiológico se añadirán 20 ml de lubricante VIPERSLIDE®.[9] A continuación, colgará esta bolsa en la báscula de la bomba comprobando que el indicador rojo deja de lucir.

La enfermera instrumentista facilitará el extremo del cable y el equipo para la solución del lubricante al personal circulante, que conectarán a la bomba. El siguiente paso es purgar el dispositivo, bien presionando el botón de la consola o el de la bomba, de manera que la solución de lubricante salga por el extremo de la corona, así como por el extremo del freno. Una vez finalizado el purgado, la bomba mantendrá un ritmo de infusión adecuado para el tratamiento. Se podrá detener pulsando el botón verde con el símbolo de encendido (el indicador amarillo, *standby*, se encenderá).

El botón de inicio de la consola puede deslizarse hacia la izquierda y hacia la derecha por el carril y girarse dejando las pestañas en paralelo o perpendicular a este. En paralelo, este podrá deslizarse fácilmente por el carril. En perpendicular, estaremos frenando su avance. La AO puede realizarse de manera bidireccional, es decir, trabajar la lesión de proximal a distal o al revés. Se posicionará el botón de inicio a la izquierda del carril dejando 1 cm de margen para trabajar de distal a proximal de la lesión y a la derecha para trabajar de proximal a distal. En cuanto a las pestañas, quedarán en perpendicular para que la corona no se mueva al avanzar por la guía.

6. PROCEDIMIENTO

Una vez posicionada la guía distal a la lesión, avanza la corona sobre la guía hasta que esta salga por el extremo del freno. En este extremo se encuentra la pestaña de freno, que deberá quedar levantada (no frenado) para avanzar el DAO sobre la guía y bajada (frenado) para trabajar la lesión. Para avanzar el dispositivo hasta la lesión que se quiere tratar se deberá activar el modo GlideAssist™ pulsando el botón de velocidad baja hasta que el indicador luminoso parpadee y a continuación pulsar el botón de inicio. La guía debe sujetarse a medida que se avanza la corona para que mantenga su posición.

Una vez alcanzada la posición deseada, se detendrá el aparato pulsando nuevamente el botón de inicio y se desactivará el modo GlideAssist™ pulsando el botón de velocidad baja hasta que el indicador luminoso quede con la luz fija. Se seleccionará la velocidad de trabajo pulsando el botón correspondiente y se fijará la guía bajando la pestaña de freno.

El operador tratará la lesión con movimientos lentos y controlados de 1 mm/s durante no más de 30 segundos (la máquina emitirá un pitido 25 segundos después del inicio de la terapia). Se deben realizar periodos de descanso de al menos el mismo tiempo que los periodos de trabajo. Durante el periodo de descanso, la corona deberá quedar alojada proximal o distal a la lesión, nunca en la zona que se esté tratando. En caso de que el paciente resulte sintomático, los periodos de descanso deberán ser más prolongados y, previo al comienzo de la siguiente pasada, deberá cerciorarse de que se alcanza la estabilidad hemodinámica previa. El objetivo del tratamiento es modificar la placa para mejorar la distensibilidad del vaso y así facilitar la implantación del stent, por lo que no hay un número de ablaciones predefinido como ideal de tratamiento y habrá que individualizar en cada lesión[3-5].

Para retirar el DAO se volverá a levantar la pestaña del freno, se activará el modo GlideAssist™ y se sujetará la guía para no perder la posición.

7. PRECAUCIONES Y COMPLICACIONES

Debemos tener en cuenta las posibles complicaciones generales tras un procedimiento cardiovascular percutáneo diagnóstico y terapéutico.

La tasa de incidencia de eventos adversos en la AO es menor al 3%, aunque la aplicación de esta puede tener complicaciones que dependen de[5]:

- **La anatomía de las arterias coronarias:** no se recomienda en lesiones bifurcadas, tortuosas o anguladas.[8]
- **Edad del paciente.**
- **Enfermedades asociadas:** como por ejemplo disfunción severa del ventrículo izquierdo (VI), no disponiendo de evidencia en pacientes con fracciones de eyección <25%.[8]

Estas complicaciones son similares a las de la aterectomía rotacional (AR). No obstante, la AO no impide el flujo coronario durante su aplicación y produce residuos de menor tamaño que la AR, por lo que, respecto a la AR, disminuye[5]:

- La probabilidad de atrapamiento de la corona en la lesión.
- El riesgo de fenómeno de *slow-flow* o *no re-flow*.
- El riesgo de lesión térmica del endotelio coronario.

Las complicaciones con mayor incidencia son:

1. **La perforación coronaria:** es una de las más graves en la AO, con una incidencia del 0,7-2%. La aparición de dicha complicación aumenta en lesiones gravemente calcificadas sometidas a tratamiento percutáneo; por lo tanto, se debe incluir como consideración clínica el respaldo quirúrgico *in situ*. Si el vaso presenta una tortuosidad >90°, hay que buscar una alternativa a la AO[4].

2. **Fractura de la guía:** la corona no se debe avanzar a menos de 5 mm del segmento radiopaco de la guía ViperWire. Si la corona está a menos de 5 mm del segmento radiopaco, puede hacer contacto con la guía y provocará una rotura de la punta de esta. Se debe utilizar fluoroscopia para supervisar el movimiento de la punta del eje en relación con la punta de la guía[10].
3. **Arritmias y bloqueos auriculoventriculares:** pueden ocurrir trastornos transitorios de la conducción cuando se trata la arteria coronaria derecha o la circunfleja dominante igual que con la AR, por lo que puede ser necesario el uso de marcapasos temporal[4].

8. EVIDENCIA

Con el objetivo de evaluar la seguridad y la utilidad del SAO en lesiones coronarias calcificadas de *novo* se realizó un primer estudio llamado ORBIT I. En él se incluyeron a 50 pacientes tratados con el SAO seguido de la colocación de un stent. El éxito en la colocación del stent alcanzó el 94% con una tasa de *major adverse cardiovascular events* (MACE) a los 6 meses del 8%[2].

A este estudio, le siguió el ORBIT II, un ensayo clínico prospectivo, multicéntrico y abierto a 443 pacientes en 49 centros de EE. UU. Se incluyeron pacientes con lesiones coronarias severamente calcificadas tratadas con SAO antes de la colocación del stent con un objetivo primario de seguridad y MACE a 30 días. El 89,6% de los pacientes estuvo libre de eventos cardiacos a los 30 días. En cuanto al criterio principal de valoración de la eficacia (estenosis residual <50% después de la colocación del stent sin eventos cardiacos adversos graves en el hospital) fue del 88,9%[1-4].

A pesar de los resultados anteriormente mencionados **(Tabla 1)**, se necesitan ensayos más amplios para evaluar la eficacia del SAO en pacientes con lesiones coronarias severamente calcificadas. Esto se está llevando a cabo en el estudio ECLIPSE, en el que se han aleatorizado 2000 pacientes con calcificación grave a AO y stent farmacoactivo o a predilatación con balón y stent farmacoactivo[2].

Tabla 1. Resultados de los principales estudios del sistema de aterectomía orbitaria

	ORBIT I	ORBIT II
Grupo a estudio	50 pacientes	443 pacientes
Lesión	Calcificada	Severamente calcificada
Éxito	94%	98,6%
MACE a	30 días = 10,4% 6 meses = 8% 2 años = 15,2% 3 años = 18,2%	30 días: 10,4% 1 año = 16,4% 2 años = 19,4 % 3 años = 23,5%

MACE: *major adverse cardiovascular events.*

Fuente: [1-4]

9. COMPARATIVA CON OTRAS TÉCNICAS

La calcificación severa de las arterias coronarias (CAC) sigue siendo un desafío durante la intervención coronaria percutánea (ICP) y, en ocasiones, requiere el uso de una o más herramientas avanzadas para la modificación del calcio, como, por ejemplo, la AR o la litotricia intravascular (IVL).

La AR es una técnica más utilizada que el SAO y con la que se realiza la comparación más directa. Hasta ahora se han llevado a cabo diversos estudios comparando ambas técnicas llegando a la conclusión de que ambos sistemas son eficaces y sin diferencias significativas en cuanto a mortalidad[12,13].

En un metaanálisis realizado por Zielinski *et al*. de estudios retrospectivos, se incluyeron a 1590 pacientes tratados con AR y 721 con SAO. El SAO se asoció con un tiempo de fluoroscopia más corto, aunque con una incidencia de disección coronaria cuatro veces mayor que la AR. No hubo diferencias significativas en el taponamiento cardiaco, las perforaciones y el *slow-flow.* La incidencia de infarto agudo de miocardio (IAM) a los 30 días o IAM intrahospitalario fue menor en el SAO, sin diferencias en mortalidad y tiempo de estancia hospitalaria[12].

En otra revisión sistemática y metaanálisis llevada a cabo por Doshi *et al*. se tuvieron en cuenta siete estudios observacionales retrospectivos con un total de 4623 pacientes. El grupo de la AR se asoció con mayor tiempo de fluoroscopia, una mayor incidencia de IAM a corto plazo y reducción de disección y perforación arterial[14].

Y por último hay que mencionar otro análisis realizado por Kahn *et al*. en el que se incluyeron ocho estudios observacionales, y, aunque no hubo diferencias significativas en los MACE, se obtuvieron tasas más altas de disección y perforación coronaria en la AO[13].

Solo hay un estudio que compara la AR de la IVL. La IVL es una técnica que emplea ondas sónicas para modificar la placa. Su mecanismo de acción es muy diferente al usado en las técnicas anteriormente mencionadas, a pesar de lo cual se obtuvieron resultados muy similares[15].

Tabla 2. Comparativa entre las técnicas de modificación de placa

	SAO	AR	IVL
Colocación exitosa de stent	97,7%	92,5% (ROTAXUS)	92,4% (DISRUPT-CAD)
MACE a 30 días	10,4%	5%	7,2%
MACE a 1 año	Sin diferencias significativas	Sin diferencias significativas	Sin diferencias significativas

MACE: *major adverse cardiovascular events;* **SAO:** sistema de aterectomía orbitacional; **AR:** aterectomía rotacional; **IVL:** litotricia intravascular.

Fuente:[2,15]

BIBLIOGRAFÍA

1. Shipman JN, Agasthi P. *Orbital Atherectomy*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. 2024; Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK563144/
2. Jurado-Román A, Gómez-Menchero A, Gonzalo N, Martín-Moreiras J, Ocaranza R, Ojeda S, et al. *Plaque modification techniques to treat calcified coronary lesions*. Position paper from the ACI-SEC. REC Interv Cardiol. 2023;5(1):46-61. doi: 10.24875/RECICE.M22000345
3. Shlofmitz E, Martinsen BJ, Lee M, Rao S V., Généreux P, Higgins J, et al. *Orbital atherectomy for the treatment of severely calcified coronary lesions: evidence, technique, and best practices*. Expert Rev Med Devices. 2017;14(11):867–79. doi: 10.1080/17434440.2017.1384695.
4. Travieso González A, Galeote García G, Palazuelos Molinero J, Gómez Silva M, Muñoz Di Vannis R, Salinas Sanguino P, et al. *Técnicas de modificación de placa (I). Fundamentos. Balón de corte. Aterectomía rotacional. Aterectomía orbitacional*. En: Martín Moreiras J, Cruz González I, editores. *Manual de hemodinámica e intervencionismo cardíaco*. 3ed. Madrid: McGraw Hill; 2022. P. 561-578.
5. Cubero-Gallego H, Tizón-Marcos y H, Vaquerizo B. *Opciones actuales para el tratamiento de las lesiones calcificadas*. REC Interv Cardiol. 2020;2:129-139. doi: 10.24875/RECIC.M19000081
6. CardiovascularNews [Internet]. *First European patient treated with Diamondback 360 coronary orbital atherectomy system*. Europa: BIBA MEDICAL; 2021. Disponible en: https://cardiovascularnews.com/first-european-patient-treated-with-diamond-back-360-coronary-orbital-atherectomy-system/
7. Hospital del Mar [Internet]. *Nuevo sistema pionero en el Estado para tratar las lesiones coronarias complejas y calcificadas*. Barcelona: Parc de Salut Mar. 2021; https://www.parc-desalutmar.cat/es/noticies/view.php?ID=1327
8. Abbott Cardiovascular. *Diamondback360™ Coronary Orbital Atherectomy System*. Indications and Contraindications.
9. Cardiovascular Systems Inc. *VIPERSLIDE® Lubricant Instructions for use*. 2021.
10. Cardiovascular Systems Inc. *DIAMONDBACK 360® Coronary Orbital Atherectomy System*. 2013.
11. Cardiovascular Systems Inc. *ViperWire Advance™ Coronary Guide Wire Instructions for use*. 2021.
12. Zieliński K, Kołtowski Ł, Kalińczuk Ł, Mintz GS, Kochman J, Witkowski A, et al. *Inhospital outcomes of rotational versus orbital atherectomy during percutaneous coronary intervention: a metaanalysis*. Kardiol Pol. 2019;77(9):846–52. doi: 10.33963/KP.14919.
13. Khan AA, Murtaza G, Khalid MF, White CJ, Mamas MA, Mukherjee D, et al. *Outcomes of rotational atherectomy versus orbital atherectomy for the treatment of heavily calcified coronary stenosis: A systematic review and meta-analysis*. Catheter Cardiovasc Interv. 2021;98(5):884–92. doi: 10.1002/ccd.29430.
14. Doshi R, Thakkar S, Patel K, Majmundar M, Shlofmitz E, Kumar A, et al. *Short term outcomes of rotational atherectomy versus orbital atherectomy in patients undergoing complex percutaneous coronary intervention: a systematic review and meta-analysis*. Scand Cardiovasc J. 2021;55(3):129–37. doi: 10.1080/14017431.2021.1875139.
15. Florek K, Bartoszewska E, Biegała S, Klimek O, Malcharczyk B, Kübler P. *Rotational Atherectomy, Orbital Atherectomy, and Intravascular Lithotripsy Comparison for Calcified Coronary Lesions*. J Clin Med. 2023;12(23):7246. doi: 10.3390/jcm12237246.

TEMA 22

3. ATERECTOMÍA CON LÁSER

Xavier Belart Saumell, Ana María Piquer Sanz

Hospital Universitari Joan XXIII. Tarragona.

1. INTRODUCCIÓN

El primer láser excimer fue inventado en 1970 por el físico Nikolái Básov, pero no fue hasta la década de 1980 cuando se introdujo la angioplastia coronaria con láser, principalmente para tratar lesiones de las arterias coronarias intratables con balón. Sin embargo, debido al enorme costo del sistema láser del momento, una técnica y catéteres rudimentarios, resultados poco alentadores y una alta tasa de eventos adversos, hicieron que el láser no ganara popularidad. En los siguientes años, la evolución de la técnica, el desarrollo de mejoras en el diseño del catéter, la selección adecuada de pacientes y la implementación de protocolos de seguridad, desempeñaron un papel crucial en la reintroducción de la tecnología láser en la práctica habitual. En 1988, se realizó con éxito la primera angioplastia coronaria con láser excímer (ELCA) en un sujeto humano en el Centro Médico Cedar Sinai de Los Ángeles. La mejora en términos de seguridad y efectividad de la técnica ha permitido ampliar el abanico de indicaciones y la expansión de la técnica a un mayor número de salas de hemodinámica[1,2].

2. MECANISMO DE ACCIÓN

El mecanismo de acción consiste en una mezcla de gases que generan pulsos de luz ultravioleta de longitud de onda corta y alta energía. La profundidad de penetración del láser está directamente relacionada con su longitud de onda, de forma que una menor longitud de onda se asocia a menor penetración, menor generación de calor y menor daño tisular indeseado[1,3].

Durante el procedimiento el catéter emite pulsos de energía de longitudes de onda comprendidas en el rango de luz ultravioleta (10-400 nm) de nanosegundos de duración. Estos breves pulsos de energía junto con su menor longitud de onda (308 nm) dentro del espectro de la luz ultravioleta confieren al láser excímer una profundidad de penetración en los tejidos menor de 50 micrómetros, consiguiendo modificar con precisión la placa sin dañar la capa media ni la adventicia del vaso[1,3].

La ablación tisular del material ateroesclerótico por láser está mediada por tres mecanismos distintos:

- **Fotoquímico:** la luz ultravioleta del láser es absorbida por el material intravascular y rompe los enlaces carbono-carbono[1,4].

- **Fototérmico:** esta ruptura de los enlaces eleva la temperatura del agua intracelular, causando roturas celulares y generando una burbuja de vapor en la punta del catéter[1,4].
- **Fotomecánico:** la expansión e implosión de estas burbujas actúa sobre el material obstructivo intravascular. Este efecto se magnifica particularmente cuando el láser actúa directamente sobre la sangre o contraste. Por ello, para reducir el riesgo de disección coronaria, la ablación con láser suele realizarse durante la inyección continua de suero salino[1,4].

Los fragmentos que se liberan son de un diámetro inferior a 10 micras, impidiendo la obstrucción microvascular al ser absorbidos por el sistema reticuloendotelial.

El único sistema de láser excimer coronario aprobado por la FDA (Food and Drug Administration) y que está disponible en la mayoría de las salas de hemodinámica del país es el sistema de láser frío de segunda generación (CVX-300), fabricado por Spectranetics (Colorado Springs, CO, EE. UU., adquirido por Phillips).

3. INDICACIONES

La terapia con láser se ha utilizado de forma exitosa en distintos escenarios clínicos:

- **Lesiones no cruzables o no dilatables:** ocurre cuando una lesión no puede ser cruzada con un balón de bajo perfil o cuando el balón no se expande adecuadamente. La respuesta es más favorable en lesiones moderadamente calcificadas, ya que en las lesiones con calcificación significativa la literatura reciente no muestra una efectividad superior a la aterectomia rotacional[1,3,5,6]. En algunos casos se puede utilizar el método RASER, que consiste en la combinación de las dos técnicas obteniendo resultados satisfactorios[7].
- **Infraexpansión de stents:** la terápia con láser coronario es capaz de modificar el ateroma resistente a la dilatación liberando energía a la cara abluminal sin modificar la estructura del stent. De esta forma disminuye la resistencia global permitiendo la expansión completa del stent mediante el inflado con balón después de la utilización del ELCA[1,2,3,5].

  En situaciones de infraexpansión del stent, donde este está rodeado por material calcificado o fibrótico, la técnica de combinar la acción del láser mientras se inyecta contraste a la coronaria afectada, denominada *explosion technique*, ha demostrado ser efectiva. El mecanismo de acción radica en que se generan mayor número y mayor cantidad de microburbujas durante la ablación que ayudan a debilitar y alterar la estructura de la lesión[8].
- **Reestenosis intrastent:** el láser intracoronario es una técnica eficaz y segura en el tratamiento de la reestenosis intrastent (RIS), ya que no altera la plataforma del stent ni libera ningún material. Usando OCT durante el tratamiento de RIS se ha observado que el láser ablaciona tanto material aterosclerótico luminal como abluminal, así si el mecanismo de reestenosis es en parte la infraexpan-

sión del stent, aumentan las probabilidades de tener una mayor expansión y un buen resultado a largo plazo[1,2,3].

- **Síndromes coronarios agudos:** el láser coronario puede ser beneficioso en la reducción de trombo durante la ICP primaria, siendo mayor el efecto en arterias con gran carga de trombo angiográfico. Existen datos publicados que en el contexto de un gran contenido trombótico la eficacia del ELCA da unos excelentes resultados inmediatos y a largo plazo[2,3,7,9].
- **Oclusiones totales crónicas:** la utilidad del ELCA en estos casos radica en las situaciones en que la guía está en luz verdadera distal, pero es imposible cruzar balones o microcatéteres. Además de permitir el paso de estos materiales, el láser, mediante el efecto de la ablación que se transmite a través de la arquitectura del vaso, debilita los enlaces en los componentes constituyentes de la oclusión y facilita la angioplastia[1,2,3,6,10].
- **Injerto de vena safena:** el ELCA es una buena alternativa en la preparación de la placa en los bypases de vena safena, debido a que presenta una baja tasa de embolización distal en injertos degenerados y en consecuencia puede evitar el uso de dispositivos de protección distal en la mayoría de los procedimientos[1,2,3,11].

4. MATERIAL ESPECÍFICO

- Consola láser Excimer CVX-300.
- Catéter específico ELCA.
- Solución salina heparinizada para perfusión continua.
- Equipo de suero apto para perfusión con llave de 3 pasos.
- Jeringa de 20 ml *luer-lock*.

4.1 PREPARACIÓN DE LA CONSOLA LÁSER EXCIMER CVX.300

1. Tener conectado el dispositivo a la corriente eléctrica, encender la consola y colocar el pedal accionador que encontraremos en el compartimento de almacenamiento de la consola.
2. Abrir el panel de control colocado en la parte proximal de la consola y girar la llave en sentido horario para activar el sistema.
3. La consola realizará una prueba interna que durará unos 30 segundos, seguida de un periodo de calentamiento que durará 5 minutos aproximadamente.
4. Una vez finalizados la prueba y el calentamiento, se procederá a levantar el detector de energía, donde se orientará el catéter no estéril **(Figura 3)** para calibrar la consola.

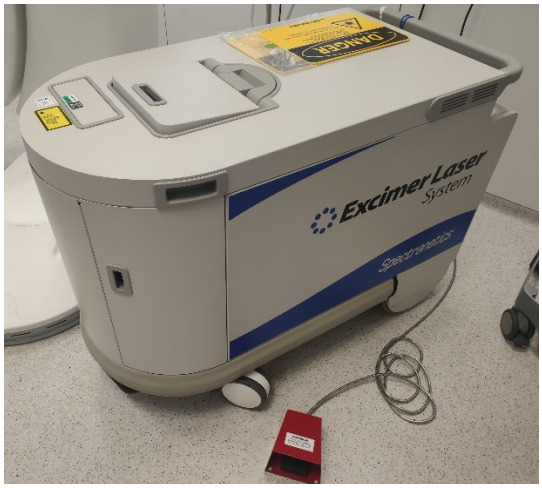


Figura 1. Se puede observar el dispositivo de láser excimer en su totalidad. En la parte inferior de la imagen está situado el pedal accionador (de color rojo).

Fuente: elaboración propia.

5. Se extraen del compartimento superior el catéter no estéril y las gafas de protección.
6. Todo el personal situado en el interior de la sala, incluido el paciente, se colocarán las gafas de protección para evitar los posibles daños que puede ocasionar la luz ultravioleta en la córnea y el cristalino.
7. Para calibrar el sistema, se orienta el catéter de control no estéril perpendicularmente al centro del detector de energía **(Figura 2)** a la distancia indicada (entre 2,5 y 5 cm), y seguidamente se acciona el pedal mientras simultáneamente se presiona la tecla "CALIBRATE" hasta escuchar la señal acústica y luz verde en la pantalla de "CAL OK".
8. A partir de este momento la consola está calibrada y lista para usar.



Figura 2.

Fuente: elaboración propia

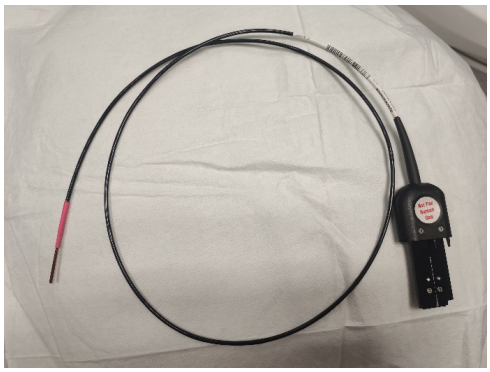


Figura 3.

Fuente: elaboración propia

En la izquierda de la **Figura 1** se puede observar el detector de energía desplegado, y en la **Figura 2** se muestra el catéter de control no estéril utilizado para calibrar el sistema.

Interfaz, teclas y funciones de la consola

La pantalla es táctil y mediante los botones de control se pueden comprobar, ejercer y modificar varias funciones:

- **"Standby":** permite dejar el sistema en espera.
- **"Fluence":** permite verificar la tasa actual de energía o flujo aplicada al tejido (mJ/mm^2) pulsando brevemente el botón, o modificarla presionando las flechas correspondientes durante 1 segundo o más.
- **"Rate":** presionando la flecha correspondiente durante 1 segundo o más se modifica la frecuencia de repetición de impulsos. Una breve presión permite ver la frecuencia actual.
- **"Pulses Delivered":** permite contabilizar los impulsos transmitidos.
- **"Reset":** reposición.
- **"Cal OK":** nos indica que la calibración se ha realizado correctamente.
- **"Ready"** (listo): indica que el sistema está preparado para iniciar el tratamiento. Si la vaina no está calibrada no se activa al pulsarlo.
- **Luces de estado:** verde indica "en espera"; amarillo indica "listo", rojo indica que se está aplicando láser **(Figura 3)**.
- **"Testing":** indica chequeo de los circuitos de control.
- **"Warm-up":** calentamiento.

Aspectos para tener en cuenta antes del procedimiento

- Aplicar el protocolo habitual de recepción, preparación, atención y vigilancia del paciente sometido a angioplastia coronaria terapéutica.
- Comprobar que todo el material necesario esté disponible en la unidad.
- Colocar los carteles de PELIGRO a las puertas de entrada a la sala para evitar que personal sin la protección adecuada entre durante el procedimiento.
- Es importante colocar la consola de manera que se pueda calibrar el catéter sin riesgo a contaminar el campo, y sin que dificulte el paso a la enfermera circulante.

4.2 EL CATÉTER ELCA®

Los catéteres para aterectomía coronaria con láser Excimer (ELCA®) son catéteres multifibra con un revestimiento de polímero lubricado que facilita su navegación a través de los vasos coronarios. La energía es transmitida desde la consola hasta el extremo distal del catéter a través de 65 fibras ópticas que conforman el catéter.

Existen dos tipos de catéter según su forma de inserción:

- Catéteres sobre guía (OTW): compuestos por varias fibras ópticas colocadas concéntricamente alrededor de un lumen de guía.
- Catéteres concéntricos tipo "monorail" (RX): también están compuestos por fibras ópticas colocadas de forma concéntrica, con la diferencia de que, el lumen de la guía sale del catéter a 9 cm del extremo distal y permite una inserción del catéter más rápida y sencilla. Otra diferencia radica en que la parte distal posee un marcador radiopaco que nos permite situar el catéter de forma precisa a la lesión a tratar.
- Catéteres excéntricos tipo "monorail" (RX): en este catéter las fibras ópticas están alineadas de manera excéntrica en la punta distal. Por este motivo el catéter dispone de un dispositivo de torsión de acero inoxidable revestido de poliéster que permite la rotación de la punta distal hasta 360° a fin de poder ablacionar la lesión en la orientación deseada.

Existen diferentes tamaños de catéteres con las recomendaciones de la casa comercial para su uso correcto dependiendo del French del catéter guía usado y del diámetro del vaso a tratar:

TABLA 1. Diferentes tipos y medidas de los catéteres, así como sus características.

RX	0,9 mm	0,9 mm X-80	1,4 mm	1,7 mm	1,7 mm ECCENTRIC	2,0 mm	2,0 mm ECCENTRIC	OTW	0,9 mm	0,9 mm X-80
Número de modelo	110-003	110-004	114-009	11 7-016	117-205	120-009	120-008		110-001	110-002
Compatibilidad catéter guía (French)	6	6	6 / 7	7	7	8	8		6	6
Diámetro mínimo del vaso (mm)	1,5	2,0	2,2	2,5	2,5	3,0	3,0		1,5	2,0
Diámetro máx. exterior de la punta (pulg.)	0,038	0,038	0,057	0,069	0,066	0,080	0,079		0,038	0,038
Diámetro máx. exterior de la vaina (pulg.)	0,049	0,049	0,062	0,072	0,072	0,084	0,084		0,049	0,049
Longitud	130	130	130	130	130	130	130		130	130
Fluence (mJ/mm^2)	30-60	30-80	30-60	30-60	30-60	30-60	30-60		30-60	30-80
Rate (Hz)	25-40	25-80	25-40	25-40	25-40	25-40	25-40		25-40	25-80
Tiempo de láser *on/off* (seg.)	5 / 10	10 / 5	5 / 10	5 / 10	5 / 10	5 / 10	5 / 10		5 / 10	10 / 5
Compatibilidad de guías	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014 / 0,018		0,014	0,014

5. INICIO DEL PROCEDIMIENTO Y TÉCNICA

1. Una vez que se haya indicado el tamaño del catéter ELCA necesario para el procedimiento en curso se procede a su apertura. La enfermera circulante entrega al instrumentista el catéter de forma estéril, el cual lo extrae del envoltorio con mucho cuidado para no dañar las fibras del catéter, manteniendo el extremo distal intacto, sin manipular y sin humidificarlo antes de su calibración.
2. La enfermera instrumentista otorga la parte proximal de la vaina del catéter a la enfermera circulante para que esta, la conecte a la ranura situada al lado derecho del detector de energía y la fije en la parte posterior de este, de tal forma que no haya la posibilidad de dar tirones o de producir acodamientos durante su manipulación.
3. Se coloca el pedal al alcance del operador.

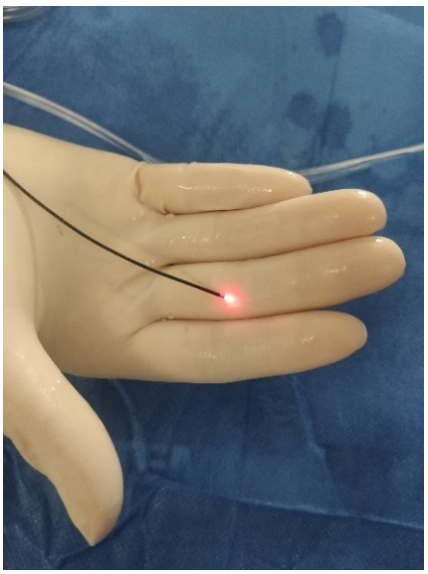


Figura 4.

Fuente: elaboración propia



Figura 5.

Fuente: elaboración propia

La imagen de la izquierda **(Figura 4)** muestra el haz de luz infrarroja que emite la punta del catéter cuando está en situación de *stand by*, sin embargo, esta luz no tiene nada que ver con la luz ultravioleta que emite durante la aplicación de la terapia.

En la imagen de la derecha **(Figura 5)** aparece el interfaz de la consola con la tecla "Ready" en amarillo que nos indica que la consola está preparada para iniciar la terapia.

4. Se procede a calibrar el catéter de fibra óptica, el operador coloca el catéter de forma perpendicular al centro del detector de energía, acciona el pedal mientras la enfermera circulante presiona "CALIBRATE" hasta escuchar la señal

acústica y ver luz verde en la pantalla de "CAL OK" (tal y como se hizo anteriormente con el catéter de control no estéril).

5. En este momento se coloca la consola en STANDBY **(Figura 4)**. El operador procede a avanzar el catéter sobre la guía de angioplastia mediante fluoroscopia hasta llegar a la lesión.
6. Seguidamente, se conecta la bolsa de solución salina heparinizada a la llave en Y del catéter guía, mediante una alargadera y una llave de 3 pasos, a un ritmo de 2-3 gotas por segundo, mientras se realiza la aterectomia o ablación.
7. La enfermera circulante verifica la FLUENCE y RATE indicados por el operador. Los valores pueden ser modificados *a posteriori* sin la necesidad de retirar el catéter de la arteria a tratar.
8. Previamente antes de empezar con la terapia, se lavará con 20 ml de solución salina a través del catéter guía para eliminar los restos de sangre y contraste que puedan quedar en el propio catéter y en la zona de la lesión a tratar.

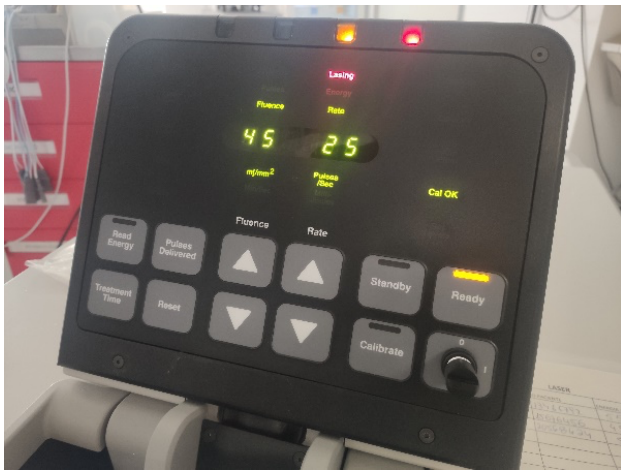


Figura 6. Se puede observar la luz roja en el interfaz de la consola y el mensaje "Lasing" (en rojo) que nos indica que el catéter está aplicando la terapia láser.

Fuente: elaboración propia.

9. El operador acciona el pedal y realiza secuencias de 5 segundos de ablación seguidos de 10 segundos de descanso, realizando así las aplicaciones necesarias hasta conseguir el resultado deseado. El catéter ELCA se avanza lentamente.
10. No es necesario volver a calibrar el catéter mientras el catéter no se desconecte de la consola.
11. Una vez obtenido el resultado esperado, se retira el catéter ELCA y se coloca de forma cuidadosa en la mesa quirúrgica por si fuera necesaria su reutilización posterior. Es importante dejar la punta del catéter sin restos de sangre que puedan obstaculizar la acción del láser mediante lavados de solución salina heparinizada.

6. CUIDADOS DE ENFERMERÍA

Las actuaciones específicas relacionadas con la preparación, manipulación y ejecución de la terapia con láser intracoronario son:

- Aplicar el protocolo habitual de recepción, preparación, atención y vigilancia del paciente sometido a angioplastia coronaria terapéutica.
- Comprobar la toma de medicación antiagregante o anticoagulante.
- Tener el material disponible teniendo en cuenta los accesos utilizados en el paciente y las medidas de catéter ELCA que se pueden utilizar.
- Antes de empezar con la calibración de la consola, se colocarán los carteles de alerta en las puertas de la sala de intervencionismo para evitar que personal sin protección ocular entre en la sala de forma desprovista.
- Revisar que tanto el personal de la sala como el paciente tienen puestas las gafas de protección durante la técnica.
- Es importante colocar estratégicamente la consola láser cerca del primer operador para poder trabajar cómodamente, mantener la esterilidad y evitar tirones o torsiones del catéter ELCA.
- Durante las aplicaciones de láser, la enfermera circulante tiene que controlar la solución salina heparinizada de manera que siempre esté en perfusión evitando que se acabe la bolsa o se obstruya el flujo.
- La enfermera circulante se comunicará frecuentemente con el paciente con la intención de hacerle conocedor de las acciones que se están llevando a cabo, para detectar signos de ansiedad o dolor, y para darle indicaciones durante el procedimiento, como, por ejemplo, evitar moverse o hacer respiraciones muy profundas.
- La familiarización con el procedimiento y el reconocimiento precoz de las complicaciones vigilando los signos y síntomas del paciente es primordial para poder prevenir o actuar rápidamente si es necesario.

7. COMPLICACIONES

Las posibles complicaciones que pueden aparecer no difieren de otros procedimientos de angioplastia complejos, como son:

- Perforación coronaria, mayormente en lesiones severamente calcificadas o en vasos aneurismáticos[12,13,14].
- Disección de la pared arterial[12,13,14].
- Situación de *no-reflow*, por fragmentos que se pueden desprender durante la ablación de la lesión[12,13,14].

- Arritmias cardiacas al finalizar la aplicación.
- Flujo coronario lento.
- Vasoespasmo coronario[12,13,14].
- Formación de aneurismas coronarias en la zona que se ha aplicado la ablación[12,13,14].

BIBLIOGRAFÍA

1. Mahmood UA, Hajj G. *Excimer Laser Coronary Angioplasty* [Internet]. PubMed. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK563198/
2. Tsutsui RS, Sammour Y, Kalra A, Reed G, Krishnaswamy A, Ellis S, et al. *Excimer laser atherectomy in percutaneous coronary intervention: A contemporary review.* Cardiovascular Revascularization Medicine. Octubre 2020.
3. Moreiras M, González C. *Manual de Hemodinámica e Intervencionismo cardíaco.* Marbán. España. 2014.
4. Egred M, Brilakis ES. *Excimer Laser Coronary Angioplasty (ELCA): Fundamentals, Mechanism of Action, and Clinical Applications.* The Journal of Invasive Cardiology [Internet]. Febrero 2020; 1; 32(2): E27–35. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32005787/
5. Ojeda S, Azzalini L, Suárez de Lezo J, Johal GS, González R, Barman N, et al. *Excimer laser coronary atherectomy for uncrossable coronary lesions. A multicenter registry. Catheterization and Cardiovascular Interventions: Official Journal of the Society for Cardiac Angiography & Interventions* [Internet]. Diciembre 2021, 1; 98(7):1241–9. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33232583/
6. Lucía Cobarro, Jurado-Román A, Tébar-Márquez D, Silvio Vera-Vera, Artemio García-Escobar, Ugueto C, et al. *Excimer laser coronary atherectomy in severely calcified lesions: time to bust the myth.* REC, Interventional cardiology [Internet]. Noviembre 2023; 15;2024;6:(33-40). Disponible en: https://doi.org/10.24875/RECIC.M23000414
7. Protty MB, Gallagher S, Farooq V, Sharp ASP, Egred M, O'Kane P, et al. *Combined use of rotational and excimer lASER coronary atherectomy (RASER) during complex coronary angioplasty—An analysis of cases (2006–2016) from the British Cardiovascular Intervention Society database.* Catheterization and Cardiovascular Interventions. Noviembre 2020; 17;97(7).
8. Mohandes M, Pernigotti A, Moreno C, Torres LM, Fernández F, Zambrano D, et al. *Coronary laser with simultaneous contrast injection for the treatment of stent underexpansion*. Cardiology Journal [Internet]. 2024;31(2):235–42. Disponible en: https://journals.viamedica.pl/cardiology_journal/article/view/96438/74157
9. Zhao X, Jing QM, Wang ZF, Han Y, Wang XZ, Wang G, et al. [*Effect of excimer laser coronary atherectomy in the interventional treatment of acute coronary syndrome*]. Zhonghua Xin Xue Guan Bing Za Zhi [Internet]. Octubre 2018; 24;46(10):795–8. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30369170/
10. Li H, Ai H, Li L, Zheng N, Tang G, Yang G, et al. *The therapeutic effects of excimer laser coronary atherectomy therapy for in-stent restenosis chronic total occlusions.* BMC Cardiovascular Disorders. Agosto 2021; 18;21(1).
11. Karacsonyi J, Armstrong EJ, Truong HTD, Tsuda R, Kokkinidis DG, Martinez-Parachini JR, et al. *Contemporary Use of Laser During Percutaneous Coronary Interventions: Insi-*

ghts from the Laser Veterans Affairs (LAVA) Multicenter Registry. The Journal of Invasive Cardiology [Internet]. Junio 2018 1;30(6):195–201. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29543185/

12. Golino L, Caiazzo G, Calabrò P, Colombo A, Contarini M, Fedele F, et al. *Excimer laser technology in percutaneous coronary interventions: Cardiovascular laser society's position paper.* International Journal of Cardiology [Internet]. Marzo 2022; 350:19–26. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S016752732102057X

13. Mohandes M, Fernández L, Rojas S, Moreno C, Fuertes M, Fernández F, et al. *Safety and efficacy of coronary laser ablation as an adjunctive therapy in percutaneous coronary intervention: a single-centre experience.* Coronary Artery Disease [Internet]. Mayo 2021, 1; 32(3):241–6. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33186144/

14. Jawad-Ul-Qamar M, Sharma H, Vetrugno V, Sandhu K, Ludman PF, Doshi SN, et al. *Contemporary use of excimer laser in percutaneous coronary intervention with indications, procedural characteristics, complications and outcomes in a university teaching hospital.* Open Heart. 2021 Abril; 8(1):e001522.

TEMA 22

4. LITOTRICIA CORONARIA

Cristina Ruiz Sanz, Oscar Páez González, Rubén Viana Guerra
Jesús Rodrigo Pérez, Eduardo Martínez Alonso, Laura Meléndez Martínez

Enfermeros de la unidad de Hemodinámica.
Hospital Universitario de Burgos. Burgos.

1. DEFINICIÓN

La litotricia coronaria (LC) es una técnica de modificación de placa basada en la utilización de pulsos acústicos de alta energía mecánica a través de un balón semidistensible que fractura el calcio coronario a nivel de la capa íntima y media de la arteria sin dañar los tejidos blandos endovasculares.[1]

Este sistema de litotricia intravascular, cuya última versión es el Shockwave C^{2+}, está indicado para el tratamiento de estenosis calcificadas, lesiones que se prevé que opongan resistencia a la dilatación completa del balón o la posterior expansión coronaria uniforme del stent.

2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS[2,3]

El dispositivo actual de LC disponible (Shockwave Medical, Inc., Fremont, CA, Estados Unidos) es una tecnología de incorporación reciente que consiste en un catéter balón específico (A3), que se conecta a un cable conector con botón para activar los pulsos de energía (A2), que a su vez se conecta a un generador portátil de energía que tiene una pantalla de control (A1). Este generador está programado para generar unos pulsos de energía que se trasmiten a unos emisores situados en el interior del balón.



Figura 1. **(A1)** Generador portátil, **(A2)** cable conector y **(A3)** catéter balón. **(B)** Detalle del balón de Litotricia con marcadores distal y proximal (flechas) en los extremos y dos emisores de energía sónica (círculos)[2].

Fuente: https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Componentes-del-sistema-Shockwave-IVL-A1-Generador-de-energia-y-pantalla-de_fig1_341412559

- **Catéter balón** semidistensible de recambio rápido, de un solo uso, compatible con catéter 5F para ser usado con una guía de angioplastia convencional de 0,014". Disponible en diámetros de 2,5, 3,0, 3,5 y 4 mm y longitud de 12 mm. Se

recomienda una relación 1:1 entre el diámetro del vaso y del balón. La presión nominal es de 6 atmósferas y la presión de rotura (RBP), de 10 atmósferas.

El balón tiene integrados dos emisores generadores de pulsos de alta energía equivalentes a 50 atmósferas. Los emisores reciben una descarga eléctrica del generador que vaporiza el líquido en su interior y genera ondas de sonido que son las que atraviesan el tejido blando y provocan las microfracturas en el calcio.

En su extremo proximal, el catéter tiene dos puertos: uno para el inflado/desinflado del balón y otro para la conexión del cable conector de LC.

Cada balón puede emitir 120 pulsos en ciclos de 10 pulsos por cada aplicación, con una duración de aproximadamente 10 segundos.

- **Cable conector** que consta de un mango y un botón/pulsador de terapia que se conecta directamente con el catéter y en el otro extremo la conexión al generador. Este cable debe ser protegido por una funda estéril para su uso.
- **Generador,** consola recargable y portátil que no requiere ajustes ni programación. Tiene una pantalla de control con dos botones principales; en la parte superior el botón de alimentación ON/OFF y la zona inferior el Botón Terapia ON/OFF. A su vez, estos botones están rodeados de unos indicadores luminosos que es necesario que estén en color VERDE para el correcto funcionamiento del dispositivo. Si el indicador se muestra en color AMARILLO, se debe realizar alguna acción relacionada con el catéter. Si el indicador se muestra en color ROJO, el sistema de diagnóstico interno ha detectado un problema.

  En el panel de control hay una pantalla donde aparece el tamaño del balón una vez conectado el catéter, el recuento de pulsos y un indicador de capacidad de la batería.

  En la parte inferior del panel de control se encuentra el conector del cargador y el conector de tratamiento.

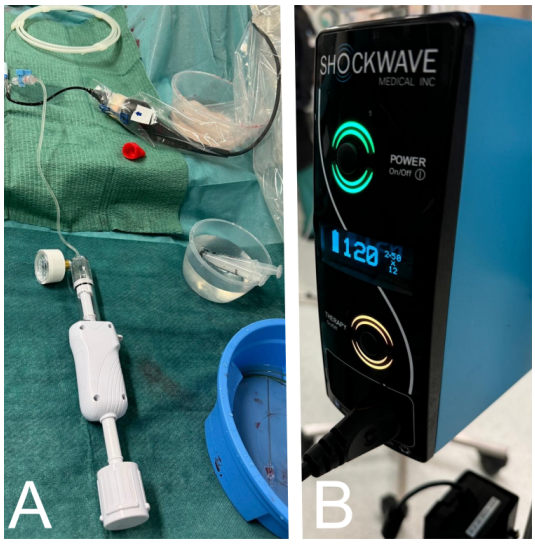


Figura 2. Preparación del campo estéril en la mesa quirúrgica, donde se puede ver el extremo próximal del balón unido al cable conector (protegido con funda estéril) y al manómetro para el inflado y desinflado del balón de litotricia **(A)**. Imagen del generador conectado a un balón de litotricia, donde se ven los pulsos disponibles y las medidas del balón **(B)**.

Fuente: Hospital Universitario de Burgos.

3. PASOS DEL PROCEDIMIENTO[3]

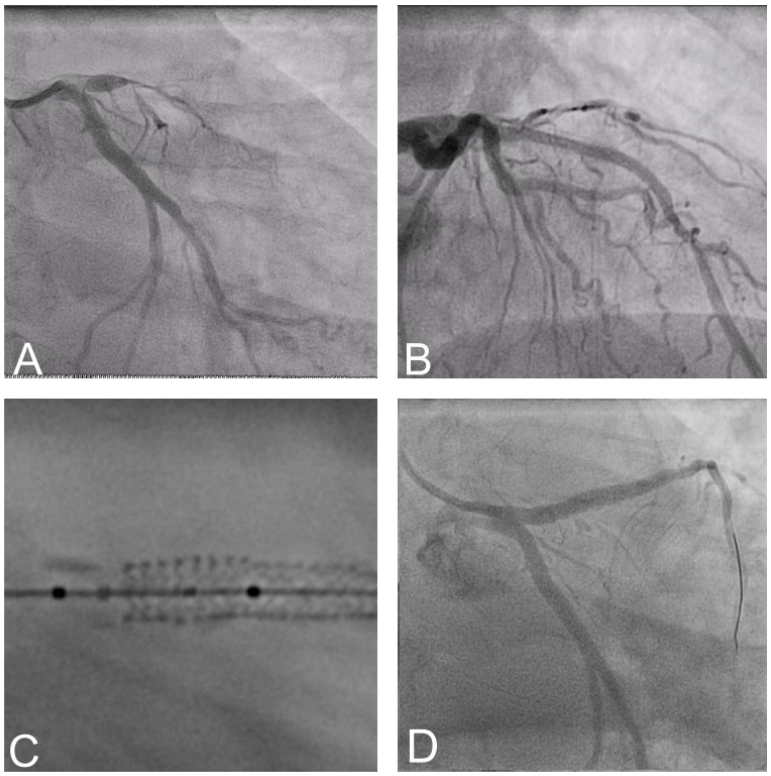


Figura 3. **Caso de lesión en DA con vaso ocluido desde el segmento proximal del stent con placa en dicho borde**. Angiografía previa al procedimiento **(A)**. Resultado tras tratamiento de la placa intrastent y del borde proximal con balones NC y balones de corte **(B)**. Imagen de stent-boost donde se ve el balón de litotricia 3,50 x 12; se aplican de tratamiento 8 ciclos (80 pulsos) **(C)**. Resultado tras la aplicación de la litotricia intracoronaria e implante de un nuevo stent solapado **(D)**.

Fuente: Hospital Universitario de Burgos.

- Debe ser elegido un balón adecuado, en proporción 1:1 de acuerdo con el grado de distensibilidad del balón y el diámetro de referencia del vaso.
- El catéter balón de LC se prepara igual que un balón de angioplastia convencional, salvo que la mezcla utilizada para el inflado es suero fisiológico/contraste 1:1, con el fin de asegurar la administración correcta de la litotricia.
- Si la superficie del catéter balón se seca, puede humedecer con solución salina para activar el revestimiento hidrofílico.
- El cable conector se introduce en una funda estéril y se conecta al catéter balón por un lado y al generador por el otro extremo.
- El balón se avanza sobre una guía de angioplastia coronaria y se coloca a nivel de la lesión:
  - ✓ Se infla el balón a 4 atmósferas.

- ✓ Se activa el botón “therapy” de la consola que cambia de amarillo a verde indicando que la terapia está disponible.
- ✓ Se inicia la terapia manteniendo pulsado el botón del cable conector. Una luz intermitente asociada a un “clic” nos indica que la terapia se está realizando correctamente.
- ✓ En cada ciclo, se administran 10 pulsos. En el generador hay un contador que permite ver los pulsos restantes.
- ✓ Cuando finaliza el ciclo la luz del conector cambia a amarilla. En ese momento se sube el balón hasta 6 atmósferas, de esta forma se expande y optimiza la dilatación, para facilitar una correcta aposición del stent.
- ✓ Se desinfla y se espera a que el siguiente ciclo esté disponible. Se recomiendan un mínimo de dos ciclos y un máximo de ocho.

4. EVIDENCIA CLÍNICA[5,6,7]

La evidencia disponible en LIC se concentra en los estudios DISRUPT CAD.

La serie más grande obtenida constituye la del estudio DISRUPT CAD III, este es un estudio prospectivo, con el fin de evaluar la seguridad y la eficacia del dispositivo para tratar lesiones coronarias estenóticas de novo con calcificación severa antes de implantar un stent.

Este estudio cuenta con 491 pacientes tratados con esta técnica; de estos, 384 fueron sujetos de estudio central y los otros 47 sujetos de los ensayos piloto.

El criterio de valoración principal de seguridad del estudio fue la ausencia de eventos cardiacos adversos graves a los 30 días, refiriéndose a la combinación de muerte, infarto de miocardio o revascularización de la lesión diana. Además hubo una incidencia a los 30 días del 7,8% y una efectividad (referida esta como la colocación del stent con una estenosis residual intrastent <50%) del 92,4%.

En la valoración de los resultados a los 12 meses, la incidencia de eventos cardiacos adversos es del 13,8% y una trombosis del stent del 1,1%.

TABLA 1.[8]

	DISRUPT CAD I	DISRUPT CAD II	DISRUPT CAD III	DISRUPT CAD IV	TOTAL
EFFICACY EVALUATION					
Procedural success	57 (95,0%)	113 (94,2%)	354 (92,2%)	60 (93,8%)	584 (93,0%)
Angiographic success	59 (98,3%)	120 (100,0%)	370 (96,4%)	63 (98,4%)	612 (97,5%)
Stent delivery	60 (100,0%)	120 (100,0%)	NA	NA	180 (100,0%) [180]

MACE IN HOSPITAL					
Cardiac death	NA	0 (0%)	1 (0,3%)	0 (0%)	1 (0,2%) [568]
Q-wave MI	NA	0 (0%)	4 (1,0%)	0 (0%)	4 (0,7%) [568]
Non-Q-wave MI	NA	7 (5,8%)	22 (5,7%)	4 (6,3%)	33 (5,8%) [568]
TVR	NA	0 (0%)	2 (0,5%)	0 (0%)	2 (0,4%) [568]
MACE THROUGH 30 DAYS					
Cardiac death	0 (0%)	1 (0,8%) [119]	2 (0,5%) [383]	0 (0%)	3 (0,5%) [568]
Q-wave MI	0 (0%)	1 (0,8%) [119]	6 (1,6%) [383]	0 (0%)	7 (1,2%) [568]
Non-Q-wave MI	3 (5,0%)	7 (5,9%) [119]	23 (6,0%) [383]	4 (6,3%)	37 (6,5%) [568]
TVR	0 (0%)	1 (0,8%) [119]	6 (1,6%) [383]	0 (0%)	7 (1,2%) [568]
MACE THROUGH 6 MONTHS					
Cardiac death	2 (3,3%)	NA	NA	NA	2 (3,3%) [60]
Q-wave MI	0 (0%)	NA	NA	NA	0 (0%) [60]
Non-Q-wave MI	3 (5,0%)	NA	NA	NA	3 (5,0%) [60]
TVR	0 (0%)	NA	NA	NA	0 (0%) [60]

Values are n (%) [N], or median with interquartile range (25%–75%), or mean ± standard deviation. MACE, major adverse cardiac event; MI, myocardial infarction; TVR, target vessel revascularization; NA, not applicable.

5. INDICACIONES[9]

La principal indicación es el tratamiento de lesiones coronarias muy calcificadas con una distribución concéntrica de calcio, oclusiones crónicas con severa calcificación, lesiones de novo, lesiones en las que no es posible dilatar con balones convencionales o de alta presión y para el tratamiento de reestenosis del stent por infra expansión, siendo utilizado en estos contextos clínicos de forma segura y eficaz.

Permite tratar vasos de gran calibre con un balón de diámetro de hasta 4 mm, a diferencia de otras técnicas de modificación de placa.

Se ha utilizado, obteniendo buen resultado, en lesiones muy calcificadas en bifurcación, ya que permite posicionar una segunda guía protegiendo la rama lateral y en enfermedad de tronco común izquierdo.

Se puede aplicar el tratamiento con LIC en contextos de infartos agudos de miocardio con elevación de ST, cuando la lesión de base presenta una calcificación grave, ya que la LC modifica la placa sin generar micropartículas y por lo tanto reduciendo el riesgo de flujo lento o *no-reflow*.

En los casos en los que no se puede llegar con el balón de LIC a la lesión a tratar, se han presentado buenos resultados con el uso combinado de la aterectomía rotacional o la aterectomía orbitacional.

6. VENTAJAS[9]

- Se usa fácilmente y de forma segura ya que no afecta a tejidos blandos.
- Se puede utilizar en una bifurcación con dos guías de angioplastia.
- Navega aceptablemente en vasos muy tortuosos.
- Fractura de calcio "en profundidad" de forma controlada y circunferencial, sin emitir micropartículas.

7. INCONVENIENTES[9]

- El balón de LIC presenta un peor perfil de cruce respecto a otros balones de angioplastia.
- Durante el repetido inflado del balón para aplicar los pulsos se produce un tiempo de isquemia mayor.
- El coste.
- Se dispone de poca evidencia clínica.
- La aplicación de los pulsos es limitada en cada balón.

8. COMPLICACIONES[4]

Este procedimiento tiene los mismos riesgos asociados a cualquier angioplastia tradicional, pero además presenta unos riesgos relacionados con el dispositivo y su uso:

- Reacción alérgica a los materiales o al revestimiento del catéter.
- La perforación coronaria es una complicación muy infrecuente que se relaciona especialmente por el tipo de lesiones en las que está indicada la LC.
- Al realizar esta técnica no se generan micropartículas, ya que la placa de calcio es modificada por fracturas de ella sin liberación de partículas, esperando una escasa o nula incidencia de flujo lento o *no-reflow*, complicaciones más frecuentes en las técnicas de aterectomía rotacional y aterectomía orbitacional.
- Al administrar el tratamiento de LC aparecen espículas en el ECG, originando capturas auriculares o ventriculares, similares a las que produce el marcapasos. Ambas se pueden deber a una estimulación del sistema de conducción por la energía mecánica de los pulsos.

  En el caso de la captura ventricular (denominadas *shocktopics*), pueden provocar una caída de la tensión sistólica de 10 a 35 mmHg que se recupera al finalizar el tratamiento. Dichas capturas ventriculares aparecen con más frecuencia

cuando el paciente presenta una frecuencia inferior a 60-65 latidos por minuto. Las capturas auriculares se producen con mucha menos frecuencia.

- Como en cualquier angioplastia convencional, el balón puede romperse durante el procedimiento de LIC, originando microrroturas que no permitan mantener la presión adecuada para aplicar la terapia, o la rotura completa del balón de forma súbita embolizando el contenido e incluso originando una disección coronaria, fenómeno muy infrecuente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ali, Z. A., Brinton, T. J, Hill, J. M., Maehara, A., Matsumura, M., Karimi Galougahi, K., Illindala, U., Gotberg, M., Whitbourn, R., Van Mieghem, N., Meredith, I. T., Di Mario, C. and Fajadet, J. (2017). *Optical Coherence Tomography Characterización of Coronary Lithoplasty for Treatment of Calcified Lesions: First Description.* JACC Cardiovasc Imagin, 10: 897-906.
2. Researchgate.net. [citado el 24 de julio de 2024]. Disponible en: https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Componentes-del-sistema-Shockwave-IVL-A1-Generador-de-energia-y-pantalla-de_fig1_341412559
3. Pulses +. ON THE +PLUS SIDE [Internet]. Shockwavemedical.com. [citado el 24 de julio de 2024]. Disponible en: https://shockwavemedical.com/wp-content/uploads/2023/10/Shockwave-C2-Tech-Sheet.pdf
4. Millan Segovia R, Moreno Ambroj C, Salvatella Giralt N, et al. *Técnicas de modificación de placa* (II). *Litotricia coronaria. Laser coronario. Manual de hemodinámica e intervencionismo cardiaco*. Aravaca, Madrid: Mc Graw Hill, 2022.p 580-588.
5. Kereiakes, D.J., Hill, J.M., Ben-Yehuda, O., Maehara, A.,Alexander, B. and Stone, G. W. (2020). *Evaluation of safety and efficacy of coronary intravascular lithotripsy for treatment of severely calified coronary stenose: Design and rationale for the Disrupt CAD III trial*. Am heart J, 225:10-18.
6. Del Olmo DVV. *Litotricia intracoronaria: resultados* [Internet]. Sociedad Española de Cardiología. 2021 [citado el 24 de julio de 2024]. Disponible en: https://secardiologia.es/blog/rec-interventional-cardiology/12264-litotricia-intracoronaria-resultados
7. Hill JM, Kereiakes DJ, Shlofmitz RA, Klein AJ, Riley RF, Price MJ, et al. *Intravascular lithotripsy for treatment of severely calcified coronary artery disease.* J Am Coll Cardiol [Internet]. 2020;76(22):2635–46. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2020.09.603
8. Liang B, Gu N. *Evaluation of the safety and efficacy of coronary intravascular lithotripsy for treatment of severely calcified coronary stenoses: Evidence from the serial Disrupt CAD trials.* Front Cardiovasc Med [Internet]. 2021;8. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3389/fcvm.2021.724481
9. Cid Álvarez A.B, Rodríguez Leor O, Pérez de Prado A. *Litotricia intracoronaria. Manual de modificación de placa*. Majadahonda, Madrid: Ergon, 2023.p 55-61.

TEMA 22

5. BALÓN DE CORTE

Joan Alonso Moreno, María Luisa Salor López

Unidad de Hemodinámica. Consorcio Hospital General Universitario de València. Valencia.

1. INTRODUCCIÓN

Las calcificaciones de las arterias coronarias (CAC) siempre han representado un desafío para las intervenciones coronarias percutáneas (ICP) al limitar la expansión del stent y aumentar la probabilidad de fallo del stent durante el seguimiento.

Con este contexto, a principios de los años 90 y con el objetivo de disponer de un dispositivo capaz de realizar una modificación o rotura de una placa ateroesclerótica en las arterias coronarias se diseñan los primeros balones de corte[1].

Estos dispositivos se han ido desarrollando con el paso del tiempo, apareciendo diferentes diseños y los balones de scoring. Se han desarrollado varias técnicas de modificación del calcio (entre las que se encuentran los balones de corte y los de scoring) con un éxito variable con el objetivo de mejorar los resultados agudos y a largo plazo de la ICP.

Cabe destacar que el beneficio de la preparación de la lesión con balón de corte es más pronunciado en presencia de calcificaciones severas.

Con la experiencia, cada vez se tienen más datos sobre el efecto del uso de estos dispositivos. Además de la recomendación de los balones de corte en angioplastias en las que no es posible la preparación de la lesión con balones convencionales o no compliantes (el uso de balón de corte en comparación con la angioplastia con balones no compliantes parece factible incluso cuando se infla a alta presión), se abren nuevos escenarios para el uso de estos balones, aparte de las calcificaciones, como pueden ser las reestenosis intrastent[2].

2. MECANISMO DE ACCIÓN

Balón de corte: consiste en balones no compliantes sobre el que se disponen microcuchillas de metal que, al inflarse, producen un corte en longitudinal sobre la placa.

Algunos balones de corte más evolucionados tienen aterotomos, o cuerdas de nitinol en espiral, que crean incisiones longitudinales favoreciendo la creación de una disección controlada en vez de una disrupción no controlada de la placa.

Los balones de corte tienen mayor poder de modificación si el calcio es concéntrico.

La elección del tamaño de los balones de corte se ha realizado históricamente siguiendo una relación 1:1 con el diámetro del vaso realizando inflados a presión nominal. Hoy

día, algunos de estos balones permiten inflados a altas presiones cuando la relación de tamaño es 0,5:1.

No obstante, faltan datos que comparen los balones de corte inflados a alta presión en lugar de a presión nominal en las calcificaciones coronarias.

Scoring: consiste en balones convencionales o no compliantes sobre los que se disponen diferentes estructuras como protuberancias, hebras de nylon, metálicas o de nitinol que modifican la placa con su inflado.

Las diferencias entre el uso de balones de corte y balones de scoring no está del todo clara ya que por el momento no existen suficientes estudios aleatorizados (sí algunos) que comparen exclusivamente los balones de corte con los de scoring. Cualquier conclusión sobre la efectividad comparada de estos dispositivos sería especulativa.

3. INDICACIONES

Como se ha comentado brevemente en la introducción, el uso de los balones de corte se ha reservado para la preparación de lesiones con calcificación moderada o severa con la intención de fragmentar y preparar la placa en mejor disposición para aceptar la terapia con seguridad (ya sea con balón liberador de fármaco o implante de stent)[2].

Se suele aceptar el tratamiento de las lesiones calcificadas a tratar con balones de corte o scoring que cumplen estas características[3,4]:

- Moderadas (5 mm de longitud), o tubulares (10 a 20 mm).
- Diámetro de referencia del vaso de 2,00 mm a 4,00 mm.
- Ligera o moderada tortuosidad del segmento proximal a la lesión.
- Segmentos sin angulaciones, con bifurcaciones <45°.
- Lesiones con tejido neointimal grueso (>100 micras por OCT).

Hay que remarcar que también se ha descrito el uso de los balones de corte para el tratamiento de reestenosis intrastent[2].

Se ha demostrado que el uso de balón de corte en combinación con balón liberador de fármaco tiene mejores resultados en el tratamiento de las reestenosis intrastent frente a las reestenosis que solo son tratadas con balón liberador de fármaco[5].

Esto se debe a que, con esta práctica, existe una desestructuración de la neoíntima mayor, lo que incrementaría la absorción y retención del fármaco[6].

La **Tabla 1** muestra algunos de los estudios aleatorizados más relevantes que han respaldado el uso de balón de corte o scoring en lesiones calcificadas y en reestenosis intrastent comparándolas con el tratamiento con balones[7-9]:

TABLA 1. Estudios comparativos.

ESTUDIO	INDICACIÓN	DISPOSITIVOS COMPARADOS
ISARE – DESIRE 4 (2017)	Reestenosis intrastent (farmacoactivos)	Balones convencionales vs balones de scoring
ISAR – CALC (2021)	Lesiones calcificadas	Balones OPN vs balones de scoring
COPS (2022)	Lesiones calcificadas	Balones NC vs balones de corte

Otra de las posibles indicaciones para el uso de balones de corte es el tratamiento de los hematomas intramurales (se suelen detectar con IVUS). Los balones de corte producen fenestraciones sobre estas estructuras que facilitan su drenaje[1].

4. COMBINACIÓN CON OTRAS TÉCNICAS DE MODIFICACIÓN DE PLACA

Las técnicas de modificación de placa se han desarrollado mucho recientemente, y en la actualidad existen diferentes técnicas que comparten el objetivo de preparar la placa calcificada para su tratamiento y que pueden ser combinables en el mismo procedimiento. Los dispositivos de modificación de placa más utilizados en España son la aterotomía rotacional y los propios balones de corte[10].

Existen otros como pueden ser la aterotomia orbitacional o la litotricia intracoronaria (ver temas).

5. COMBINACIÓN CON TÉCNICAS DE IMAGEN

La complejidad de las lesiones calcificadas, que suponen el mayor porcentaje de procedimientos en los que se usan estos dispositivos, hace que en muchas ocasiones se empleen técnicas y dispositivos de imagen.

Las técnicas de imagen IVUS y OCT intracoronaria[2] en angioplastias sobre lesiones calcificadas en las que se usan balones de corte o scoring se emplean para:

- Guiar la angioplastia con seguridad.
- Determinar la naturaleza y profundidad de la placa de calcio, así como de la pared del vaso.
- Determinar la extensión, disposición y circunferencia del calcio (arco expresado en grados).
- Comprobar el efecto de estos dispositivos sobre la lesión a tratar.

6. CONTRAINDICACIONES

Como cualquier otra técnica, las dilataciones con balones de corte o scoring no están exentas de complicaciones[4,11,12]. Las más aceptadas son:

- Alergia al material del balón.
- Espasmo coronario con ausencia de estenosis significativa.
- IAM o shock cardiogénico en curso.
- Aneurisma o disección coronaria.
- Trombo coronario en las primeras 24-48 horas.
- Trombosis reciente del stent (3 meses).

Existen algunas situaciones en las que el uso de los balones de corte o scoring no está totalmente contraindicado, pero sí de manera relativa. Algunos ejemplos son:

- Angulación tortuosa o severa del vaso (>90 grados).
- Lesiones coronarias muy largas (>20 mm).
- Bifurcaciones coronarias complejas (tipo Medina 1, 1,5 o 2).
- Angioplastia previa con balón de corte.

7. COMPLICACIONES

Como complicaciones generales se tienen en cuenta las típicas de una angioplastia (ver tema), así como las que puedan aparecer derivadas del uso de otras técnicas de modificación de placa. Sin embargo, la más frecuente es la disección coronaria[4].

8. EJEMPLOS DE DISPOSITIVOS EN EL MERCADO

a) FLEXTOME

El balón de corte Flextome® Cutting Ballon® (Boston Scientific) fue el primer dispositivo de aterotomía que se desarrolló.

Consiste en un balón no distensible rodeado de tres o cuatro microtomos longitudinales. La estructura del balón es ideal para las lesiones resistentes a la dilatación con balón convencional.

El Flextome® tiene un perfil de cruce relativamente grande, que varía de 0,041 a 0,046 pulgadas, dependiendo del número de aterotomos y del tamaño del balón seleccionado[13].

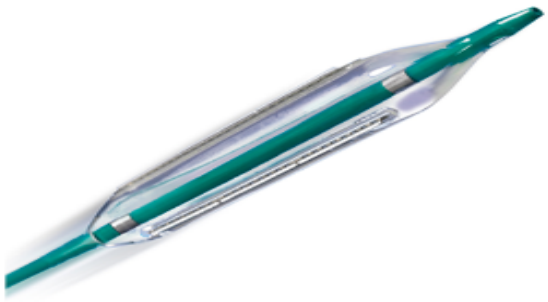


Figura 1. Balón Flextome.

Fuente: https://technohealth.com.ar/flextome-cardiologia/

Uso y preparación del material

- Lavado con suero fisiológico estéril a través de la vaina protectora.
- Retirada de fiador en la luz.
- Purgado del lumen con suero fisiológico estéril.
- Conexión del sistema de inflado por el puerto lateral.
- Realizar doble aspiración negativa.
- Enhebrar en la guía de angioplastia sin hacer contacto directo con el cuerpo del balón.
- En posición, realizar inflado suaves hasta presión nominal.
- Retirada en aspiración negativa.
- Desechar.

b) WOLVERINE

El balón de corte Wolverine® es un balón de intercambio rápido con tres o cuatro microcuchillas montadas en su superficie que facilitan la fractura del calcio. Recientemente se ha optimizado su navegabilidad[13], y se ha reducido el perfil de cruce optimizando el tamaño de las cuchillas como se aprecia en la **Figura 2**. Su diseño se desgrana en la **Figura 3**.

Destaca por sus tres mecanismos de acción:

- Micro incisiones lineales de expansión regulares y uniformes para una fractura controlada: minimiza recoil.
- Anclaje sin desplazamiento de balón/placa: reduce el riesgo de desplazamiento.
- Amplificación de fuerza: produce fracturas longitudinales muy precisas.

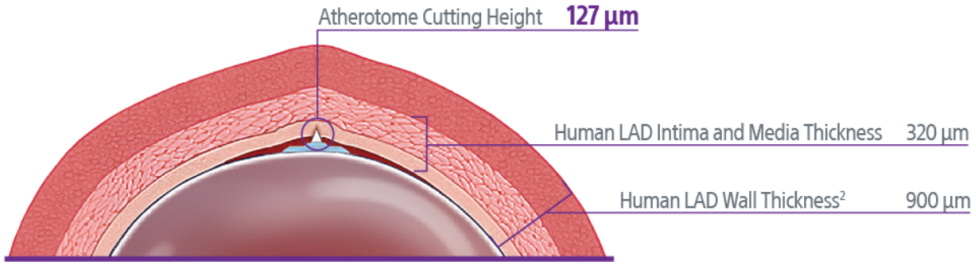


Figura 2. Relación de tamaño microcuchillas: íntima.

Fuente: https://www.bostonscientific.com/es-CL/productos/balones-corte/wolverine-balon-corte.html

Cuenta con eficacia demostrada tanto en calcio excéntrico como concéntrico, en un rango de 360 grados.

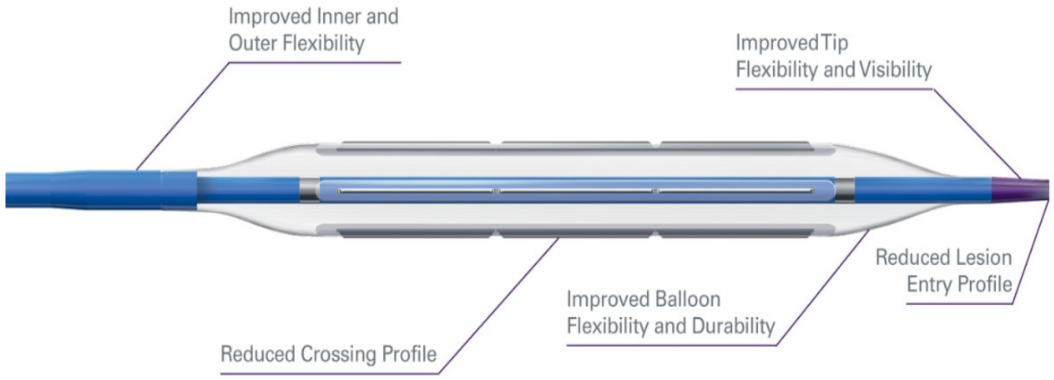


Figura 3. Componentes del balón Wolverine.

Fuente: https://www.bostonscientific.com/es-CL/productos/balones-corte/wolverine-balon-corte.html

Uso y preparación del material

- Lavado con suero fisiológico estéril a través de la vaina protectora.
- Retirada del fiador en la luz.
- Purgado del lumen con suero fisiológico estéril.
- Conexión del sistema de inflado por el puerto lateral.
- Realizar doble aspiración negativa.
- Enhebrar en la guía de angioplastia sin hacer contacto directo con el cuerpo del balón.
- En posición, realizar inflado suave hasta presión nominal.
- Retirada en aspiración negativa.

c) ANGIOSCULP RX PTCA

Es un balón de corte superficial, semicompliante, de punta conificada **(Figura 4)**, considerado como balón de scoring, que incorpora tres o cuatro filamentos flexibles de nitinol, que rodean el balón de manera helicoidal **(Figura 5)**.

Fue diseñado para ser más flexible y tener mejor perfil de cruce que Flextome®, y hoy por hoy en la práctica se podría igualar al Wolverine®. El fabricante lo resalta como el balón adecuado para las reestenosis intrastent.

Este diseño (bordes con marcas rectangulares) y la presencia de nitinol facilitan la expansión controlada y uniforme del balón. Concentra la fuerza radial en los puntos donde los filamentos contactan con la placa, evitando el deslizamiento (fenómeno de pepita de sandía) significativo del dispositivo durante el inflado[1,14].

Al igual que el Wolverine®, cuenta con eficacia demostrada tanto en calcio excéntrico como concéntrico, en un rango de 360 grados.



Figura 4. Punta conificada del balón Angiosculpt.

Fuente: https://www.usa.philips.com/healthcare/product/HCIGTDASEVOBC/angiosculpt-evo-scoring-balloon-catheter

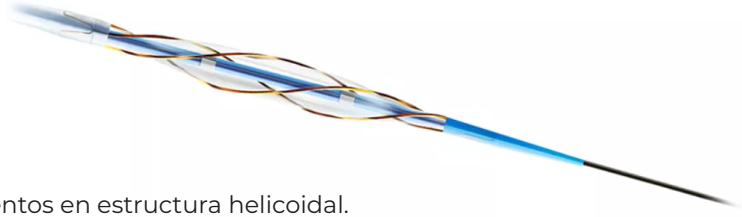


Figura 5. Filamentos en estructura helicoidal.

Fuente: https://www.usa.philips.com/healthcare/product/HCIGTDASEVOBC/angiosculpt-evo-scoring-balloon-catheter

Uso y preparación del material

- Lavado con suero fisiológico estéril a través de la vaina protectora.
- Retirada del fiador en la luz.
- Purgado del lumen con suero fisiológico estéril.
- Conexión del sistema de inflado por el puerto lateral.
- Realizar doble aspiración negativa.
- Enhebrar en la guía de angioplastia sin hacer contacto directo con el cuerpo del balón.
- En posición, realizar inflado suave hasta presión nominal.
- Retirada en aspiración negativa.
- Desechar.

d) SCOREFLEX

Es un balón de scoring con una porción monorraíl extremadamente corta y un hilo de nitinol adicional de 0,011 pulgadas. Con el inflado del balón, el hilo de nitinol por un lado y la propia guía de angioplastia por el otro se impactan en la placa produciendo un efecto de modificación menor que el de un balón de corte, pero mayor que el de un balón convencional[13].

Su punta cónica y el mecanismo de doble guía minimiza el riesgo de disecciones.

Su principal ventaja es una gran flexibilidad y un perfil de cruce de 0,032 pulgadas, mejores que los de los balones previamente mencionados[13].

Otra de sus ventajas es su compatibilidad con catéteres guía desde de 5F[3].

Uso y preparación del material

- Lavado con suero fisiológico estéril a través de la vaina protectora.
- Retirada del fiador en la luz.
- Purgado del lumen con suero fisiológico estéril.
- Conexión del sistema de inflado por el puerto lateral.
- Realizar doble aspiración negativa.
- Enhebrar en la guía de angioplastia sin hacer contacto directo con el cuerpo del balón.
- En posición, realizar inflado suave hasta presión nominal.
- Retirada en aspiración negativa.
- Desechar.

Protocolo de inflado del Scoreflex

- Comenzar el inflado a 2 atm y mantener entre 10-20 segundos.
- Aumentar la presión de inflado 1 atm cada 10-20 segundos hasta que la hendidura del globo desaparezca.
- Mantener el inflado con esa presión 10 segundos. Una vez que la hendidura ha desaparecido, se puede aumentar 1 atm cada segundo hasta lograr el diámetro deseado.
- Mantener la presión máxima final durante 20 segundos.
- En caso de que esta técnica provoque molestias o cambios en el ECG, el operador puede desinflar, y una vez recuperado el flujo coronario, repetir el inflado partiendo de la presión ya alcanzada previamente.
- Se pueden repetir inflados adicionales según criterio del operador.

- El balón puede envolverse con ayuda del clip que se proporciona en el envase, con cuidado durante su manipulación tanto al colocarlo como al extraerlo.

e) OTROS

Existen más alternativas en el mercado que se mencionan a continuación:

- GRIP
- NSE
- ALPHA
- NAVISCORE

9. CUIDADOS DE ENFERMERÍA

Los cuidados de enfermería para los pacientes sometidos a angioplastia con balones de corte o scoring son los mismos que tras una angioplastia normal.

Se debe prestar atención a la posible aparición de complicaciones. Para la enfermera instrumentista es de vital importancia recordar a los operadores el tamaño de los balones que se está usando en cada momento, ya que el emplear un balón de corte o scoring más grande del que se pretende podría tener consecuencias especialmente graves descritas en el apartado de complicaciones.

BIBLIOGRAFÍA

1. Jurado Román A, Galeote G, Jiménez Valero S. *Manual de modificación de placa*. 1.ª ed. Madrid. 2023. ISBN: 978-84-19230-64-5.
2. Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A, et al. *Guía ESC/EACTS 2018 sobre revascularización miocárdica*. Rev Esp Cardiol. 2019;72(1):73.e1–102.
3. Fernández Maese JM, García Aranda FJ, Gómez Fernández M, Ramírez Yáñez P, Rodríguez García-Abad V, Sánchez Hernández EM, et al., eds. *Manual de procedimientos de enfermería en hemodinámica y cardiología intervencionista*. Madrid: Asociación Española de Enfermería en Cardiología; 2014. 621 p. ISBN: 978-84-697-0208-6.
4. Moreno R, Hernández Antolín R, De la Torre Hernández JM, et al. *Documento de consenso sobre el uso de balones de corte en angioplastia coronaria*. Rev Esp Cardiol. 2018;71(12):1073-1085.
5. Linares Vicente JA, Medina A, Pérez de Prado A, et al. *Resultado a los 5 años del balón de corte o incisión en el tratamiento de la reestenosis de stent coronario con balón farmacoactivo*. REC Interv Cardiol. 2022;4(1):12–8.
6. Radke P, Joner M, Joost A, et al. *Vascular effects of paclitaxel following drug-eluting balloon angioplasty in a porcine coronary model: the importance of excipients*. EuroIntervention. 2011;7:730–7.

7. Kufner S, Joner M, Schneider S, Tölg R, Zrenner B, Repp J, Starkmann A, Xhepa E, Ibrahim T, Cassese S, Fusaro M, Ott I, Hengstenberg C, Schunkert H, Abdel-Wahab M, Laugwitz KL, Kastrati A, Byrne RA; ISAR-DESIRE 4 Investigators. *Neointimal Modification With Scoring Balloon and Efficacy of Drug-Coated Balloon Therapy in Patients With Restenosis in Drug-Eluting Coronary Stents: A Randomized Controlled Trial*. JACC Cardiovasc Interv. 2017 Jul 10;10(13):1332-1340. doi: 10.1016/j.jcin.2017.04.024. PMID: 28683939.

8. Rheude T, Rai H, Richardt G, Allali A, Abdel-Wahab M, Sulimov DS, Mashayekhi K, Ayoub M, Cuculi F, Bossard M, Kufner S, Xhepa E, Kastrati A, Fusaro M, Joner M, Byrne RA, Cassese S. *Super high-pressure balloon versus scoring balloon to prepare severely calcified coronary lesions: the ISAR-CALC randomised tri*al. EuroIntervention. 2021 Aug 27;17(6):481-488. doi: 10.4244/EIJ-D-20-01000. PMID: 33258774; PMCID: PMC9724952.

9. Mangieri A, Nerla R, Castriota F, Reimers B, Regazzoli D, Leone PP, Gasparini GL, Khokhar AA, Laricchia A, Giannini F, Casale F, Bezzeccheri A, Briguori C, Colombo A. *Cutting balloon to optimize predilation for stent implantation: The COPS randomized trial*. Catheter Cardiovasc Interv. 2023 Mar;101(4):798-805. doi: 10.1002/ccd.30603. Epub 2023 Feb 25. PMID: 36841945.

10. Delgado-Aranaetal JR. *Dispositivos de modificación de placa en oclusiones coronarias crónicas totales: estudio PLACCTON*. RevEspCardiol.2022;75(3):213–222.

11. López-Sendón JJ, Merino JL, Fernández-Avilés F, et al. *Eficacia y seguridad de los balones de scoring en el tratamiento de las lesiones coronarias calcificadas*. Rev Esp Cardiol. 2023;76(3):233-240.

12. Cequier-Sánchez MJ, Fernández-Avilés F, Cequier A, et al. *Impacto del uso de balones de corte en la revascularización coronaria percutánea*. Rev Esp Cardiol. 2023;76(2):141-148.

13. Amat-Santos IJ, Fernández Díaz JA, editores. *Manual de intervencionismo percutáneo sobre oclusiones crónicas coronarias. Selección de casos, recomendaciones técnicas y claves del éxito*. Girona: Lenoir; 2021.

14. Singh HS, Kirtane AJ, Moses JW. *AngioSculpt® scoring balloon catheter: an atherotomy device for coronary and peripheral interventions*. Interv Cardiol. 2010;2:469-78.

TEMA 23

OCLUSIONES TOTALES CRÓNICAS

Ester Bajo Arambarri, Judit Ruiz Gabaldá

Unidad de Hemodinámica. Hospital Sant Pau de Barcelona. Barcelona.

1. INTRODUCCIÓN

Las angioplastias de las oclusiones crónicas totales (CTO) son un reto para muchos cardiólogos intervencionistas. No todos suelen ser expertos en estos procedimientos percutáneos, se requiere habilidad y conocimiento de las técnicas de revascularización más complejas.

Estos procedimientos requieren una preparación especial, así como material específico para su tratamiento. La causa más frecuente que origina una CTO es una causa trombótica secundaria a un infarto previo.

El personal de enfermería debe participar en la planificación y conocer la estrategia a seguir, así como tener conocimientos de todas las técnicas de abordaje.

Todas estas características hacen que puedan ser procedimientos largos, con posibilidad de requerir mayor cantidad de contraste, mayor dosis de radiación y con una tasa de éxito variable, así como una incidencia más alta de complicaciones.

El avance de las técnicas, la mejoría de los materiales y la experiencia de los intervencionistas incrementa el éxito de revascularización de estos procedimientos cada año.

2. DEFINICIÓN

Según la CTO Academic Research Consortium (CTO-ARC), se define una CTO como la interrupción total del flujo anterógrado (TIMI grado 0) y con una duración igual o superior a 3 meses, sin la presencia de trombo ni retención de contraste en la oclusión y con la presencia de circulación colateral[1].

La prevalencia de las CTO suponen entre el 12 y 30% de las coronariografías que se observan en los laboratorios de hemodinámica, aunque no todas ellas son susceptibles de ser revascularizadas percutáneamente[1].

3. CONTRAINDICACIONES PARA REALIZAR UNA CTO

- Intolerancia a la doble antiagregación.
- Lesión en espalda por radiodermitis.
- Enfermedad renal crónica.

- Trombocitopenia inducida por la heparina.
- Reacción anafiláctica por la administración de contraste.

4. CRITERIOS PARA RECANALIZAR LAS CTO

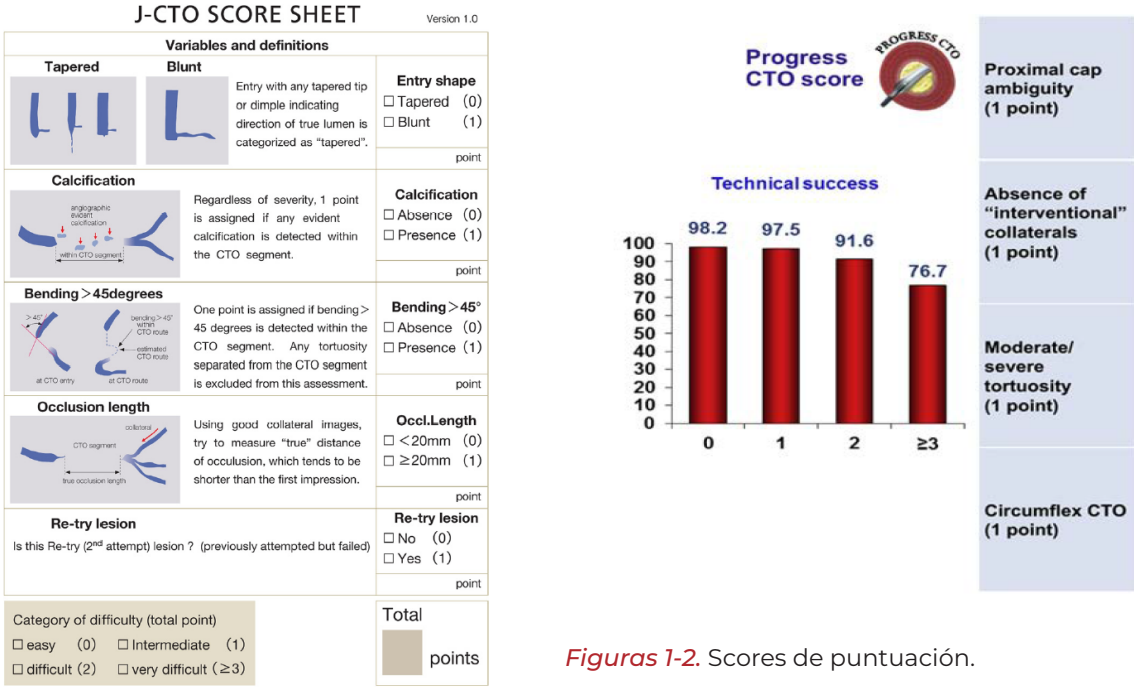
La revascularización está indicada en pacientes sintomáticos o con isquemia inducible y viabilidad demostrada atribuible a la CTO, a pesar de tratamiento médico. En estos casos, las guías de práctica clínica puntúan CLASE IIa nivel de evidencia B[2].

La decisión de revascularizar una CTO también dependerá de la relación riesgo/beneficio.

Una revascularización exitosa se asocia a un aumento de la calidad de vida, una mejor tolerancia a eventos coronarios, una disminución de necesidad de CAGB, una disminución de la isquemia y por tanto una mejoría de la angina, así como prevención de arritmias[1].

Existen factores clínicos que intervienen en el pronóstico de la revascularización como son: edad avanzada, tabaquismo, diabetes, insuficiencia renal, FEVI disminuida, arteriopatía periférica e ICTUS previo.

También existen diferentes scores de puntuación validados en donde se evalúa la complejidad de la intervención y el porcentaje de éxito de su recanalización según los factores angiográficos o anatómicos, como son el Registro Global Prospectivo para el Estudio de la Intervención de Oclusión Total Crónica (Progress-CTO) o el J-CTO score Sheet.



Figuras 1-2. Scores de puntuación.

5. FACTORES ANGIOGRÁFICOS A ANALIZAR

Cuando hablamos de CTO, tenemos que conocer la terminología que se utiliza para definir las diferentes partes anatómicas e identificar segmentos:

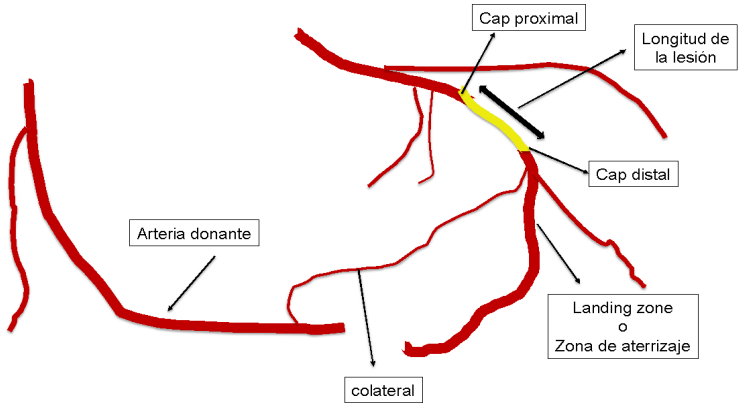
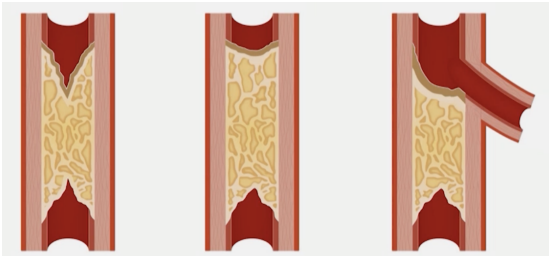


Figura 3. Definición de segmentos; "dibujo realizado por la autora".

5.1 CAP PROXIMAL /MUÑÓN /STUMP

Es la puerta de entrada a la oclusión, podemos intuir el inicio de la oclusión hacia donde se dirige. Existen diferentes tipos de muñones:



Afilada Romo Ambiguo

Figura 4. Diferentes tipos de cap proximal.

Según el tipo de cap proximal con el que nos encontremos, el intervencionista podrá iniciar el abordaje con una guía o con otra.

El cap distal suele ser más blando que el proximal y eso es importante tenerlo en cuenta si se evalúa la posibilidad de acceder a la oclusión por vía retrógrada.

5.2 CIRCULACIÓN COLATERAL

La circulación colateral es una red de conexiones arteriales que favorecen el flujo a un territorio comprometido y que pueden aparecer en algunos casos en el mismo momento en el que se interrumpe el flujo anterógrado de la arteria ocluida.

- **Circulación colateral ipsilateral (*Bridging collaterals*):** son pequeños canales que discurren paralelos al vaso ocluido y que conectan proximal y distal al vaso.
- **Circulación Colateral Retrógrada:**
  - ✓ **Homocoronaria:** mismo sistema coronario (diagonal rellena DA).
  - ✓ **Circulación Heteroconaria:** otro sistema coronario (septales rellenan CD).

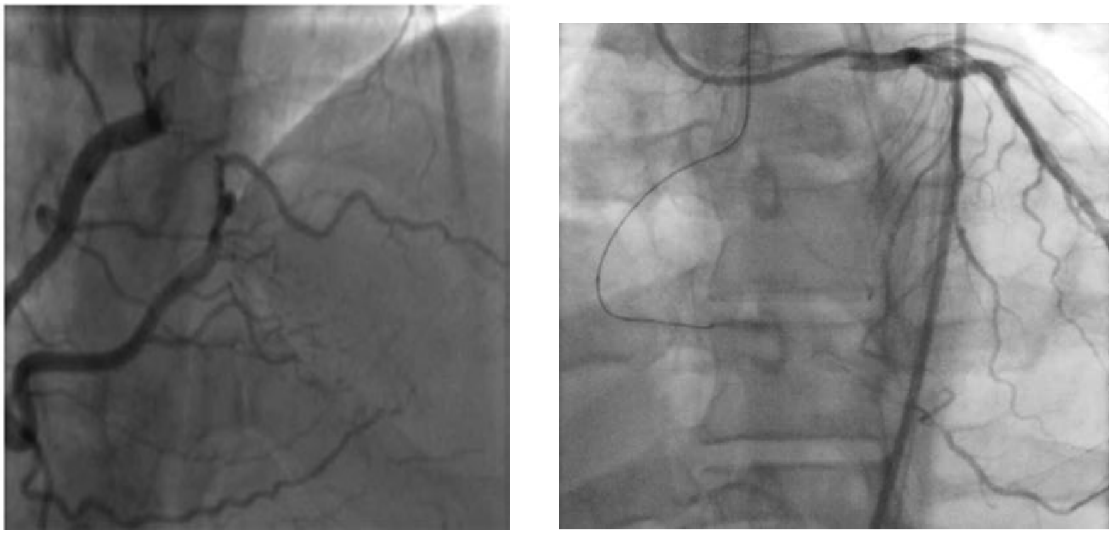


Figura 5. Imagen de colaterales. 1. Sianos G, et al; Eurointervention. 2005; 1:219-27.

Es muy importante analizar las colaterales: de dónde provienen, qué trayecto tienen y el número de colaterales factibles de abordar, su angulación, tortuosidad, tamaño y localización de la entrada distal a la lesión.

5.3 VASO PROXIMAL

Comprobar si existe un diámetro adecuado, si tiene placas o enfermedad previa a la oclusión, si tiene alguna rama proximal sana en la que poder tener soporte en caso de necesitar “anchoring”.

5.4 EL SEGMENTO OCLUIDO

Observar su longitud, calcificación, tortuosidad... a veces es de ayuda tener un TAC coronario previo en el que poder observar la presencia de calcio o intuir trayecto, así como pequeños vasos.

El cuerpo de la oclusión suele ser fibroso con células lisas, fibras de colágeno, lípidos e incluso calcio.

A mayor tiempo de oclusión, mayor dureza del segmento ocluido.

5.5 VASO DISTAL (TAMBIÉN LLAMADO *LANDING ZONE*)

Observar el diámetro del vaso, si hay ateromatosis o lesiones distales, si existe bifurcación, dónde le llegan las colaterales y desde dónde las recibe, así como la morfología del muñón distal.

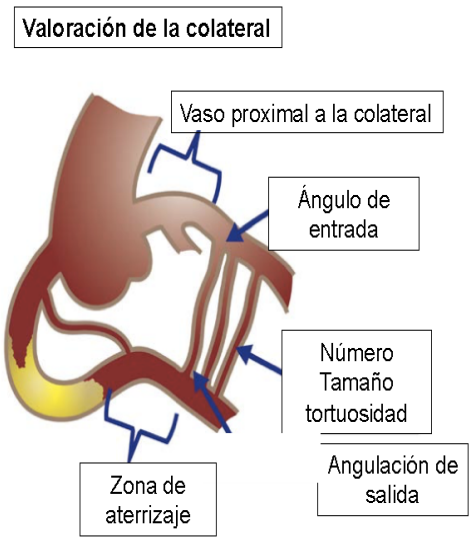


Figura 6. Valoración de segmentos.

Una vez analizadas las características clínicas y los factores angiográficos, se programa la intervención teniendo en cuenta que el laboratorio pueda estar ocupado más de lo previsto. Debemos prever el material necesario específico: catéteres guía, guías específicas de CTO, microcatéteres y extensores de catéteres y guías, soporte de imagen (IVUS, ecocardio).

6. PREPARACIÓN DEL PACIENTE

Si el servicio dispone de consulta de enfermería preintervencionismo, es un momento ideal para explicar el procedimiento a realizar, la duración del mismo, así como la posibilidad de canalizar 2 accesos arteriales (biradial o radial/ femoral o bifemoral), comprobar la información que tiene el paciente sobre la técnica, verificar la medicación antiagregante o suspensión de la anticoagulación, revisar la función renal y cualquier dato analítico fuera de rango. Informar de las dudas y del circuito organizativo propio de cada centro.

6.1 EN EL MOMENTO DE LA INTERVENCIÓN

- Realizaremos el protocolo de acogida de cada centro, verificación del check list.
- Revisión de la espalda en caso de acumulación de dosis de radiación por procedimientos previos (radiodermitis).

- Acomodación y monitorización completa, grabación del ECG basal en poligrafía, TA, Sat O2.
- Administración de analgesia o sedación (según protocolo de cada centro).
- Comprobación permeabilidad de la vía venosa periférica, es recomendable tener 2 accesos venosos periféricos en caso de necesidad, para aporte de líquidos o drogas inotrópicas o extracción niveles de coagulación (ACT).
- Prever problemas de micción (colector peneal o pañal protector).

6.2 MATERIAL EN MESA ESTÉRIL ESPECÍFICO

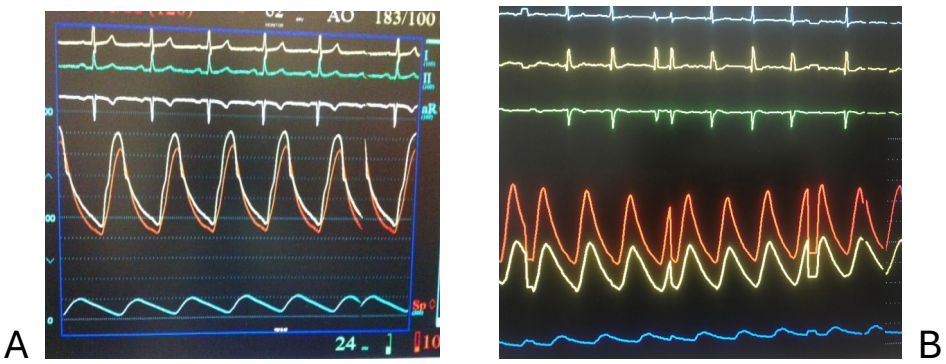
- Introductores adecuados (radial/femoral).
- Guía de intercambio.
- Guía *workhorse* inicial.
- Microcatéter inicial seleccionado.
- 2 llave en "Y" o conectores.
- Doble sistema de inyección: uno automático (retrógrado) y otro manual (anterógrado).
- 1 llave de 3 pasos adicional para añadir al equipo de inyección manual.
- Jeringa de 3cc luer lock,+ bol con contraste puro para inyectar a través del microcatéter.
- Rotulador estéril (opcional en caso de identificación de guías).
- Köcher estéril.

Es muy importante detectar y observar posibles complicaciones:

TABLA 1. Identificación de problemas durante el procedimiento.

IDENTIFICAR LAS 2 CURVAS DE PRESIÓN EN MONITOR	Relacionar las curvas con cada ostium coronario
AMORTIGUACIÓN CURVA DE PRESIÓN	Catéter en pared Introducción excesiva del catéter guía Trombosis del CG (ACT?) Purgado frecuente del acceso contralateral
CAMBIOS EN ECG	Aumento del ST Bloqueos AV Aire o burbujas en el circuito
APARICIÓN DE EXTRASÍSTOLES	Avance distal inadecuado de las guías

AUMENTO TENSIÓN ARTERIAL	Dolor, ansiedad Necesidad de micción
CONTROL NIVELES DE COAGULACIÓN	Controles cada 20-30 m niveles de ACT
OBSERVAR RADIACIÓN MGY / TIEMPO DE ESCOPIA	Sugerir cambios de proyección Colimar Bajar calidad o velocidad
VOLUMEN DE CONTRASTE ADECUADO	Modificar el volumen y flujo adecuándolo a cada arteria. Minimizar su administración



A B

Figura 7. Curvas de presión aórtica en ambos ostiums coronarios.

7. MATERIAL ESPECÍFICO EN CTO

La selección adecuada del material puede garantizar el éxito del procedimiento. La experiencia de los operadores y la mejora tecnológica de los materiales desarrollados por la industria facilitan el abordaje de estos procedimientos[4].

7.1 CATÉTERES GUÍA

Los catéteres guía deben proporcionar mucho soporte y coaxilidad, por lo que para la coronaria izquierda se recomienda los catéteres XB o EBU y para la coronaria derecha es útil el AL 0,75 o AL1.

La tendencia general es utilizar catéteres de 7 y 8Fr ya sea por acceso radial o femoral.

En casos en los que la curva de presión se halle muy amortiguada o ventricularizada, pueden utilizarse catéteres guía con agujeros laterales. En caso de no disponer de ellos, se pueden realizar con una aguja de carga y posterior purgado del catéter para evitar introducir material dentro de la coronaria.

7.2 EXTENSORES DE CATÉTERES GUÍA

Los extensores están formados por un hipotubo metálico y una extensión flexible distal, permitiendo una intubación más profunda dentro del vaso.

Los extensores de catéteres guía aumentan el soporte y la coaxilidad, favorecen el avance de dispositivos y facilitan la entrada de la guía retrógrada.

Es importante saber que cuando el extensor de guía está avanzado dentro de la arteria, no deberíamos inyectar contraste a través del CG ya que podríamos producir una disección del vaso.

7.3 MICROCATÉTERES

Los microcatéteres permiten aumentar el control y la fuerza de penetración de la guía. También protegen el vaso de lesiones inducidas por la guía y permiten realizar inyecciones selectivas de contraste.

Existen muchos microcatéteres en el mercado y evidentemente no podemos disponer de todos en cada uno de los laboratorios, es útil tener microcatéteres que puedan utilizarse por vía anterógrada y retrógrada, que tengan un perfil bajo y con diferentes tipos de puntas y recubrimiento hidrofílico.

Los microcatéteres utilizados por vía retrógrada deben tener una longitud de 150 cm. En cambio, si son utilizados por vía anterógrada, la longitud puede ser de 130 cm.

Existen microcatéteres con diferentes características:

- **De doble luz:** para acceder a una rama lateral o en caso de técnica de doble guía, para infusión de drogas o inyección de contraste (FineDuo, Sasuke).
- **Con espiral en la punta:** útil en vasos calcificados mediante rotación del mismo (Corsair,Turnpike, LP Mamba Flex).
- **Defectables** con diferentes angulaciones que permiten orientar la progresión de la guía (SuperCross, Teleflex®).

7.4 BALONES DE BAJO PERFIL

Los balones preferibles para usar en las angioplastias de las oclusiones son de bajo perfil y su diámetro oscila entre 1,0- 1,25 y 1,5 mm.

7.5 GUÍAS DE ANGIOPLASTIA

La selección de la guía en una angioplastia de una oclusión crónica es fundamental para el éxito del procedimiento. Debido a la gran variedad de guías existentes en el mercado, es importante conocer sus características de cada una para así poder familiarizarse con ellas[4].

7.5.1 Los objetivos específicos de las guías en CTO son:

- **Accesibilidad:** acceso a la lesión o a una rama lateral.
- **Cruce de microcanales:** para encontrar micro conexiones.
- **Penetración directa:** para pinchar y dirigir la guía a través de la oclusión.
- **Navegar colaterales:** a través de vasos septales o epicárdicos (pequeños, tortuosos y fáciles de dañar).
- **Knuckling:** avance de una guía prolapsada intencionadamente.
- **Reentrada:** para reentrar a la luz verdadera cuando ha habido disección.
- **Externalización:** para acceso retrógrado.

7.5.2 PARTES DE UNA GUÍA

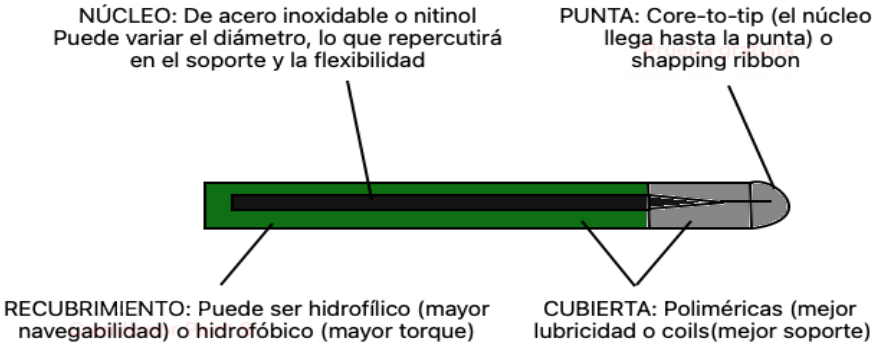


Figura 8.

- **Gramaje o fuerza de la punta:** se mide en gramos. Cuanta más alta sea la fuerza de la punta más capacidad tendrá para cruzar una lesión, aunque el riesgo de perforación será mayor; así las guías pueden clasificarse en: suaves (≤1gr) intermedias (>1gr ≤ 3gr), moderadas (>3gr <6gr), duras (≥6gr)[5].

8. TÉCNICAS DE SOPORTE UTILIZADAS CON FRECUENCIA

Las angioplastias de CTO precisan de intercambios frecuentes de guías y microcatéteres y de conocimientos de estrategias que favorezcan el avance de dispositivos.

A continuación, describimos las técnicas más utilizadas.

8.1 TÉCNICA DE ANCHORING

El objetivo es conseguir un buen anclaje y aumentar el soporte para permitir avanzar los dispositivos a través de la oclusión.

Hay que identificar una arteria sana previa a la oclusión (ramas auriculares, septales, marginales) sobre la que inflaremos un balón adecuado a su calibre.

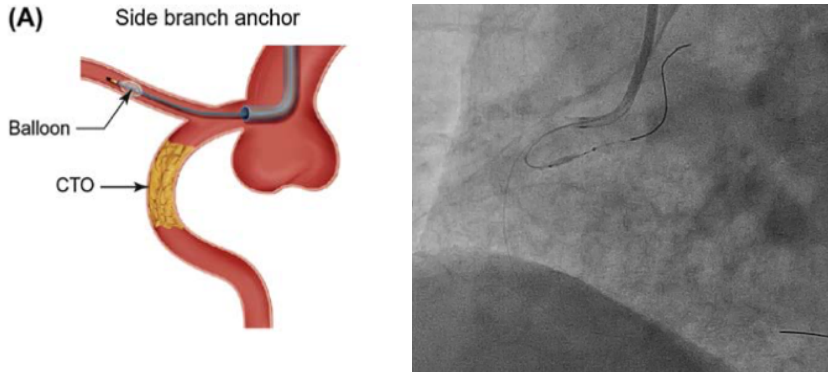


Figura 9. Técnica de *anchoring*.
Fuente dibujo: Manual of ChronicTotal Occlusion Interventions Emmanouil Brilakis.

8.2 AVANCE Y RETIRADA DE MICROCATÉTERES

El intercambio de guías y retiradas de microcatéteres durante una CTO, es frecuente durante la angioplastia. Las técnicas más habituales para llevar a cabo el intercambio son:

8.2.1 Trapping

El objetivo es retirar (o avanzar) el microcatéter, sin modificar la posición de la guía distal; para ello se retira el microcatéter distal hasta el catéter guía, se avanza un catéter balón a través o no de una guía secundaria (diámetros de balón de 2,0 para Cat guía de 6Fr y 2,5 para Cat guía de 7Fr).

Se infla el balón dentro del CG para fijar la guía y tras abrir la llave en Y retiraremos (o introduciremos) el microcatéter tal como muestra la imagen.

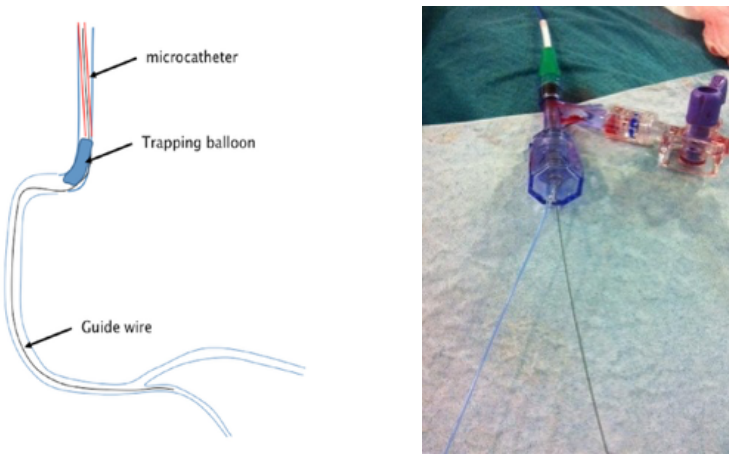


Figura 10. Trapping de la guía para retirada de microcatéteres.

8.2.2 Extensores de guía

Utilizar un extensor de guía compatible con la guía intracoronaria para poder disponer de mayor longitud de alambre y retirar (o avanzar) el microcatéter.

Es importante juntar bien las dos partes y no doblarlas para evitar que se suelten en el momento de la retirada del microcatéter; una vez haya salido, desconectar el alargo de guía.

8.2.3 Presión positiva

Retirar el microcatéter hasta enrasar la guía con el cono del microcatéter tal como se muestra en la fotografía, juntar con la infladora y subir presión hasta 12-14 atm, abriendo la llave en Y para la expulsión del microcatéter.

Esta técnica puede provocar un avance incontrolado de la guía coronaria por lo que debe hacerse únicamente con guías de bajo peso (más seguras).

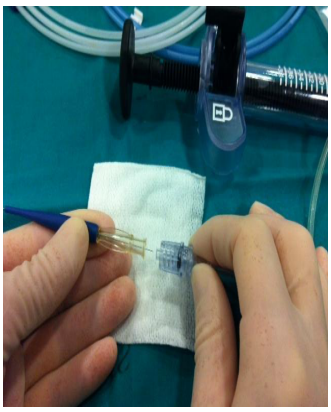


Figura 11. Retirada de microcatéter con presión positiva.

Todas estas técnicas son seguras y efectivas, si se realizan correctamente, dependerá de las preferencias del operador y del material disponible en ese momento.

9. TÉCNICAS DE ABORDAJE EN CTO

La planificación del abordaje tras el análisis detallado de la coronariografía diagnóstica es crucial para establecer la estrategia. Para ello, es fundamental la doble inyección de contraste a través de dos accesos arteriales, permitiendo:

- Visualizar las colaterales que pueden tener conexión con la parte distal de la oclusión.
- Intuir la longitud de la oclusión.
- Comprobar la posición correcta durante el avance de la guía anterógrada a través de la inyección retrógrada, siempre verificando en 2 proyecciones ortogonales.

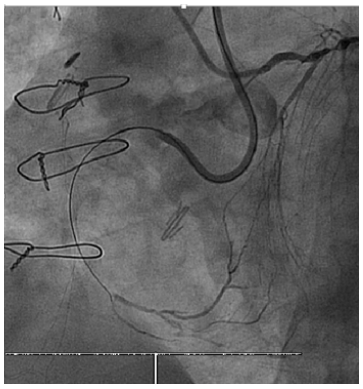


Figura 12. Comprobación retrógrada de la correcta posición de la guía anterógrada.

9.1 ABORDAJE ANTERÓGRADO

Es la técnica de inicio más frecuente para el abordaje de las oclusiones y con menor incidencia en complicaciones.

En el abordaje anterógrado podemos realizar diferentes técnicas:

- 9.1.1 Escalada de Guías.
- 9.1.2 Guías paralelas.
- 9.1.3 Técnica de ADR o disección y reentrada.

9.1.1 Escalada de guías

En la escalada de guías se recomienda utilizar en primer lugar una guía de angioplastia convencional (*workhorse*) dentro de un microcatéter hasta llegar al cap proximal, seguidamente intercambiar por una guía de punta afilada, polimérica y de bajo poder de penetración para ir progresando en poder de penetración a través de la oclusión.

Es la técnica más utilizada, útil en oclusiones cortas, segmentos rectos en que se sospecha la presencia de microcanales a través de la CTO o reestenosis intrastent.



Figura 13. Guía anterógrada en cap proximal.

9.1.2 Guías paralelas

Indicada cuando se tiene la sospecha que la primera guía no sigue un trayecto intra-placa. Esta técnica es la más apropiada para intentar avanzar una segunda guía y corregir la orientación hacia un plano mejor.

Para ello, dejaremos la primera guía en el espacio subintimal y avanzaremos una segunda guía con soporte de microcatéter para facilitar su progresión.

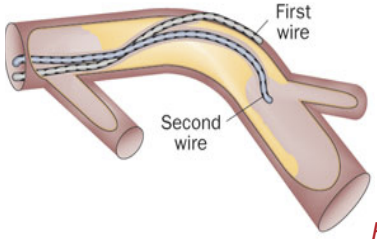


Figura 14. Avance de dos guías en paralelo.

También se puede utilizar un microcatéter de doble luz que mantendría estable la primera guía y mejoraría la capacidad de penetración de la segunda guía.

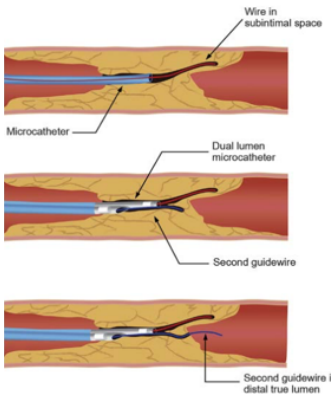


Figura 15. Catéter de doble luz con técnica de guías paralelas.

Fuente dibujo: Manual of ChronicTotal Occlusion Interventions Emmanouil Brilakis.

9.1.3 Técnica de disección y reentrada: "ADR"

La disección y reentrada anterógrada (ADR) es una estrategia segura y eficiente para cruzar oclusiones crónicas largas o de trayecto ambiguo, aprovechando la distensibilidad del espacio subintimal para avanzar a través de la oclusión. Sin embargo, una vez superada la CTO se requiere recruzar hacia la luz verdadera (reentrada). Las técnicas de ADR se pueden realizar mediante guías (técnica de knuckle) o con material específicamente diseñado.

9.1.3.1 Técnica de Knuckle

Esta técnica se realiza mediante un bucle marcado en la parte distal de una guía hidrofílica que se progresa a través del espacio subintimal tal como se muestra en la **Figura 16**.



Figura 16. Técnica de knuckle.

Fuente dibujo: Manual of ChronicTotal Occlusion Interventions Emmanouil Brilakis.

9.1.3.2 Técnica ADR mediante dispositivos: CrossBross/Stingray(Boston Scientific®)

Asimismo, se puede avanzar a través del espacio subitimal de forma controlada con ayuda del catéter de punta roma CrossBoss. A continuación, el catéter-balón Stingray, con su diseño plano, permite a través de sus orificios laterales reentrar en la luz verdadera.



Figura 17. Catéter CrossBross para disección anterógrada controlada.



Figura 18. Balón Stingray.

9.2 ABORDAJE RETRÓGRADO

La técnica retrógrada aborda la oclusión desde su extremo distal utilizando la presencia de ramos colaterales. Existen distintos tipos de conexiones colaterales: arterias septales, epicárdicas o injertos de derivación.

En caso de disponer de distintas opciones de vasos colaterales es preferible utilizar ramas septales, al ser más seguras en caso de una eventual perforación.

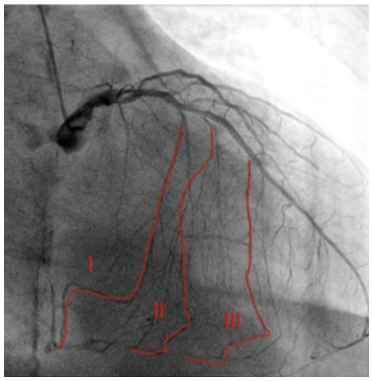


Figura 19. Identificación de septales.

De la misma forma que en el abordaje anterógrado, una vez alcanzado el cap distal se puede cruzar la oclusión mediante **escalada de guías**, a través de la placa, o mediante técnicas de disección reentrada.

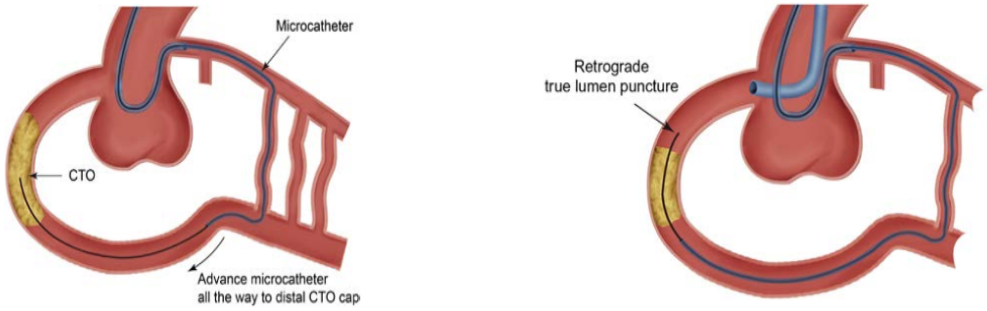


Figura 20. Acceso retrógrado.
Fuente dibujo: Manual of ChronicTotal Occlusion Interventions Emmanouil Brilakis.

9.2.1 Técnica de Reverse CART

En caso de no conseguir cruzar la CTO mediante la escalada de guías, la técnica más utilizada es el Reverse CART que consiste en el inflado de un balón por vía anterógrada, ya sea en posición subintimal o en luz verdadera, para facilitar la conexión de la guía retrógrada en la luz verdadera proximal[3].

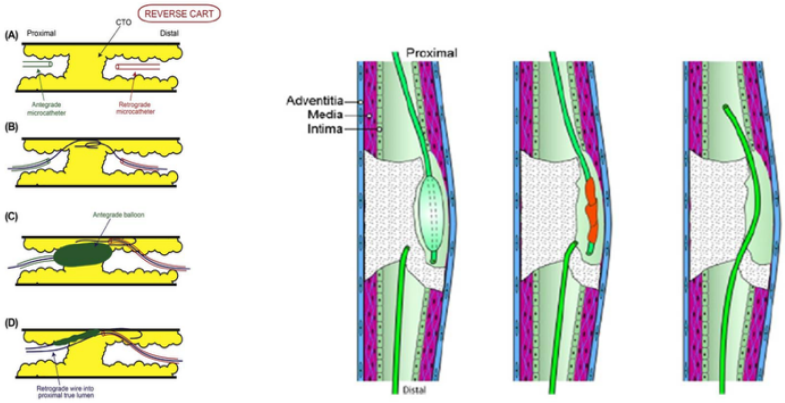


Figura 21. Técnica de Reverse CART.
Fuente dibujo: Manual of ChronicTotal Occlusion Interventions.

10. ALGORÍTMO HÍBRIDO

Con la finalidad de mejorar la eficiencia y seguridad del intervencionismo coronario en CTOs, se desarrolló el denominado algoritmo híbrido que engloba todas las técni-

cas disponibles, permitiendo seleccionar el abordaje inicial más adecuado, según las características de la oclusión.

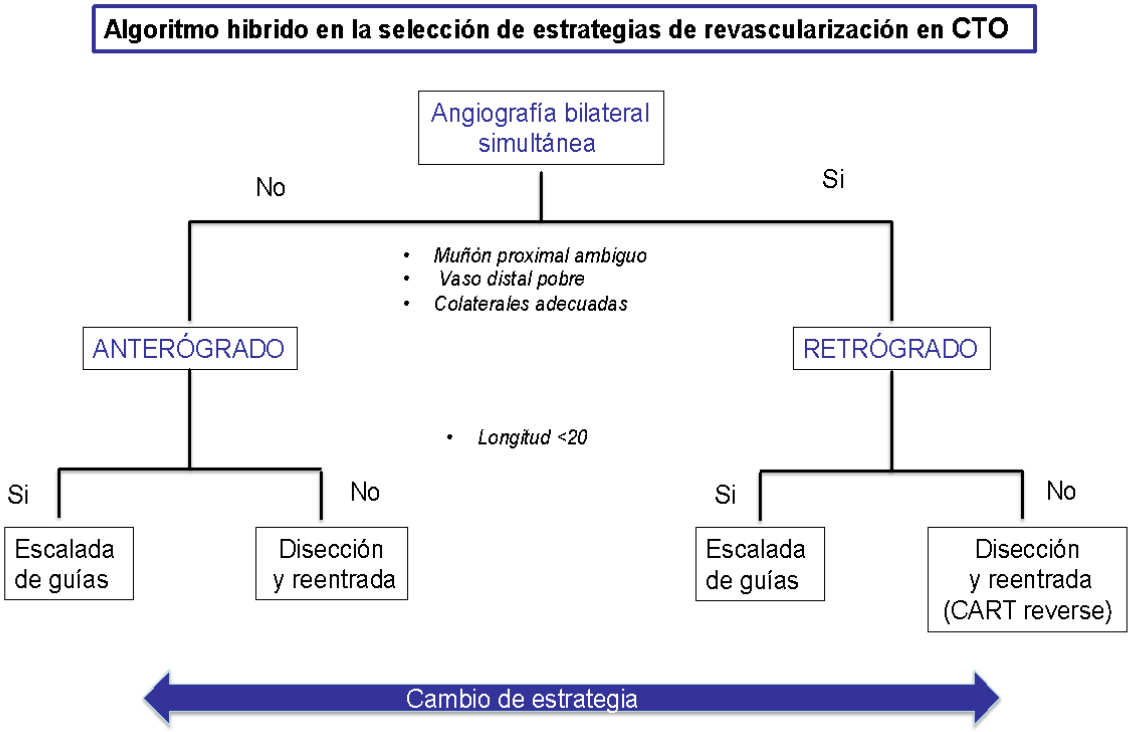


Figura 22. Esquema algoritmo híbrido.

11. EXTERNALIZACIÓN DE LA GUÍA

Una vez la guía retrógrada ha cruzado la CTO y se encuentra en luz verdadera proximal, el siguiente paso es conseguir introducirla en el CG anterógrado.

Para favorecer este paso, puede ser de ayuda tener un extensor de catéter en el sistema anterógrado que favorezca su coaxilidad y entrada.

En CTO ostiales puede necesitarse un lazo para cazar la guía en aorta e introducirla en el CG anterógrado.

Una vez posicionada la guía en el CG anterógrado, debemos avanzar el microcatéter retrógrado hasta el CG anterógrado.

En caso de dificultad, es posible atrapar ("*trapping*") la guía retrógrada en el CG anterógrado consiguiendo más fuerza de empuje.

Posteriormente, intercambiaremos la guía retrógrada por la de externalización hasta que salga por la llave en Y del sistema anterógrado. A continuación, se realiza la angioplastia por vía anterógrada, pero se recomienda mantener el asa arterial durante todo el procedimiento, ya que facilitará el avance de dispositivos (balones, stents...) a

través de la oclusión. Es conveniente mantener el microcatéter retrógrado en la rama colateral para protegerla de la tensión producida por la guía externalizada.

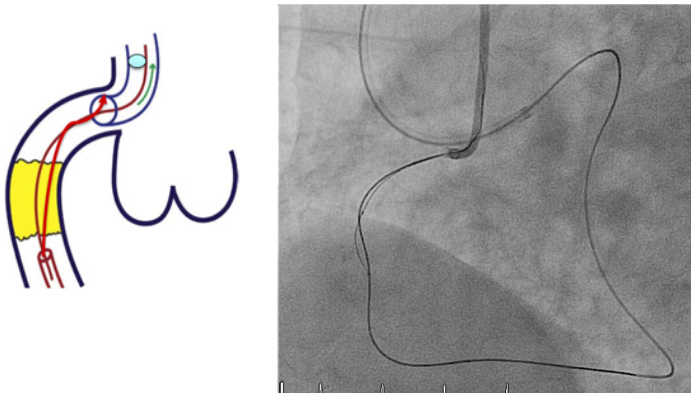


Figura 23. "*Trapping*" de la guía retrógrada para facilitar avance microcatéter retrógrado.

Fuente dibujo. Manual of ChronicTotal Occlusion Interventions Emmanouil Brilakis.

Si no se consigue avanzar el micro retrógrado hasta el CG anterógrado, podemos intentar introducir la guía retrógrada en un microcatéter anterógrado (Técnica de "tip-in") que avanzará a través de la oclusión. Posteriormente se podrá intercambiar la guía retrógrada por una anterógrada y continuar el procedimiento de forma convencional.

Una vez finalizada la angioplastia, hay que comprobar la permeabilidad y ausencia de disecciones o perforaciones de la arteria donante.

12. COMPLICACIONES

En general, las complicaciones son relativamente bajas, siendo más frecuentes si se realiza el abordaje retrógrado.

La incidencia de muerte o cirugía cardiaca es muy baja (<0,2%).

El taponamiento cardiaco suele ser alrededor del 0,3%.

El infarto posprocedimiento no supera el 2,5%.

La perforación y el atrapamiento de los materiales, así como la isquemia y el espasmo suelen ser complicaciones más habituales si se realiza el abordaje retrógrado.

Las complicaciones vasculares suelen ser poco frecuentes en torno al 1-2%.

La radiodermitis es una complicación que suele aparecer varias semanas posintervencionismo. Hay que advertir al paciente que, en caso de enrojecimiento de la espalda o lesión, tiene que acudir al servicio para realizar seguimiento posterior. Es una complicación con una incidencia del 0,5% y que puede repercutir negativamente en la calidad de vida del paciente. Está estrechamente relacionada con el tiempo de exposición a la radiación y el sobrepeso del paciente.

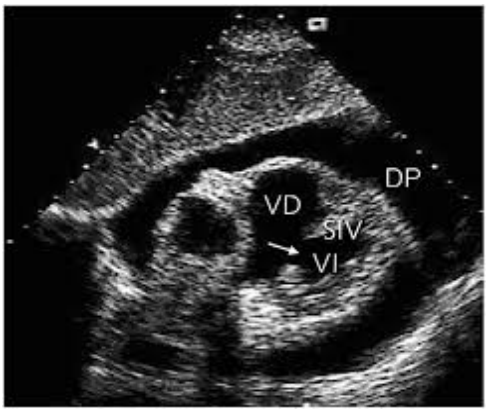


Figura 24. Taponamiento.



Lesión por radiodermitis (22Gy).

La nefropatía por contraste es una complicación descrita en este tipo de intervenciones. La prevención nefrotóxica y el control de la función renal ayudan a evitar complicaciones posteriores.

BIBLIOGRAFÍA

1. Emmanouil Brilaquis. *Manual of Chronic Total Occlusion Interventions*. 2nd Edition. United Kingdom: Project Manager: SamYoung; 2018
2. Amat-Santos IJ, Fernández Díaz JA. *Manual de Intervencionismo Percutáneo sobre oclusiones crónicas coronarias*. Lenoir; 2021.
3. Ybarra LF, Rinfret S, Brilakis ES, Karmpaliotis D, Azzalini L, Grantham JA, Kandzari DE, Mashayekhi K, Spratt JC, Wijeysundera HC, Ali ZA, Buller CE, Carlino M, Cohen DJ, Cutlip DE, De Martini T, Di Mario C, Farb A, Finn AV, Galassi AR, Gibson CM, Hanratty C, Hill JM, Jaffer FA, Krucoff MW, Lombardi WL, Maehara A, Magee PFA, Mehran R, Moses JW, Nicholson WJ, Onuma Y, Sianos G, Sumitsuji S, Tsuchikane E, Virmani R, Walsh SJ, Werner GS, Yamane M, Stone GW, Rinfret S, Stone GW; *Chronic Total Occlusion Academic Research Consortium. Definitions and Clinical Trial Design Principles for Coronary Artery Chronic Total Occlusion Therapies: CTO-ARC Consensus Recommendations*. Circulation. 2021 Feb 2;143(5):479-500. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.120.046754
4. Morino Y, Abe M, Morimoto T, Kimura T, Hayashi Y, Muramatsu T, Ochiai M, Noguchi Y, Kato K, Shibata Y, Hiasa Y, Doi O, Yamashita T, Hinohara T, Tanaka H, Mitsudo K; J-CTO Registry Investigators. *Predicting successful guidewire crossing through chronic total occlusion of native coronary lesions within 30 minutes: the J-CTO (Multicenter CTO Registry in Japan) score as a difficulty grading and time assessment tool.* JACC Cardiovasc Interv. 2011 Feb;4(2):213-21. doi: 10.1016/j.jcin.2010.09.024.
5. Mihajlo Kovacic. CTO-TOOLBOX-S.

CAPÍTULO VII

PROCEDIMIENTOS INTERVENCIONISTAS ESTRUCTURALES

Asociación Española de
Enfermería en Cardiología

TEMA 24

VALVULOPLASTIA MITRAL PERCUTÁNEA

Ignacio S Rodríguez García, Beatriz Botana Arranz, M.ª Luisa Benítez Laguna, Pilar Sagredo Espallargas, María Laguna Gómez, Ana Fernández Herranz

Unidad de Hemodinámica del Hospital 12 de octubre de Madrid. Madrid.

1. INTRODUCCIÓN

La estenosis mitral (EM) se caracteriza por el estrechamiento anormal de la válvula mitral, ubicada entre la aurícula izquierda y el ventrículo izquierdo. Este estrechamiento dificulta el flujo sanguíneo normal, lo que puede llevar a síntomas como fatiga, disnea y otros problemas cardiovasculares (fibrilación auricular, hipertensión pulmonar, tromboembolia, etc.).

El tratamiento de la EM puede implicar tanto tratamiento clínico como percutáneo/quirúrgico dependiendo del grado de severidad. La vía percutánea ha ido evolucionando a lo largo de los años hasta convertirse en un procedimiento seguro y fiable en pacientes que cumplan las condiciones clínicas, ecocardiografías y anatómicas adecuadas con EM moderada/severa y áreas <1,5 cm^2[1].

La introducción de técnicas de imagen avanzadas como la ecocardiografía tridimensional 3D ha revolucionado la visualización preoperatoria y la ejecución del procedimiento, permitiendo una mayor comprensión de la anatomía valvular.

2. INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES

Son características clínicas desfavorables para la elección de este tratamiento: la edad avanzada, comisurotomía previa, clase funcional IV, fibrilación auricular e hipertensión pulmonar grave.

Las características anatómicas y ecocardiográficas desfavorables incluyen: eco-score de Wilkins > 8, Cormier score > 3, área mitral muy pequeña y presencia de insuficiencia tricúspidea grave[2].

En conclusión, a la hora de elegir la realización de una valvuloplastia mitral percutánea (VMP), la evaluación del paciente debe realizarse de manera global.

1. Indicaciones para VPM en pacientes con área mitral ≤1,5 cm^2:
    - Sintomáticos (pacientes en grupo funcional ≥ II de la NYHA) con características favorables.
    - Sintomáticos con contraindicación o alto riesgo para cirugía.

- Sintomáticos con características anatómicas desfavorables pero el resto de características clínicas favorables.
- Asintomáticos con características favorables y alto riesgo de descompensación o tromboembolismo:
  - ✓ Historia previa de embolismo.
  - ✓ Contraste espontaneo en AI.
  - ✓ Fibrilación auricular paroxística reciente.
  - ✓ Necesidad de cirugía no cardiaca.
  - ✓ Deseo de embarazo.
  - ✓ Presión pulmonar sistólica >50 mmHg en reposo.

2. Contraindicaciones:
   - Indicación de cirugía cardiaca por otras causas.
   - Presencia de trombo.
   - Insuficiencia mitral ≥2.
   - Calcificación grave o presente en ambas comisuras.
   - Ausencia de fusión en comisuras.

La decisión de realizar una valvuloplastia mitral percutánea (VMP) debe basarse en una evaluación integral del paciente, considerando tanto las características clínicas como las anatómicas y ecocardiográficas. La identificación adecuada de los factores favorables y desfavorables permite optimizar los resultados y minimizar riesgos.

TABLA 1. Factores desfavorables para valvuloplastia mitral percutánea (VMP).

TIPO DE CARACTERÍSTICA	FACTORES DESFAVORABLES
Clínicas	• Edad avanzada • Comisurotomía mitral previa • Clase funcional IV (NYHA) • Fibrilación auricular • Hipertensión pulmonar grave
Anatómicas y ecocardiográficas	• Wilkins score >8 • Cormier score >3 • Área mitral extremadamente reducida • Insuficiencia tricuspídea grave

TABLA 2. Indicaciones para VMP en pacientes con área mitral ≤1,5 cm².

GRUPO DE PACIENTES	CRITERIOS ESPECÍFICOS
Sintomáticos con características favorables	• Clase funcional ≥ II de la NYHA
Sintomáticos con contraindicación o alto riesgo quirúrgico	• Se considera VMP como alternativa terapéutica
Sintomáticos con características anatómicas desfavorables	• Siempre que el resto de condiciones clínicas sean favorables
Asintomáticos con alto riesgo de descompensación o eventos tromboembólicos, y características favorables	• Historia previa de embolismo • Contraste espontáneo en aurícula izquierda • Fibrilación auricular paroxística reciente • Necesidad de cirugía no cardiaca • Deseo de embarazo • Presión pulmonar sistólica >50 mmHg en reposo

3. TÉCNICAS

Las técnicas utilizadas en VMP han evolucionado, pasando de la vía retrógrada, actualmente en desuso, a la vía anterógrada mediante acceso venoso con punción transeptal. Esta última ha demostrado una disminución de las complicaciones y una mejora de resultados clínicos, por lo que solo describiremos únicamente esta técnica.

Las técnicas empleadas en la valvuloplastia mitral percutánea (VMP) han evolucionado significativamente, pasando de la vía retrógrada —actualmente en desuso— a la vía anterógrada mediante acceso venoso con punción transeptal. Esta última ha demostrado una reducción de las complicaciones y una mejora en los resultados clínicos, por lo que centraremos la descripción únicamente en esta técnica.

1. **Doble balón:**
   A. Material:
      - Kit transeptal (vaina de Mullins, aguja de Brokenbourg, guía 0,025”).
      - Catéter tipo Berman.
      - 2 guías de alto soporte 0,035”.
      - 2 balones para dilatación de 15-20 mm de diámetro/40 mm de largo.

   B. Descripción de la técnica:
      - Se canaliza vena femoral y se realiza punción transeptal.
      - Se usa un catéter tipo Berman con el globo inflado para pasar de la AI al VI, se introduce una guía de alto soporte en VI y se repite el procedimiento para avanzar una segunda guía.

- Deslizamos los catéteres balón sobre las guías para la posterior dilatación de la válvula mitral.

(Existe la posibilidad de realizar esta técnica también con una sola guía usando catéteres balón Monorail)[3].

2. **Balón de Inoue:**

La técnica de balón de Inoue[4,5] es la más utilizada por su sencillez y seguridad, utilizando doble acceso (vena y arteria) para la medición de gradientes de presiones. La realización de un cateterismo derecho para la evaluación pre- y posprocedimiento del área mitral según la fórmula de Gorlin (gasto cardiaco y presiones basales) es cada vez más innecesaria debido a los avances en medición ecocardiográfica.

A. Material:

- Kit transeptal (vaina de Mullins, aguja de Brokenbourg, guía 0,025").
- Kit del balón de Inoue (guía pigteleada de 0,025", dilatador, estirador, deflector, jeringa *luer lock* centimetrada, calibre y catéter balón).
- Catéter *pigtail*.
- Guía 0,035".
- Catéter de Swan Ganz.

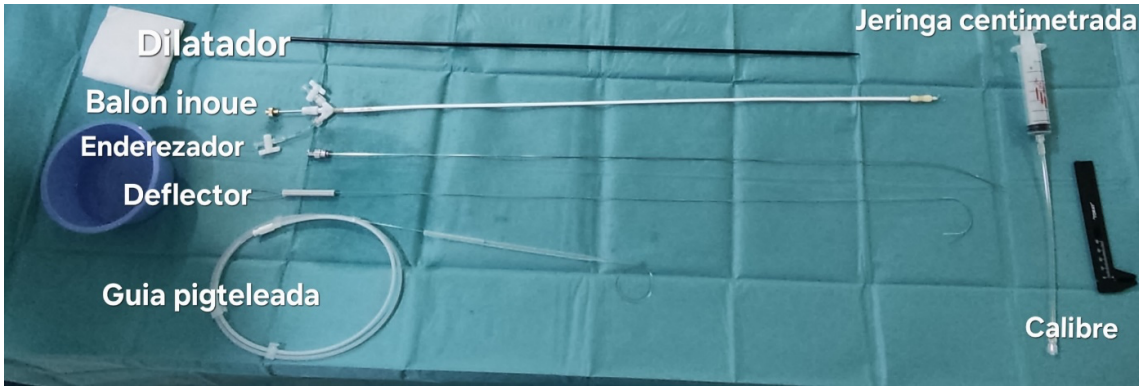


Figura 1. Kit balón de Inoue.

B. Preparación del balón:

- El balón está disponible en cuatro tamaños distintos (24, 26, 28 y 30 mm).
- Purgamos con suero inyectando desde el puerto de ventilación hasta que este salga por el puerto principal y cerramos las llaves de ambos puertos.
- Cargamos la jeringa centimetrada con suero y contraste al 33% hasta la medida de inflado deseada y realizamos un inflado para medir la cintura

del balón con el calibre proporcionado en el kit y tras la correlación con la jeringa centimetrada vaciamos el balón y lo dejamos conectado con el volumen deseado.

- Introducimos el estirador de metal plateado a través del catéter balón y lo avanzamos hasta la conexión metálica dorada del propio catéter uniendo ambas conexiones entre sí.
- Tras estirar el balón avanzamos el conjunto hasta el tubo de plástico y lo ajustamos con un sistema *luer lock*.

C. Descripción de la técnica:

- Acceso arterial:

Se avanza catéter *pigtail* hasta raíz aortica para facilitar la punción transeptal, y una vez realizada esta se avanza hasta VI.

- Acceso venoso:

Se realiza punción transeptal desde vena femoral (siempre preferible femoral derecha por disposición anatómica).

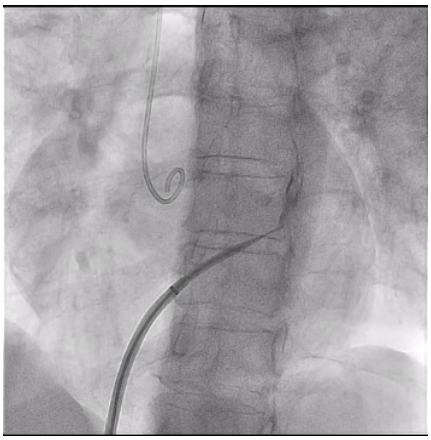


Figura 2. Punción transeptal.

- A través de la vaina de Mullins colocamos la guía pigteleada en AI. Dilatamos el septo interauricular para lograr avanzar el balón.
- Avanzamos el balón estirado a través del septo.
- Una vez en AI, realizamos en orden inverso el montaje para retirar el estirador y la guía pigteleada.
- Avanzamos deflector para atravesar la válvula mitral y una vez en VI se infla la porción distal del balón y se retira hasta apoyarse en el plano valvular donde se procede al inflado total de este.

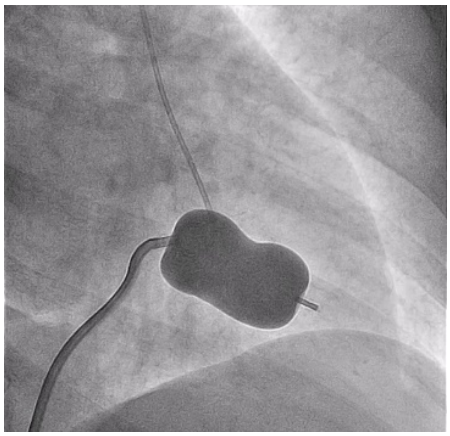


Figura 3. Inflado balón valvuloplastia.

- Si el resultado final es el esperado retiramos el balón hasta AI quitando el deflector e introduciendo la guía pigteleada. Volvemos a enderezar el catéter balón con el estirador para facilitar el paso por el septo y retiramos todo el sistema dando un punto en 8 para realizar la hemostasia venosa.

4. CUIDADOS DE ENFERMERÍA

(Nanda, 2021-2023)[6]

NANDA	NOC	NIC
00006 Hipotermia • Reducción de la temperatura corporal por debajo de los límites normales • Taquicardia • Hipertensión	• Termorregulación	• Monitorización de signos vitales • Regulación de la temperatura: intraoperatoria • Tratamiento de la hipotermia
00029 Disminución del gasto cardiaco • Arritmias • Cambios en el ECG	• Estado circulatorio	• Regulación hemodinámica • Monitorización de signos vitales • Cuidados cardiacos
00132 Dolor agudo • Subjetivas: Autoinforme de intensidad del dolor usando escalas estandarizadas de valoración del dolor • Objetivas: Cambio en parámetros fisiológicos • Conducta expresiva (agitación, irritabilidad) • Conducta defensiva (tocarse zona dolorida, cambios en la postura)	• Control del dolor • Satisfacción del paciente	• Administración de analgésicos • Manejo de la sedación • Manejo del dolor • Vigilancia
00134 Náuseas • Aumento de la salivación • Sensación nauseosa	• Nivel de comodidad	• Manejo de las náuseas • Manejo del vómito • Manejo de la medicación

00146 Ansiedad • Afectivas • Angustia, temor • Nerviosismo, sobreexcitación • Cognitivas • Deterioro de la atención • Confusión, preocupación, olvido • Conductuales • Agitación • Fisiológicas • Hipertensión o hipotensión • Urgencia miccional • Taquipnea • Palpitaciones (entre otras)	• Control de la ansiedad • Apoyo emocional	• Manejo ambiental • Establecer relación terapéutica
00195 Riesgo de desequilibrio electrolítico	• Control del riesgo	• Manejo de líquidos y electrolitos • Monitorización de los signos vitales
00205 Riesgo de shock	• Estado de los signos vitales • Estado neurológico • Estado circulatorio	• Manejo del shock: cardiaco • Regulación hemodinámica • Precauciones circulatorias • Manejo de los signos vitales
00206 Riesgo de sangrado	• Mantenimiento de la integridad tisular • Control del riesgo	• Monitorización de los signos vitales • Control postural • Vigilancia
00214 Disconfort • Ansiedad • Temor • Irritabilidad • Sintomas relacionados con la enfermedad • Carencia de privacidad	• Bienestar	• Acuerdo con el paciente • Manejo de la medicación • Apoyo emocional • Manejo ambiental: entorno
00217 Riesgo de reacción alérgica	• No experimenta una respuesta alérgica: localizada o sistémica	• Identificar fuente(s) de alértenos a los cuales el paciente es sensible o podría mostrar sensibilidad • Vigilancia de signos y síntomas
00291 Riesgo de trombosis	• Circulación: estado de los vasos sanguíneos • Riesgo de complicaciones trombóembólicas • Adherencia a las medidas preventivas de trombosis	• Monitorización de signos vitales y perfusión periférica • Enseñanza: prevención de la trombosis venosa profunda (TVP) • Movilización temprana • Administración de anticoagulantes según las indicaciones médicas

5. COMPLICACIONES

- Las propias de una punción venosa y arterial (hematoma, fistula arteriovenosa, pseudoaneurisma, trombosis, etc.).
- Derrame pericárdico o taponamiento cardiaco producidos por la punción transeptal o la sobredilatación de la válvula.
- Insuficiencia mitral severa por la afectación de la anatomía tanto valvular como subvalvular.
- Arritmias cardiacas.
- Accidentes cerebrovasculares por movilización de trombos en la orejuela izquierda[7,8].

BIBLIOGRAFÍA

1. Baumgartner H, Falk V, Bax JJ, De Bonis M, Hamm C, Holm PJ, Iung B, Lancellotti P, Lansac E, Rodriguez Muñoz D, Rosenhek R, Sjögren J, Tornos Mas P, Vahanian A, Walther T, Wendler O, Windecker S, Zamorano JL; ESC Scientific Document Group. *2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease.* Eur Heart J. 2017 Sep 21;38(36):2739-2791. doi: 10.1093/eurheartj/ehx391.
2. Wilkins GT, Weyman AE, Abascal VM, Block PC, Palacios IF. *Percutaneous balloon dilatation of the mitral valve: an analysis of echocardiographic variables related to outcome and the mechanism of dilatation.* Br Heart J. 1988 Oct;60(4):299-308. doi: 10.1136/hrt.60.4.299.
3. Bonhoeffer P, Esteves C, Casal U, Tortoledo F, Yonga G, Patel T, Chisholm R, Luxereau P, Ruiz C. *Percutaneous mitral valve dilatation with the Multi-Track System.* Catheter Cardiovasc Interv. 1999 Oct;48(2):178-83. doi: 10.1002/(sici)1522-726x(199910)48:2<178::aid-ccd11>3.0.co;2-5.
4. Martín J, Cruz I. *Manual de Hemodinámica e Intervencionismo Cardiaco.* Madrid: Marbán; 2014. p. 30-31, 502-519.
5. Fernández-Maese JM, García-Aranda FJ, Gómez-Fernández M, Ramírez-Yáñez P, Rodríguez-García-Abad V, Sánchez-Hernández EM, et al., Seoane-Bello M, eds. *Manual de Procedimientos de Enfermería en Hemodinámica y Cardiología Intervencionista.* Madrid: Asociación Española de Enfermería en Cardiología; 2014.
6. NANDA International. *NANDA International Nursing Diagnoses: Definitions and Classification.* 12th ed. Oxford: Wiley-Blackwell; 2021-2023.

TEMA 25

VALVULOPLASTIA AÓRTICA Y PULMONAR

Verónica Sanz López, Silvia Ustero Pardos

Unidad de Hemodinámica del Hospital Central de la Defensa Gómez Ulla. Madrid.

1. VALVULOPLASTIA AÓRTICA

1.1 INTRODUCCIÓN

La valvuloplastia aórtica está indicada en aquellos casos donde existe una estenosis de la válvula aórtica (EAo) severa. Dicha valvulopatía es una de las más prevalentes en los países occidentales, cuya principal causa es la degenerativa en una sociedad donde cada día aumenta la supervivencia y la cronicidad de las patologías[1].

1.2 INDICACIONES DE LA VALVULOPLASTIA AÓRTICA

Se dan varias indicaciones, entre las que se encuentran:

- Pacientes sintomáticos con EAo severa, cuyos criterios son[2]:
  - ✓ Velocidad máxima > 4 m/s en el ecocardiograma.
  - ✓ Área valvular < 0,6 cm^2 en el ecocardiograma.
  - ✓ Gradiente medio > 40 mmHg en el ecocardiograma.
- Pacientes con EAo severa asintomática con[3]:
  - ✓ Fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) < 55%.
  - ✓ Velocidad máxima de 5 m/s en el ecocardiograma.
  - ✓ Área valvular menor de 0,6 cm^2 en el ecocardiograma.
  - ✓ Niveles de Pro-BNP o NT-proBNP que doblen el límite superior.
  - ✓ Síntomas evidenciados en pruebas de esfuerzo.

Aunque el ecocardiograma es el Gold-Standard para el diagnóstico de la estenosis aórtica, es recomendable apoyarse en una tomografía computerizada (TC) mediante la realización del Score Calcio para valorar el nivel y distribución de calcio existente en el anillo aórtico y así anticiparnos a la complejidad del procedimiento.

Este procedimiento se realizaría a aquellos pacientes que se encuentren en lista de espera para el implante de una válvula aórtica transcatéter (TAVI) y que por clínica se encuentren muy comprometidos hasta la realización de dicho implante o para aquellos pacientes con una expectativa de vida corta que no sean aptos para TAVI. En ambos

casos se consigue aumentar la supervivencia y la calidad de vida en uno o dos años[4]. También son susceptibles a este procedimiento niños con estenosis aórtica congénita[5].

1.3 PREPARACIÓN DEL PACIENTE

El ingreso hospitalario se realizará el mismo día de la intervención. El paciente deberá acudir en ayunas desde la medianoche. Tras el ingreso, se llevará a cabo una valoración de enfermería, en la que se priorizarán antecedentes de patologías cardiacas y pulmonares, enfermedades infectocontagiosas, alergias y medicación actual. Se evaluará la necesidad de suspender la anticoagulación, siguiendo las guías de práctica clínica o el protocolo específico de cada centro. También se considerarán posibles complicaciones derivadas de procedimientos percutáneos, quirúrgicos o de sedación[5].

Toda esta información quedará registrada en una *checklist*, tras verificar el consentimiento informado firmado por el paciente.

Una vez que el paciente acude a la sala de hemodinámica y tras habernos presentado, en la antesala se verificará su identidad, así como el procedimiento a realizar. Se comprobarán de nuevo las alergias y las patologías del paciente, que quedarán registradas en la *checklist*.

A continuación, se colocará al paciente en la mesa de exploración en decúbito supino y se le monitorizará con electrocardiograma y saturación de oxígeno. La tensión arterial se obtendrá de manera invasiva al canalizar la arteria radial.

A pesar de realizarse con anestesia local en el punto de punción, es recomendable que el paciente esté sedado durante el procedimiento[5], por lo que debemos preoxigenar al paciente con gafas nasales. Una vez que haya comenzado la sedación, se aplicará clorhexidina con tinte en arteria radial derecha y ambas femorales y posteriormente se cubrirá con un paño estéril fenestrado en la zona de las muñecas y de las ingles.

1.4 MATERIAL

- Ecógrafo para la punción.
- Introductor radial 6F (por donde realizaremos inyecciones diagnósticas).
- Introductor venoso femoral 6F (por donde introduciremos el electrodo de marcapasos transitorio) si se ha decidido no realizar la sobreestimulación a través de la guía de alto soporte.
- Introductor arterial femoral del tamaño adecuado al balón de valvuloplastia requerido (por donde realizaremos la valvuloplastia).
- Guía de intercambio teflonada en J.
- Guía teflonada recta.
- Catéter diagnóstico AL 1.

- Dos catéteres diagnósticos *pigtail*.
- Guía de alto soporte preformada.
- Valón de valvuloplastia aórtica.
- Jeringa *luer-lock* de 60 cc (cargada con una dilución de 66% suero salino y 33% contraste).
- Electrodo de marcapasos transitorio. Si el paciente es portador de marcapasos, se necesitará el programador correspondiente.
- Dispositivo de cierre vascular.
- Sistema de presión.
- Aspirador de secreciones.
- Torre de anestesia con material para intubación.
- Carro de paradas.

1.5 TÉCNICA[6,7]

El procedimiento se realiza bajo control angiográfico, hemodinámico y ecocardiográfico si fuera preciso.

Lo primero será canalizar el acceso radial, por el cual obtendremos monitorización de la tensión arterial (TA) y realizaremos las inyecciones diagnósticas durante el procedimiento. Se administrará el coctel antiespasmódico con heparina sódica según el protocolo de cada unidad. Se progresará un catéter *pigtail* (precedido de una guía teflonada) hasta el seno aórtico.

Si se ha decidido realizar la estimulación con electrocatéter por riesgo de bloqueo auriculoventricular, el segundo acceso que canalizar será la vena femoral izquierda (con punción ecoguiada) y por él progresaremos un electrodo de marcapasos hasta alojarlo en el ápex del ventrículo derecho.

Una vez que nos encontremos en el ventrículo izquierdo (VI), realizaremos un intercambio de catéter (el AL 1 por un segundo *pigtail*) y monitorizaremos de forma simultánea la tensión en aorta y en VI con ambos *pigtail*, obteniendo así el gradiente valvular **(Figura 1)**. Lo haremos en diferentes ocasiones tras cada valvuloplastia hasta conseguir reducir dicho gradiente a valores normales.

Una vez calculado el gradiente basal, se avanza una guía de alto soporte por la arteria femoral derecha y se realiza el intercambio de introductor por el de calibre necesario para realizar la valvuloplastia. En este punto, valorar completar heparina según protocolo de la unidad o valorar tiempo de coagulación activado (ACT).

A continuación, se avanza el balón de la valvuloplastia y, tras confirmar su posición mediante angiografía, se inicia la estimulación ventricular con el electrodo de marcapasos, previamente verificado en su funcionamiento. La frecuencia se ajusta entre 180 y 200 lpm para reducir la tensión arterial y minimizar el flujo sobre la válvula.

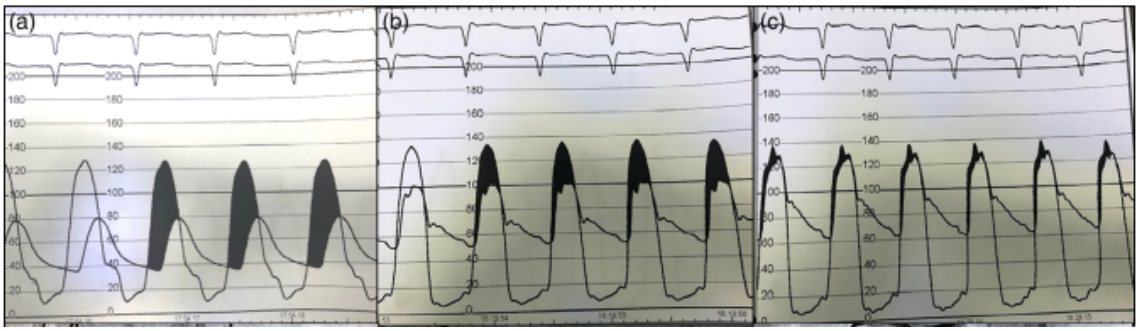


Figura 1. **A:** Gradiente valvular basal, **B:** tras un primer inflado y **C:** tras el segundo inflado.

Fuente: Dall'Ara G, Tumscitz C, Grotti S, Santarelli A, Balducelli M, Tarantino F, Saia F. Contemporary balloon aortic valvuloplasty: Changing indications and refined technique. Catheter Cardiovasc Interv. 2021 Jun 1;97(7):E1033-E1042. doi: 10.1002/ccd.28807. Epub 2020 Feb 25. PMID: 32096927.

En ese momento, se procede al inflado rápido del balón. Una vez expandido, se realiza su desinflado y se desconecta la estimulación del marcapasos, asegurando la estabilidad hemodinámica del paciente.



Figura 2. Imagen de fluoroscopia durante la expansión del balón de valvuloplastia.

Fuente: Dall'Ara G, Tumscitz C, Grotti S, Santarelli A, Balducelli M, Tarantino F, Saia F. Contemporary balloon aortic valvuloplasty: Changing indications and refined technique. Catheter Cardiovasc Interv. 2021 Jun 1;97(7):E1033-E1042. doi: 10.1002/ccd.28807. Epub 2020 Feb 25. PMID: 32096927

1.6 COMPLICACIONES

Aunque existen complicaciones, estas se presentan en un porcentaje bajo[4,8]:

- Necesidad de electroestimulación mediante electrodo de marcapasos (7%).
- Complicaciones vasculares (4%).
- Regurgitación aórtica severa (1%).
- Bloque auriculoventricular completo (1%).
- Sangrado del punto de acceso (1%).

- Muerte (1%).
- Otras (3%).

Hay que tener en cuenta que la gran parte de la población diana son ancianos frágiles.

2. VALVULOPLASTIA PULMONAR

2.1 INTRODUCCIÓN

La estenosis valvular pulmonar es una obstrucción a la salida del flujo del ventrículo derecho a la arteria pulmonar por una disminución del diámetro del anillo valvular pulmonar o de la válvula pulmonar propiamente dicha[9].

El tratamiento de la estenosis valvular pulmonar fue la valvulotomía quirúrgica hasta 1982. Desde 1982, la técnica de valvuloplastia pulmonar con balón fue introducida inicialmente por Kan et al[10]. Desde entonces, muchos otros autores informaron sobre la aplicación exitosa de esta técnica para tratar pacientes con estenosis de la válvula pulmonar[11].

2.2 INDICACIONES DE LA VALVULOPLASTIA PULMONAR

La estenosis valvular pulmonar actúa como una obstrucción que dificulta el paso de la sangre desde el ventrículo derecho hacia la arteria pulmonar, aumentando la resistencia al flujo sanguíneo. Como consecuencia, se eleva la presión en el ventrículo derecho y se incrementa el esfuerzo necesario para impulsar la sangre hacia los pulmones a través de la obstrucción.

En una fase inicial, esta condición provoca hipertrofia del ventrículo derecho, lo que permite mantener la fuerza suficiente para el paso de la sangre. Sin embargo, a medida que la hipertrofia progresa, la estenosis se agrava, llevando a una remodelación ventricular con dilatación progresiva. Este proceso responde a la necesidad del ventrículo de alojar un mayor volumen sanguíneo, marcando el inicio de la insuficiencia ventricular derecha.

El tratamiento se considera exitoso cuando el gradiente posterior a la intervención es inferior a 35 mmHg[12].

2.3 PREPARACIÓN DEL PACIENTE[7,13]

Para la indicación de esta prueba es conveniente que el paciente tenga realizadas otras pruebas complementarias adicionales, como pueden ser: Rx de tórax, analítica de sangre, ECG, TAC o RM o cateterismo cardiaco.

Se debe realizar una lista de verificación siguiendo el protocolo de cada centro, antes de entrar en la sala de quirófano, para:

- Confirmar con el paciente identidad y datos de interés de su historia clínica (alergias, consentimientos informados firmados, medicación, etc.).
- Preparar al paciente en la mesa para el procedimiento: monitorizar ECG, TA, Sat de O_2.
- Preparar la zona de punción y el campo quirúrgico con la mayor asepsia posible y evitar el desarrollo de posibles endocarditis posteriores.
- Comprobar rasurado de ingles.

2.4 MATERIAL[7]

- Equipo con material estéril habitual (gasas, compresas, batas, jeringas, cuencos, etc.).
- Agujas intramusculares para inyección de anestésico local.
- Funda estéril para ecógrafo.
- Mandos y tubuladuras del equipo de inyección.
- Aguja para punción femoral.
- Introductor femoral 7Fr e introductor femoral del 9Fr. Intercambiaremos uno por otro para la introducción del catéter balón.
- Catéter para toma de presión (tipo Berman o Swan-Ganz).
- Catéteres diagnósticos angiográficos tipo: *pigtail* 5-6Fr, JR4 5-6Fr, MP 5-6Fr.
- Guía teflón J 0,035-260 cm y guía de alto soporte; ofrecen mayor rigidez para el acceso y mayor estabilidad para el intercambio de catéteres e inflado del balón.
- Catéter-balón 9Fr para la dilatación. Son de tipo coaxial, de doble luz y con balón distal. Su diámetro oscila entre 15-20 mm.
- Jeringa de *luer-lock* 50 ml para llenado de balón. La relación suero-contraste será de 1\3.

2.5 TÉCNICA[12,14,15]

- Acceso por vena femoral derecha, opcionalmente se puede tener otro acceso arterial para monitorización de presión invasiva.
- Administración de heparina según protocolo, lo habitual es 100 UI/kg, máximo 5000 UI.
- Subir catéter *pigtail* para medir presión en VD y realizar ventriculografía.
- Realizar medidas del anillo pulmonar para elegir el tamaño adecuado del balón que se empleará para dilatar (en posición anteroposterior y lateral izquierda).

- Avanzamos catéter de presión hasta la arteria pulmonar para medir presión y realizar arteriografía de esta. Se grabará retirada de presión para calcular el gradiente transvalvular.
- Intercambiaremos el catéter diagnóstico por el catéter-balón de dilatación, con la guía de alto soporte. El balón a utilizar en el procedimiento debe ser de 1,2 a 1,4 veces el diámetro del anillo valvular; en los casos en que el anillo es mayor a los 25 mm de diámetro, como en los adultos y niños mayores, se debe usar la técnica del doble balón **(Figura 3)**.

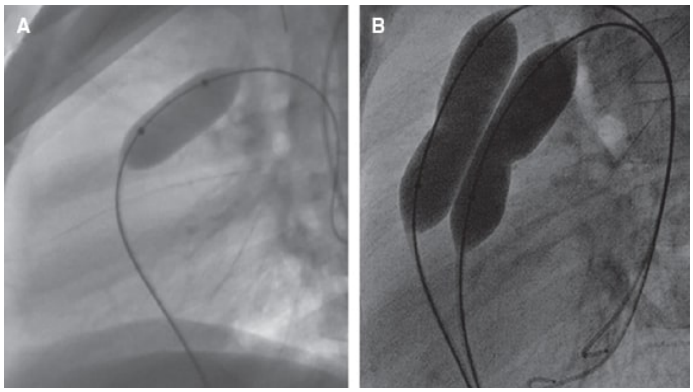


Figura 3. **A:** Valvuloplastia pulmonar con un balón. **B:** Valvuloplastia pulmonar con doble balón.

Fuente: Federico Gutiérrez-Larraya Aguado, César Abelleira Pardeiro y Enrique José Balbacid Domingo. Tratamiento percutáneo de la válvula pulmonar y las arterias pulmonares en cardiopatías congénitas. Sociedad española de cardiología [Internet] 2021; 3:119-128 disponible en: https://recintervcardiol.org/es/revision-tematica/tratamiento-percutaneo-de-la-valvula-pulmonar-y-las-arterias-pulmonares-en-cardiopatias-congenitas

- Se avanza el balón, se posiciona centrado en la válvula pulmonar y se infla hasta la desaparición de la muesca.
- El inflado durará unos segundos. La dilatación proporciona alivio inmediato de la estenosis.
- Se retira el balón y con el catéter de presión se realizarán nuevas medidas de presiones para calcular nuevamente el gradiente y comprobar si ha sido efectivo. Si no se consigue el resultado esperado, se realizarán nuevas dilataciones con un balón de mayor diámetro.
- Nueva ventriculografía de VD para valorar resultados angiográficos y descartar complicaciones.
- Los resultados óptimos se consideran: gradiente transvalvular pulmonar <30 mmHg y presión de VD <50mmHg o relación VD/Ao <0,4.

2.6 COMPLICACIONES

La valvuloplastia pulmonar percutánea es un procedimiento invasivo muy seguro, con una incidencia de:

- Complicaciones durante el procedimiento de un 8%.
- Complicaciones posteriores al tratamiento de un 2%.
- Mortalidad de un 0,2%.

Entre las complicaciones más frecuentes se encuentran:

- Perforación cardiaca.
- Insuficiencia tricúspidea.
- Arritmias.
- Hipoxemia.
- Hemorragias.

La complicación más frecuente posterior al tratamiento es la insuficiencia valvular pulmonar en un 10 a 40%. El pronóstico de los pacientes en el 75% de los casos es favorable[12].

3. CUIDADOS DE ENFERMERÍA DURANTE EL PROCEDIMIENTO

- Controlar ECG, TA, FC, Sat O_2, durante el procedimiento.
- Control de la hipotermia, determinar las medidas protectoras necesarias para evitar variaciones extremas de la temperatura corporal[16].
- Control de la hemostasia de la zona de punción, ya sea manual, mecánica o mediante dispositivo hemostático[7].
- Control del dolor agudo con sedación bajo prescripción médica[17], valorar regularmente la eficacia de las medidas farmacológicas y no farmacológicas[16].
- Mantener el grado de anticoagulación protocolizada mediante controles de ACT[7].

BIBLIOGRAFÍA

1. Ramos J, Hernández S, Viéitez JM, Abellás M, Alonso GL, Zamorano JL. *Cribado poblacional de estenosis aórtica: prevalencia y perfil de riesgo.* REC: CardioClinics. 2021; Vol 56(2): 77-84, Doi: 10.1016/j.rccl.2020.07.002. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2605153220300844
2. Venegas JC. *Estenosis aórtica severa: nueva aproximación diagnóstica*. Rev Med Clin Condes. 2015;26(2):217-222. Doi: 10.1016/j.rmclc.2015.04.010. Disponible en: https://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-articulo-estenosis-aortica-severa-nueva-aproximacion-S0716864015000425
3. National Institute for Health and Care Excellence (NICE). *Heart valve disease presenting in adults: investigation and management.* NICE guideline No. 208. London: NICE; 2021. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK577831/

4. Samaja GA. *Balloon Aortic Valvuloplasty in the Transcatheter Aortic Valve Implantation Era.* Heart Int. 2023;17(1):13-18. Doi: 10.17925/HI.2023.17.1.13. PMID: 37456354; PMCID: PMC10339465.
5. Bykowski A, Perez OA, Kanmanthareddy A. *Balloon Valvuloplasty.* En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan–. PMID: 30137817.
6. Dall'Ara G, Tumscitz C, Grotti S, Santarelli A, Balducelli M, Tarantino F, et al. *Contemporary balloon aortic valvuloplasty: Changing indications and refined technique*. Catheter Cardiovasc Interv. 2021;97(7):E1033-E1042. doi: 10.1002/ccd.28807.
7. García B, Argibay V, Garcia V y Guillén P. *Valvuloplastia Aórtica y Pulmonar.* En: Fernández J, García F, Gómez M, Ramírez P, Rodríguez V, Sánchez E, et al. *Manual de procedimientos de enfermería en hemodinámica y cardiología intervencionista.* Madrid: Asociación española de cardiología; 2014. p. 246-251.
8. Sorysz D, Dziewierz A, Rzeszutko Ł, Wiktorowicz A, Wojakowski W, Parma R, et al. *Safety and efficacy of repeated balloon aortic valvuloplasty in patients with symptomatic severe aortic stenosis.* Kardiol Pol. 2023;81(4):366-372, doi: 10.33963/KP.a2023.0021.
9. Cheatham JP. *Pulmonary Stenosis.* En: McMillan J, De Angelis J, Feigin R, Warshaw J editores. *Oski's Principles of Pediatrics*. New York, Lipincott Williams and Wlkins; 1998 cap 278.
10. Kan JS, White RI Jr, Mitchell SE, Gardner TJ. *Percutaneous balloon valvuloplasty: a new method for treating congenital pulmonary-valve stenosis.* N Engl J Med. 1982; 307(9):540-2. doi: 10.1056/NEJM198208263070907.
11. Behjati-Ardakani M, Forouzannia SK, Abdollahi MH, Sarebanhassanabadi M. *Immediate, short, intermediate and long-term results of balloon valvuloplasty in congenital pulmonary valve stenosis.* Acta Med Iran. 2013;51(5):324-8.
12. Castro BA, Yong PB, Yong RA, Zúñiga VM. *Efectividad de la valvuloplastia pulmonar percutánea en el tratamiento de la estenosis pulmonar valvular moderada y severa en el Hospital Nacional de Niños, a los 10 años de practicar el procedimiento.* Rev. Costarric. Cardiol. 2003;5(3):11-14. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-41422003000300003&lng=en.
13. UC San Diego Health. *Valvuloplastia con balón para estenosis pulmonar congénita* [Internet] San Diego: UC San Diego Health; 2024 [citado 2 ene 2024]. Disponible en: https://myhealth.ucsd.edu/Spanish/Encyclopedia/135,388es
14. Kan ES, White RI, Mitchell SE, Anderson JH, Gardner TJ. *Percutaneous transluminal balloon valvuloplasty for pulmonary valve stenosis*. Therapy and Prevention of Valvular Heart Disease. 1984;69(3):554-560.
15. Gutiérrez-Larraya Aguado F, Abelleira Pardeiro C, Balbacid Domingo EJ. *Tratamiento percutáneo de la válvula pulmonar y las arterias pulmonares en cardiopatías congénitas*. REC Interv Cardiol. 2021;3:119-128. Disponible en: https://recintervcardiol.org/es/revision-tematica/tratamiento-percutaneo-de-la-valvula-pulmonar-y-las-arterias-pulmonares-en-cardiopatias-congenitas
16. Luis Rodrigo MT. *Los diagnósticos enfermeros.* 9ª Edición. España: Elsevier Masson; 2013. 529 p.
17. Hernáez Cobeño MA, Bermúdez-Cañete R, Herraiz I, Fernández Pineda L, Quero Jiménez C, Díaz García P. *Valvuloplastia pulmonar percutánea con balón: Resultados a medio plazo de una serie de 100 pacientes pediátricos consecutivos.* An Pediatr (Barc). 1998;49(5):264-272. Disponible en: https://www.aeped.es/sites/default/files/anales/49-3-8.pdf

TEMA 26

CIERRE DE DEHISCENCIA PERIVALVULAR

M José Coya Alba, Miriam Fraile Fernández, Víctor Medina Carrillo, Patricia Galván Buitrón, Clara Marín Medina, M Carmen Martín Marín

Unidad de Hemodinámica del Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Valladolid.

1. INTRODUCCIÓN

El *leak* o fuga paravalvular (FPV) es una complicación del implante valvular que suscita gran interés ya que ha mostrado una relación entre el grado de regurgitación paravalvular y la mortalidad. Aunque en la mayoría de los casos suele cursar de forma asintomática y benigna, entre el 1-5% de los casos presentan sintomatología grave relacionada con la FPV. Aparece entre el 2-10% en posición aórtica y entre el 7-17% en posición mitral[1]. En el contexto de expansión en el que se encuentra la valvuloplastia transcatéter, es importante conocer que la aparición de FPV es 6,8 veces mayor en pacientes sometidos a implante de válvula aórtica transcatéter (TAVI) frente al cierre quirúrgico[2].

TABLA 1. Causas de fuga periprotésica valvular.

• Técnica quirúrgica inadecuada
• Dehiscencia de suturas
• Afectación de la integridad del tejido nativo
• Infección
• Abrasión crónica de anillo
• Malposición en técnicas percutáneas

Fuente: elaboración propia[3].

Las FPV se producen cuando el cierre entre el anillo valvular protésico o el marco del stent y el anillo valvular nativo del paciente no generan un cierre hermético **(ver Tabla 1)**. Dicha comunicación entre cavidades o vasos permite la aparición de un flujo retrógrado turbulento que puede tener consecuencias clínicas: anemia hemolítica por lisis de los eritrocitos y remodelación de la cámara retrógrada **(ver figura 1 A-B)**. El tratamiento, quirúrgico o percutáneo, del FPV ha demostrado una mejoría clínica en la capacidad funcional y los niveles de hemoglobina de los pacientes[3].

En relación con el alto riesgo quirúrgico que presentan los pacientes candidatos a reparación de FPV, el abordaje transcatéter se muestra en expansión. La adaptación de otras técnicas y dispositivos relacionados con otras intervenciones estructurales y

la aparición y desarrollo de material específico para el cierre de *leak* invita a algunos autores a plantearlo como primera opción terapéutica. La ausencia de estudios que comparen la cirugía frente al procedimiento percutáneo complica dicha afirmación, pero el análisis retrospectivo entre las dos terapias no ha mostrado diferencias significativas en mortalidad o reintervenciones[4,5].

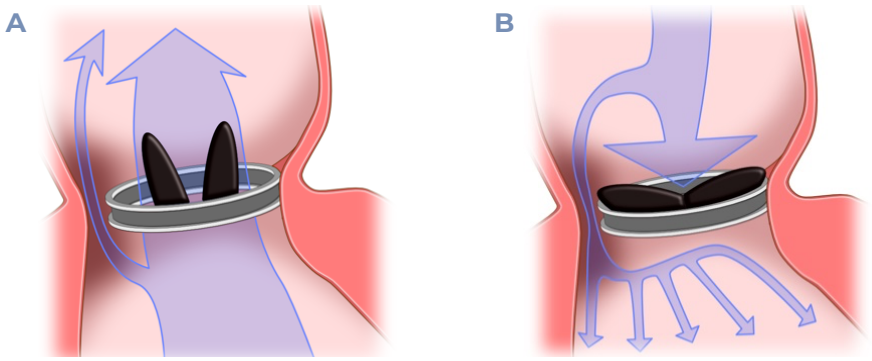


Figura 1. **A)** Sístole, flujo alternativo a través de FPV. **B)** Diástole, flujo retrogrado a través de FPV.

La primera vez que se realizó esta técnica, por Hourihan y su equipo en 1992, se utilizó un dispositivo de doble paraguas de Rashking. También se han empleado anteriormente *coils* y otro tipo de oclusores vasculares[6].

2. INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES

La elección del paciente candidato a cierre de *leak* se recoge en las guías de la Sociedad Europea de Cardiología (ESC) sobre el diagnóstico y el tratamiento de valvulopatías **(ver Tabla 2)**, pero la elección de la terapia más adecuada para el paciente se realiza en una sesión médico-quirúrgica entre clínicos, ecocardiografistas, hemodinamistas y cirujanos cardiacos (Heart Team)[7]. Debido a que existen varias opciones terapéuticas, el paciente es preciso que sea conocedor de todas estas prácticas y, al igual que en todo procedimiento estructural de cardiología intervencionista, debe firmar el consentimiento informado siendo conocedor de la intervención y de sus posibles complicaciones. Además, debe cumplir con los requisitos propuestos en la sala de hemodinámica, como tener un acceso vascular viable.

Las técnicas diagnósticas que guían el manejo de las FPV son los parámetros analíticos relacionados con la anemia y las técnicas de imagen, como la ecografía transesofágica 3-4D[8].

Podemos citar como una de las contraindicaciones una endocarditis activa, una dehiscencia mayor a un tercio del anillo, imposibilidad de acceso para cateterismo cardiaco o algún criterio de exclusión[9].

TABLA 2. Recomendaciones sobre el tratamiento de la disfunción de válvula protésica.

	CLASE DE RECOMENDACIÓN	NIVEL DE EVIDENCIA
Se recomienda la reoperación si la fuga paravalvular está relacionada con endocarditis o causa hemolisis que requiere transfusiones sanguíneas repetidas o produce síntomas graves de insuficiencia cardiaca.	I	C
Debe considerarse el cierre percutáneo de las fugas paravalvulares que producen insuficiencia clínicamente significativa o hemólisis en pacientes con riesgo quirúrgico alto o prohibitivo.	IIa	B
La decisión sobre el cierre percutáneo o quirúrgico de fugas paravalvulares clínicamente significativas debe tener en cuenta el perfil de riesgo del paciente, la morfología de la fuga y la experiencia del centro.	IIa	C

Fuente: Guía ESC 2021 sobre el diagnóstico y tratamiento de las valvulopatías[7].

3. TÉCNICA[4,9-12,13]

El siguiente apartado se estructura de la siguiente manera:

- 3.1 Descripción del dispositivo
- 3.2 Material
- 3.3 Cierre de *leak* mitral
- 3.4 Cierre de *leak* aórtico

3.1 DESCRIPCIÓN DEL DISPOSITIVO

Existen en el mercado una variedad amplia de dispositivos; la forma y tamaño de las fugas periprotésicas es muy variable, adaptándose al defecto. Para la misma fuga a veces puede resultar necesario utilizar varios dispositivos. Todos ellos suelen ser de nitinol.

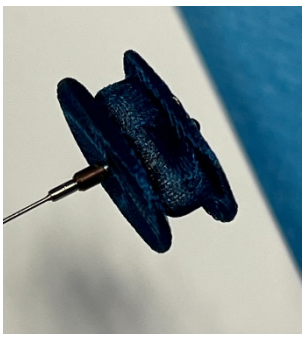


Figura 2. Dispositivo cierre de *leak* marca Abbott©.

Las vainas liberadoras se eligen en función del tamaño del dispositivo utilizado empleándose una de las siguientes estrategias:

- Liberación de un único dispositivo.
- Liberación secuencial de varios dispositivos.
- Liberación simultánea de varios dispositivos.

3.2 MATERIAL

- Específico para canalización y cierre de accesos vasculares.
- Guía hidrofílica larga (>260 cm) 0,035".
- Guía de alto soporte 0,035".
- Catéteres curva:
  - ✓ MPA.
  - ✓ JR.
  - ✓ AMPLATZ.
  - ✓ PIGTAIL.
- Material para punción transeptal (aguja Brockenbrough y vaina).
- Vainas:
  - ✓ Punción transeptal.
  - ✓ Deflectable.
  - ✓ Recta de 90 cm hidrofílica con válvula antirreflujo.
  - ✓ De liberación.
- Lazo monofilamento tridimensional.
- Dispositivo de oclusión.
- Eco intracardiaco (ICE) e introductor correspondiente (alternativa al ETE).

3.3 CIERRE DE *LEAK* MITRAL

Accesos

- Anterógrado:
  - ✓ Vía venosa femoral con transeptal y captura de guía en ventrículo izquierdo, en adelante VI.
- Retrógrado:
  - ✓ Vía arterial femoral con transeptal y captura de guía en aurícula izquierda, en adelante AI.

- Transapical:
  - ✓ Abordaje directo de la válvula desde el ápex por minitoracotomía anterolateral.

Precisa accesos venoso (femoral) y arterial (femoral o braquial), preferiblemente contralaterales.

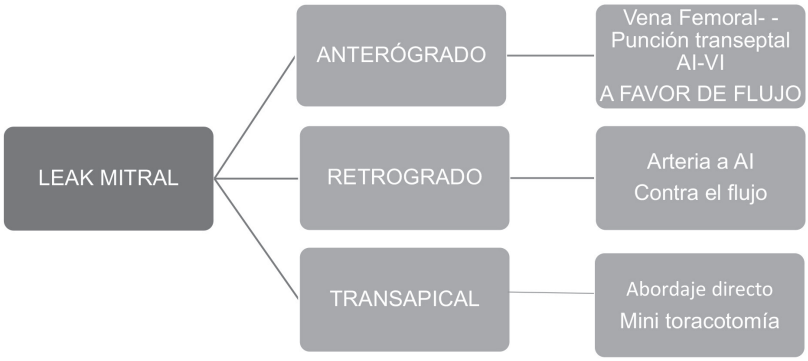


Figura 3. Esquema resumen de los accesos.
Fuente: elaboración propia.

3.3.1 Vía anterógrada (vena femoral)[9]

Se realiza punción transeptal para pasar de la aurícula derecha a la izquierda.

Desde la aurícula izquierda, se accede al ventrículo izquierdo con una guía hidrofílica mediante un catéter (como multipropósito o JR).

Dos opciones para el procedimiento:

1. **Sin circuito arteriovenoso:** la guía hidrofílica se intercambia por una de alto soporte; se avanza la vaina liberadora y el dispositivo para liberarlo en el defecto. **(Figura 4D)**
2. **Con circuito arteriovenoso:** la guía hidrofílica pasa por la válvula aórtica hacia la aorta ascendente. Desde el acceso arterial, un lazo captura la guía y la exterioriza a través del acceso venoso. Esto permite avanzar el dispositivo hasta el *leak* para liberarlo. **(Figura 4E)**



D: Vía anterógrada

E: Vía anterógrada con captura de guía

Figura 4. Vaina de liberación en AI a través de punción transpetal, guía de alto soporte en VI. **D:** liberación de dispositivos de AI a VI. **E:** captura de guía con lazo tridimensional para externalizarla. Liberación de AI a VI.

3.3.2 *Vía retrógrada*

- El acceso comienza en el ventrículo izquierdo y atraviesa el defecto hacia la aurícula izquierda.
- Se utiliza una guía inicial que se intercambia por una de alto soporte.
- Mediante acceso venoso, se realiza punción transeptal guiada por ecografía transesofágica (ETE) para capturar la guía arterial con un lazo en la aurícula izquierda, estableciendo un circuito arteriovenoso.
- Posteriormente, se libera el dispositivo en el defecto (también puede hacerse sin circuito arteriovenoso). **(Figura 5F)**

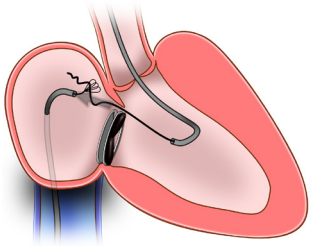


Figura 5. **F:** Vía retrógrada con circuito arteriovenoso Viana de liberación atravesando la válvula aórtica en VI. Guía de alto soporte de VI a AI atravesando el *leak*, captura de guía en aurícula izquierda con lazo tridimensional para la exteriorización.

Fuente: elaboración propia.

3.3.3 *Vía transapical*

- Requiere abordaje quirúrgico por el ápex del ventrículo izquierdo.
- Se realiza una punción directa con aguja y se avanza una guía tipo "J" (0,035"), colocando un introductor progresivamente hasta el tamaño necesario.
- Con una guía hidrofílica y catéter multipropósito, se cruza el defecto y se intercambia la guía por una de alto soporte.
- Finalmente, se avanza y libera el dispositivo elegido.

3.4 CIERRE DE *LEAK* AÓRTICO

- Acceso principal:
  - ✓ Se accede por la arteria femoral hasta la raíz aórtica con una guía J, atravesando el defecto.
  - ✓ Se intercambia la guía inicial por una de alto soporte para avanzar un catéter al ventrículo izquierdo.
  - ✓ A través de este catéter, se posiciona y libera el dispositivo, primero en el ventrículo izquierdo y después en la aorta **(ver Figura 6G)**.
- En casos complejos:
  - ✓ Puede realizarse un circuito arteriovenoso similar al del *leak* mitral, utilizando punción venosa femoral y transeptal para capturar la guía en la aurícula izquierda con un lazo, exteriorizándola por la vena femoral.

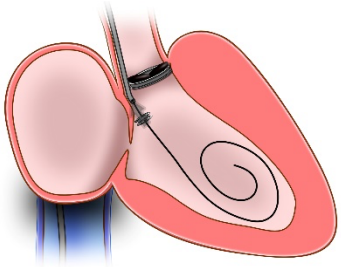


Figura 6. **G:** Vaina de liberación en VI atravesando *leak* aórtico con guía de alto soporte, liberación de dispositivo de aorta a VI.

Fuente: elaboración propia.

- Consideraciones:
  - ✓ La elección del abordaje depende de la localización del defecto, las características anatómicas del paciente y el equipo disponible.
  - ✓ Los abordajes transapicales suelen reservarse para casos específicos debido a su mayor complejidad.

4. COMPLICACIONES

Los pacientes presentados a cierre de LFPV de forma percutánea han sido seleccionados por poder manifestar un alto número de complejidades dentro del quirófano[14]. A pesar de ello, siempre pueden existir complicaciones en el abordaje hemodinámico, las cuales se resumen en la **Tabla 3**.

TABLA 3. Descripción de las complicaciones intra- y posprocedimiento, así como posibles prácticas para asegurar el correcto funcionamiento de la intervención.

COMPLICACIONES		RECOMENDACIONES
Accesos vasculares	• Hemorragia • Disección	• Punción ecoguiada • Utilización de dispositivos de cierre acorde a las punciones • Valoración previa de si existe enfermedad vascular periférica • Analítica previa de coagulación
INTRA		
Punción transeptal	• Punción aórtica • Rotura cardiaca • Derrame pericárdico y posible taponamiento cardiaco	• Punción ecoguiada
Dispositivo	• Alergia • Migración o mal posicionamiento	• Comprobar alergias y, si procede, administrar corticoides de forma profiláctica • Asegurar la correcta preparación del dispositivo con personal experto • Comprobar el tamaño del dispositivo

Otros	• Arritmias por estimulación o irritación • Depresión respiratoria	• Monitorización • Vigilar consciencia • Asegurar una correcta administración de oxígeno
Aumento de la insuficiencia cardiaca		• Asegurar correcto posicionamiento
Infección		• Antibioterapia profiláctica • Medidas de esterilidad
Aumento de la anemia hemolítica		• Analíticas y controles periódicos
POS		
Embolismos (bien aéreo o trombótico)		• Asegurar el purgado de los materiales • Administración de medicación antiagregante
Complicaciones renales en caso de usar contraste		• Consultar filtrado glomerular y valores de creatinina

Resumen de complicaciones intra- y posprocedimiento. Elaboración propia.

5. CUIDADOS DE ENFERMERÍA

Los cuidados de enfermería deben individualizarse y adaptarse a cada paciente según sus necesidades y condición fisiopatológica.

Hay que distinguir las tres posiciones que deben ocupar las distintas enfermeras, cada una con sus funciones, pero coordinadas e integradas en el equipo multidisciplinar[14].

La enfermera instrumentista será la que esté vestida de forma aséptica, y se encargará de mantener el campo estéril, y como su nombre indica la instrumentación en el campo. Colaborará con inyección de contraste, punción transeptal, etc.

La enfermera circulante, por el contrario, aunque velará por la esterilidad del campo quirúrgico, asistirá entregando material de forma estéril al campo, control del paciente, administración de medicación, etc.

Y la poligrafista será la encargada del registro de presiones, imagen y demás[14].

Las actividades de enfermería irán encaminadas a la preparación del material, y de la sala, corroborando el perfecto funcionamiento y estado del material, para asegurar un entorno seguro al paciente.

A continuación, se organizan los cuidados en el pre-, intra, y posprocedimiento inmediato **(ver Tabla 4)**.

TABLA 4. Actividades de enfermería en implante de *leak*.

MOMENTO	ACTIVIDADES DE ENFERMERÍA
PREPARACIÓN DEL PACIENTE	Verificar el paciente, historia clínica, consentimiento informado, alergias.
	Valoración de la anticoagulación y coagulación.
	Administración de antibioterapia previa.
	Canalización de catéter venoso periférico, sondaje vesical según protocolo.
	Monitorización.
INTRAPROCEDIMIENTO	Control de coagulación manteniendo ACT >250-300 segundos.
	Control neurológico, control de las constantes vitales y manejo de la vía aérea si precisa.
	Control y manejo de la técnica y los distintos recursos a emplear.

Como diagnósticos de enfermería más relevantes cabe destacar:

TABLA 5. Diagnósticos de enfermería (NANDA)[15].

Riesgo de trombosis relacionado con procedimientos intravasculares.
Riesgo de disminución de la perfusión tisular cardiaca relacionado con taponamiento cardiaco, hipovolemia.
Ansiedad relacionada con dolor o estresores manifestada por sequedad de boca o expresión de tensión.
Temor manifestado por nerviosismo relacionado con intervención quirúrgica.
Riesgo de infección relacionado con deterioro de la integridad cutánea, dificultad para gestionar dispositivos invasivos a largo plazo.
Riesgo de reacción adversa a medios de contraste yodado relacionado con deshidratación.
Riesgo de aspiración relacionado con dificultad en la deglución.
Dolor agudo relacionado con agentes lesivos y manifestado por alteración de los parámetros fisiológicos.
Náuseas relacionadas con ansiedad y manifestado por sensación de náuseas.

En resumen, podemos ver como la mayor parte de las intervenciones de enfermería se orientan al dominio 2 (fisiológico complejo) de la clasificación de intervenciones de enfermería (NIC)[15]. En la **Tabla 6** se reflejan las intervenciones más relevantes durante el procedimiento.

TABLA 6. NIC más relevantes.

DOMINIO	CLASE	INTERVENCIÓN
FISIOLÓGICO COMPLEJO	CONTROL DE FÁRMACOS	Manejo de la medicación
		Manejo de la sedación
		Manejo de la analgesia
	CONTROL NEUROLÓGICO	Monitorización neurológica
	CUIDADOS PERIOPERATORIOS	Asistencia quirúrgica
		Manejo de la instrumentación quirúrgica
	CONTROL DE LA PERFUSIÓN TISULAR	Cuidados cardiacos
		Monitorización hemodinámica invasiva
		Precauciones en el embolismo
CONDUCTUAL	POTENCIACIÓN DE LA COMUNICACION	Escucha activa
	FOMENTO DE LA COMODIDAD PSICOLÓGICA	Disminución de la ansiedad
SEGURIDAD	CONTROL DE RIESGOS	Identificación del paciente
		Reanimación
		Control de infecciones
		Prevención de caídas
SISTEMA SANITARIO	MEDIACIÓN DEL SISTEMA SANITARIO	Coordinación preoperatoria
	GESTIÓN DEL SISTEMA SANITARIO	Protección de los derechos del paciente
		Manejo de la tecnología
		Revisión del carro
	CONTROL DE LA INFORMACIÓN	Documentación

BIBLIOGRAFÍA

1. García E, Arzamendi D, Jimenez-Quevedo P, Sarnago F, Martí G, Sanchez-Recalde A, et al. *Outcomes and predictors of success and complications for paravalvular leak closure: an analysis of the SpanisH real-wOrld paravalvular LEaks closure (HOLE) registry*. EuroIntervention. 2017 Mar;12(16):1962–8.
2. Martín Gutiérrez E, Martínez Comendador JM, Gualis Cardona J, Maiorano P, Castillo Pardo L, Cuellas Ramón C, et al. *Implante valvular aórtico transcatéter frente a sustitución valvular aórtica en pacientes de riesgo quirúrgico intermedio.* Revisión bibliográfica y metaanálisis. Cir Cardiovasc. 1 de julio de 2018;25(4):191-203.

3. Pirabot, P, O'Gara, PT. *Válvulas protésicas cardiacas*. En: Braunwald Tratado de Cardiología. 12º. Barcelon: Elsevier.; 2023. p. 1495-504.
4. Millán X, Li CH, Arzamendi D. *Abordaje percutáneo de las dehiscencias paravalvulares: alternativa a la cirugía o primera opción terapéutica*. Rev Esp Cardiol. 1 de febrero de 2020;73(2):110-3.
5. Kliger C, Ruiz CE. *Reconsideración del cierre percutáneo de la fuga paravalvular: ¿hacia dónde vamos ahora?* Rev Esp Cardiol. 1 de agosto de 2014;67(8):593-6.
6. Hourihan M, Perry SB, Mandell VS, Keane JF, Rome JJ, Bittl JA, et al. *Transcatheter umbrella closure of valvular and paravalvular leaks*. J Am Coll Cardiol. 15 de noviembre de 1992;20(6):1371-7.
7. Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, Milojevic M, Baldus S, Bauersachs J, et al. *Guía ESC/EACTS 2021 sobre el diagnóstico y tratamiento de las valvulopatías*. Rev Esp Cardiol. 1 de junio de 2022;75(6):524.e1-524.e69.
8. Pibarot P, Hahn RT, Weissman NJ, Monaghan MJ. *Assessment of Paravalvular Regurgitation Following TAVR: A Proposal of Unifying Grading Scheme*. JACC Cardiovasc Imaging. 1 de marzo de 2015;8(3):340-60.
9. Rihal CS, Sorajja P, Booker JD, Hagler DJ, Cabalka AK. *Principles of percutaneous paravalvular leak closure*. JACC Cardiovasc Interv [Internet]. 2012 [citado el 13 de mayo de 2024];5(2):121–30. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22361595
10. Cruz-González I, Rama-Merchan JC, Rodríguez-Collado J, Nieto-Ballestero F, Arribas-Jiménez A, Sánchez PL. *Cierre de fuga paravalvular tras implante percutáneo de válvula aórtica usando simultáneamente dispositivos AmplatzerTM Vascular Plug III y IV*. Rev Esp Cardiol. 1 de noviembre de 2015;68(11):1035-6.
11. Sociedad Española de Cardiología [Internet]. 2019 [citado 13 de marzo de 2024]. Caso 5. *Cierre percutáneo de leak periprotésico severo en paciente portador de válvula mecánica mitra*l. Disponible en: https://secardiologia.es/clinica/casos-clinicos/10863-caso-5-cierre-percutaneo-de-leak-periprotesico-severo-en-paciente-portador-de-valvula-mecanica-mitral
12. Martín-Moreiras, J., Cruz, I. *Manual de Hemodinamica e Intervencionismo cardiaco*. 3º Edición. Mc Graw Hill; 2022.
13. Rihal CS, Sorajja P, Booker JD, Hagler DJ, Cabalka AK. *Principles of percutaneous paravalvular leak closure*. JACC Cardiovasc Interv. febrero de 2012;5(2):121-30.
14. Moreno R, Ojeda S, Romaquera R,Cruz I, Cid Alvarez B, Rodriguez O, et al. *Actualización de las recomendaciones sobre requisitos y equipamiento en cardiología intervencionista*. REC: interventional cardiology (internet) 2022. Disponible en http://dx.doi.org/10.24875/recic.m20000177
15. Herdman TH, Kamitsuru S, Lopes CT, editores. *NANDA International, Inc. Nursing Diagnoses: Definitions and classification*, 2020-2023. Twelfth edition. New York Stuttgart Delhi Rio de Janeiro: Thieme; 2021. 587 p.
16. Wagner CM, editor. *Nursing interventions classification* (NIC). Eighth edition. St. Louis, Missouri: Elsevier; 2024. 561 p.

TEMA 27

TRATAMIENTO PERCUTÁNEO DE LA ESTENOSIS AÓRTICA

1. VÍAS DE ACCESO PARA TAVI

Joan Benítez Reda, Jordi Marginet Flinch, Marina Poza González, Laura Massanet Delgado

Unidad de Hemodinámica del Hospital Clínic de Barcelona. Barcelona.

1. INTRODUCCIÓN

Históricamente, el implante de válvulas aórticas por acceso percutáneo se realizaba principalmente por vía transfemoral. Esta técnica representó un gran avance al evitar una esternotomía y el uso de circulación extracorpórea, lo que redujo significativamente los riesgos asociados a la cirugía cardiaca.

Las alternativas de abordaje para implantar una TAVI (implante de válvula aórtica transcatéter, en inglés) ha sido un proceso significativo en la historia de la medicina cardiovascular, ya que ha supuesto una opción vital para pacientes con estenosis aórtica severa no candidatos a reemplazo de la válvula aórtica por el método convencional o por acceso femoral.

Con el paso el tiempo se han desarrollado nuevas técnicas para abordar las limitaciones y desafíos asociados a aquellos pacientes que quedaban excluidos por un acceso ileofemoral inadecuado. Como vías de acceso alternativas a la técnica transfemoral, existen los abordajes percutáneos, en los que se incluyen los accesos subclavia o axilar, transcarotídeo y transcava; y como abordajes quirúrgicos se incluyen los accesos transaórtico y transapical.

Todos estos accesos proporcionan una ruta alternativa para pacientes con enfermedad vascular periférica significativa o anatomía femoral desfavorable.

Estos avances han permitido aumentar el grupo de la población a la que va dirigido este procedimiento[1].

2. SELECCIÓN DEL ACCESO

La elección del acceso debe ser individualizada y basada en una evaluación cuidadosa con el objetivo de garantizar la seguridad y el éxito del procedimiento para cada paciente. Este proceso requiere un estudio previo exhaustivo que evalúe las mejores características de abordaje considerando la sintomatología clínica, la ecocardiografía transtorácica y transesofágica, resonancia magnética cardiaca y el TAC cardiaco.

- **Anatomía vascular del paciente:** la anatomía y calcificación de las arterias, la posición de los senos de Valsalva, tortuosidades y presencia de *bypass* femorales son factores que condicionan en la selección del acceso.

- **Comorbilidades:** algunas condiciones médicas preexistentes pueden favorecer la preferencia de determinados accesos, como la enfermedad vascular periférica, la presencia de EPOC, fragilidad y antecedentes de hemorragia.
- **Experiencia del equipo multidisciplinar:** la experiencia y la habilidad del equipo médico, así como la disponibilidad del equipo de cirugía vascular y cardiaca, son importantes para garantizar un procedimiento seguro y efectivo.
- **Complicaciones potenciales:** se deben considerar las posibles complicaciones asociadas con cada tipo de acceso.

3. POSIBLES VÍAS DE ACCESO DEL IMPLANTE DE TAVI

3.1 VÍA FEMORAL

Actualmente, el acceso transfemoral es el más utilizado en las intervenciones para el implante de TAVI exceptuando un 2,53% según los últimos registros de la Sociedad Española de Cardiología (SEC) por enfermedad vascular. La arteria femoral, al ser de gran calibre, es capaz de soportar introductores de entre 14 y 22Fr y presenta su recorrido por encima de la cabeza del fémur, lo que facilita la palpación y compresión.[2]

Originalmente, el acceso femoral se realizaba a través de la disección por planos mediante exposición quirúrgica de la arteria con ayuda de cirugía vascular. Hoy en día, este método representa un 2,2% de los procedimientos y se reserva para casos de pacientes con anatomía vascular compleja o que se prevé una hemostasia difícil. Sin embargo, se realiza mayormente percutáneo representando un 96,2% de los casos gracias a la previa realización de pruebas de imagen del TAC que estudian todo el trayecto vascular desde la arteria femoral hasta la válvula aórtica. Además, el uso de punción ecoguiada y la aparición de nuevos dispositivos de cierre vascular ha reducido considerablemente el riesgo de complicaciones a nivel vascular, permitiendo que sea el acceso de preferencia.[3,4]

Las contraindicaciones al acceso femoral son:

- Enfermedad vascular periférica: con presencia de intervenciones previas o presencia de *bypass* femoral.
- Antecedentes de complicaciones previas: disección, embolia o sangrado severo.
- Trombosis o disección vascular reciente.
- Coagulopatías o trastornos de la hemostasia.
- Infección local en el punto de punción.

Algunas complicaciones que nos podemos encontrar en el implante de TAVI son afectaciones vasculares, alteración del ritmo cardiaco, insuficiencia renal, accidente cerebrovascular, entre otras. A continuación, desarrollaremos algunas complicaciones vasculares[5]:

- Complicaciones vasculares mayores:
  - ✓ Disección de aorta torácica, rotura del anillo aórtico, perforación del ventrículo izquierdo y pseudoaneurisma.
  - ✓ Daño vascular en la zona de acceso: disección, estenosis, perforación, rotura, fístula auriculoventricular, pseudoaneurisma, hematoma, afectación del sistema nervioso distal irreversible, síndrome compartimental.
  - ✓ Fallo del dispositivo hemostático. Que resulten en muerte.
  - ✓ Isquemia de la extremidad inferior.
  - ✓ Embolización distal que requiera intervención quirúrgica.
- Complicaciones vasculares menores:
  - ✓ Daño vascular leve que no sea un riesgo vital para el paciente.
  - ✓ Embolización que no requiera intervención quirúrgica, con solución percutánea.
  - ✓ Fallo del dispositivo de cierre percutáneo que no resulte en muerte.

El papel de enfermería en el control de los accesos vasculares es fundamental para evitar y detectar posibles complicaciones: control de la hemodinámica del paciente, el estado de consciencia, control del dolor, control de la presencia de sangrado, hematoma, valoración del trofismo de la extremidad afectada y la temperatura.

3.2 VÍA AXILAR/SUBCLAVIA

La curva de aprendizaje en la vía de acceso axilar/subclavia ha evolucionado considerablemente, convirtiéndose en la segunda vía de elección en el procedimiento TAVI[6]. No debe ser una vía primaria de elección, ya que encontramos una mayor tasa de complicaciones en comparación con el acceso transfemoral,[5] pero ha demostrado menor incidencia en mortalidad ante las vías de acceso transapical o transaórtica.[7]

Es importante el estudio previo con angio-TAC para valorar el calibre del vaso, posibles tortuosidades, calcificaciones, estenosis y el nivel de la bifurcación de la arteria subclavia a axilar.[8]

Una de las ventajas del acceso axilar es la proximidad y el trayecto relativamente recto desde la arteria axilar hasta el anillo aórtico, lo que permite un despliegue más preciso de la válvula protésica. Cabe puntualizar que dadas las características celulares de la arteria subclavia hacen que sea una arteria más frágil y susceptible a roturas y disecciones comparadas con la arteria femoral. Por este motivo, podemos realizar el acceso de forma quirúrgica, aunque se han descrito procedimientos únicamente percutáneos. Se puede realizar tanto por axilar derecha como por izquierda y dependerá de las características de cada paciente. En general, la arteria axilar izquierda nos permite una mejor orientación coaxial y disminuye el compromiso de la arteria carótida.[7]

El acceso quirúrgico se realiza bajo anestesia general y el acceso percutáneo puede realizarse bajo sedación leve.

La técnica quirúrgica se puede realizar de dos formas distintas: mediante disección por planos hasta aislar la arteria y canulación directa o por arteriotomía de un injerto de Dacrón que se sujeta en la arteria axilar por donde se introduce el sistema de liberación[9]. Por tanto, las posibles complicaciones están asociadas a la cirugía vascular.

La punción percutánea se realiza ecoguiada y se describe el primer segmento proximal a la rama toracoabdominal como acceso ideal[3]. Existe la posibilidad de otro acceso por arteria femoral, de forma preventiva, por donde se posiciona un balón en la aorta descendente para así poder bloquear el vaso si fuese necesario en caso de hemorragia, ya que es la complicación más común[10,11].

El cierre de la arteria se realiza con dispositivos de cierre de acceso vascular, aunque estos pueden fallar con facilidad dadas las características de la capa adventicia comentadas anteriormente[2,10].

3.3 VÍA CAROTÍDEA

Se considera un acceso alternativo en ausencia de accesos femorales. Se realiza de forma quirúrgica, normalmente por la carótida izquierda, mediante una incisión en el borde anterior del músculo esternocleidomastoideo y retrayéndolo para exponer la arteria carótida común **(Figura 1)**. A continuación, se introduce una vaina de 6F, y se coloca la vaina de acceso de la válvula. Finalmente, se realiza un cierre quirúrgico. En este acceso es importante un buen estudio previo tanto ecográfico como por angio-TAC para comprobar la circulación del polígono de Willis para la buena perfusión cerebral durante el procedimiento[10,12,13].



Figura 1. Exposición de la arteria carotídea.
Fuente: elaboración propia.

Contraindicaciones:

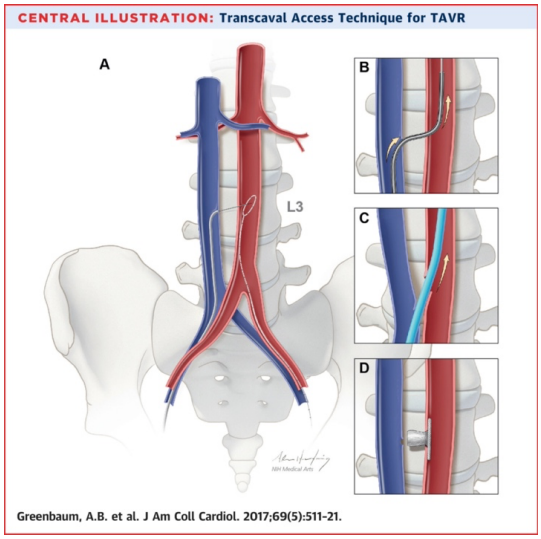
- Enfermedad arterial carotídea significativa.
- Anatomía cervical desfavorable.
- Historial de radioterapia en el cuello.
- Falta de circulación colateral en polígono de Willis.

3.4 VÍA TRANSCAVA

Es el más novedoso de los accesos alternativos al transfemoral y que no precisa de disección para la inserción del introductor.

Para valorar el uso de este acceso se necesita realizar un angio-TAC de tórax y abdomen con el objetivo de: evaluar las arterias subclavias, aorta, ilíacas y femorales, ver la superposición de la aorta con la vena cava e identificar el lugar más indicado para realizar la punción de esta última. Se escogerá la región donde la aorta presente la menor cantidad de calcio y sin estructuras superpuestas.

Para la realización de este acceso, primero se deben puncionar la vena y la arteria femorales. Una vez conseguidos los dos accesos se realizará una inyección simultánea de contraste tanto en la arteria como en la vena para así encontrar el lugar idóneo para la punción. Desde el lado arterial, se utilizará un catéter "lazo" a modo de diana y se alineará con un catéter posicionado en la vena, por donde pasará la guía de punta rígida que atravesará hacia la arteria y por dentro del lazo. Esta guía irá conectada en su extremo proximal a un electrobisturí para facilitar la conexión entre ambas estructuras. Una vez realizado el *crossover* se captura la guía con el lazo y se lleva hasta el arco aórtico. La unión entre vena y arteria se podría dilatar con un pequeño balón para pasar una guía de alto soporte, o utilizar un microcatéter para atravesar la fístula e intercambiar guías **(Figura 2)**.



A) *Crossover*. **B)** Paso del catéter. **C)** Paso del introductor/TAVI. **D)** Cierre.

Figura 2. Ejemplo de un acceso transcava.
Fuente: elaboración propia

Con la guía de alto soporte, se avanza el introductor del tamaño correspondiente para llegar y posicionarlo en la aorta y así poder predilatar la válvula aórtica nativa, si fuera necesario, y posterior colocación de la TAVI.

Una vez realizado el procedimiento debe cerrarse el *shunt* arteriovenoso con un dispositivo de cierre tipo *Amplatzer Duct Occluder* o dispositivo oclusor de nitinol, y posteriormente se debería inyectar contraste para descartar fugas retroperitoneales, las cuales se podrían solucionar con un stent recubierto en la aorta[14,15].

Como complicaciones podríamos encontrar:

- Hemorragias.
- Disección aórtica.
- Fístula aortocava.
- Trombosis aórticas.
- Trombosis de vena cava.
- Lesiones viscerales.

3.5 VÍA TRANSAÓRTICA

El acceso transaórtico nació como alternativa al abordaje transapical por el mejor manejo de las potenciales complicaciones.

Está considerado dentro de los accesos quirúrgicos ya que requiere la realización de una toracotomía o miniesternotomía en el segundo espacio intercostal[16], coincidiendo con la posición de la arteria aorta, que nos permitirá la canulación por parte del equipo de cirugía cardiaca.

Este abordaje estaría contraindicado en pacientes con gran calcificación de la arteria aorta, esternotomías o intervenciones de cirugía cardiaca previas.

El procedimiento consiste en la punción y colocación de un introductor en aorta ascendente, que permitirá el paso de catéteres y guías rígidas para cruzar la válvula aórtica. Se deja un catéter *pigtail* en el seno coronario derecho que servirá de referencia para alinear el anillo aórtico, así como verificar la correcta posición y liberación del dispositivo[15]. A continuación, se coloca un introductor de entre 18-22Fr dependiendo del sistema de liberación, y se realiza el implante de la prótesis aórtica con ayuda de la sobreestimulación del marcapasos, previamente introducido por un acceso venoso.

Las principales ventajas son la reducción del tiempo de escopia y la estabilidad que presenta la liberación de la válvula por la corta distancia que existe entre el abordaje y la válvula aórtica. La intervención se puede convertir en esternotomía total en caso de complicaciones graves, ya sea por rotura del anillo aórtico, oclusión coronaria o migración de la válvula[17]. La complicación más grave es la rotura del anillo aórtico, ya que produce taponamiento cardiaco, shock cardiogénico y muerte en la mayoría de los casos.

3.6 VÍA APICAL

Con el inicio de la técnica TAVI nació el acceso transapical como alternativa al acceso transfemoral. Con los años, la aparición de nuevas técnicas de abordaje, junto con la gran cantidad de complicaciones anexas al acceso transapical, han hecho que este acceso quede cada vez más en desuso. Aun así, en el 5% de los pacientes se recurre a esta técnica ya que podría ser una buena elección en pacientes con alteraciones de aorta y otros trayectos del sistema vascular ya que se puede acceder a la válvula sin recorrer el territorio arterial.[9,18]

Se trata de un procedimiento quirúrgico, que normalmente se realiza en el quirófano de cirugía cardiaca y no requiere esternotomía, en el que se accede a la válvula aórtica a través del ápex del ventrículo izquierdo. Esta técnica nos facilita el cruce de la válvula y un mayor control en el momento del despliegue de la prótesis valvular.[17] Muchas de las complicaciones están adyacentes a las de una cirugía cardiaca convencional, pero las propias del acceso serían las siguientes:[20]

- Hemorragia.
- Hipocinesia apical causada por cicatriz miocárdica o punto de sutura cerca de la arteria descendente anterior.
- Aneurisma ventricular.
- Retracción costal causando dolor crónico.

BIBLIOGRAFÍA

1. Figulla HR, Franz M, Lauten A. *The history of transcatheter aortic valve implantation (TAVI)—A personal view over 25 years of development*. Cardiovasc Revasc Med [Internet]. 2020;21(3):398–403. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.carrev.2019.05.024
2. Perrin N, Bonnet G, Leroux L, Ibrahim R, Modine T, Ben Ali W. *Transcatheter aortic valve implantation: All transfemoral? Update on peripheral vascular access and closure*. Front Cardiovasc Med [Internet]. 2021;8. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34660747/
3. Gutiérrez E, Angulo R, Elízaga J, Fernández-Avilés F. *¿Se está controlando las complicaciones del TAVI?* Rev Esp Cardiol Supl [Internet]. 2015;15:36-43. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/s1131-3587(15)30022-4
4. Bastante T, Arzamendi D, Martín-Moreiras J, Cid Álvarez AB, Carballo Garrido J, Andraka L, et al. *Registro español de hemodinámica y cardiología intervencionista*. XXXIII informe oficial de la Asociación de Cardiología Intervencionista de la Sociedad Española de Cardiología (1990-2023). Rev Esp Cardiol [Internet]. 2024;77(11):936-46. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.recesp.2024.07.005
5. Généreux, P, Piazza, N. et al. *Valve Academic Research Consortium 3: Updated Endpoint Definitions for Aortic Valve Clinical Research*. JACC. 2021 Jun, 77 (21) 2717–2746. https://doi.org/10.1016/j.jacc.2021.02.038
6. Jiménez-Quevedo P, Nombela-Franco L, Muñoz-García E, del Valle-Fernández R, Trillo R, de la Torre Hernández JM, et al. *Early clinical outcomes after transaxillary versus transfemoral TAVI. Data from the Spanish TAVI registry*. Rev Esp Cardiol (Engl Ed) [Internet]. 2022;75(6):479–87. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.rec.2021.07.019

7. Muscoli S, Cammalleri V, Bonanni M, Prandi FR, Sanseviero A, Massaro G, et al. *The transaxillary route as a second access option in TAVI procedures: Experience of a single centre.* Int J Environ Res Public Health [Internet]. 2022;19(14):8649. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35886501/

8. Schäfer U, Deuschl F, Schofer N, Frerker C, Schmidt T, Kuck KH, et al. *Safety and efficacy of the percutaneous transaxillary access for transcatheter aortic valve implantation using various transcatheter heart valves in 100 consecutive patients.* Int J Cardiol [Internet]. 2017;232:247–54. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28118931/

9. Tagliari AP, Saadi RP, Ferrari E, Taramasso M, Saadi EK. *The role of the axillary artery as a second access choice in TAVI procedures. Rev Bras Cir Cardiovasc* [Internet]. 2021;36(2). Disponible en: https://cdn.publisher.gn1.link/bjcvs.org/pdf/v36n2a13.pdf

10. Freixa X, Romaguera R, Botas J, Trillo R, Martín-Moreiras y J, Jurado-Román A. *Abordaje de los accesos vasculares en intervencionismo en cardiopatía estructural.* REC: interventional cardiology [Internet]. 2022; Disponible en: http://dx.doi.org/10.24875/recic.m22000327

11. Amat-Santos IJ, Santos-Martínez S, Conradi L, Taramasso M, Poli A, Romaguera R, et al. *Transaxillary transcatheter ACURATE neo aortic valve implantation – The TRANSAX multicenter study.* Catheter Cardiovasc Interv [Internet]. 2021;98(2). Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33315296/

12. Wee IJY, Stonier T, Harrison M, Choong AMTL. *Transcarotid transcatheter aortic valve implantation: A systematic review.* J Cardiol [Internet]. 2018;71(6):525–33. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.jjcc.2018.01.010

13. Pour-Ghaz I, Raja J, Bayoumi M, Manolukas T, Khouzam RN, Ibebuogu UN. *Transcatheter aortic valve replacement with a focus on transcarotid: a review of the current literature.* Ann Transl Med [Internet]. 2019;7(17):420. Disponible en: http://dx.doi.org/10.21037/atm.2019.07.11

14. Eng MH, Villablanca P, Frisoli T, Greenbaum AB, O'Neill WW. *Transcaval access for large bore devices.* Curr Cardiol Rep [Internet]. 2019;21(11):134. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1007/s11886-019-1220-y

15. Lozano F, Cruz González I. *Transcaval access to the abdominal aorta.* Angiologia [Internet]. 2020; Disponible en: http://dx.doi.org/10.20960/angiologia.00107

16. Overtchouk P, Modine T. *Alternate access for TAVI: Stay clear of the chest.* Interv Cardiol [Internet]. 2018;13(3):145–50. Disponible en: http://dx.doi.org/10.15420/icr.2018.22.1

17. Hayashida K, Romano M, Lefèvre T, Chevalier B, Farge A, Hovasse T, et al. *The transaortic approach for transcatheter aortic valve implantation: a valid alternative to the transapical access in patients with no peripheral vascular option. A single center experience.* Eur J Cardiothorac Surg [Internet]. 2013;44(4):692–700. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1093/ejcts/ezt037

18. Dahle G, Walther T. *The 10 commandments for transapical TAVI. Innovations (Phila)* [Internet]. 2023;18(3):223–8. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1177/15569845231177052

19. Nakatsuka D, Tabata M. *Transapical approach for transcatheter aortic valve implantation.* Ann Cardiothorac Surg [Internet]. 2017;6(5):553–4. Disponible en: http://dx.doi.org/10.21037/acs.2017.09.01

20. Mach M, Okutucu S, Kerbel T, Arjomand A, Fatihoglu SG, Werner P, et al. *Vascular complications in TAVR: Incidence, clinical impact, and management.* J Clin Med [Internet]. 2021;10(21):5046. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3390/jcm10215046

TEMA 27

2. PRÓTESIS DE BALÓN EXPANDIBLES

Elena Quero Fernández, Silvia Campos Alonso

Unidad de Hemodinámica del Hospital Universitario de León. León.

1. INTRODUCCIÓN

La historia del implante valvular aórtico transcatéter (TAVI) se remonta a 1992, cuando Henning-Rud Andersen desarrolló un modelo de válvula basado en una válvula aórtica porcina, la cual fue cosida sobre un stent de acero inoxidable quirúrgico. Este dispositivo se implantaba de manera arterial retrógrada mediante un sistema catéter-balón expansible[1]. El implante transcatéter surgió como una alternativa terapéutica a la valvuloplastia en pacientes con estenosis aórtica (EAo) severa que eran considerados "no operables".

En 2002, el Dr. Alain Cribier y su equipo del CHU Rouen llevaron a cabo el primer implante exitoso de una bioprótesis en un paciente con EAo severa calcificada, quien había sido descartado para cirugía valvular debido a sus múltiples comorbilidades y su inestabilidad hemodinámica. La válvula implantada estaba compuesta por tres valvas de pericardio bovino montadas sobre un stent balón-expandible de acero inoxidable, con un diámetro de 23 mm, y fue colocada mediante un acceso transeptal venoso[2].

El alto riesgo quirúrgico y la baja tasa de supervivencia asociada a la cirugía de reemplazo valvular, junto con el creciente número de pacientes considerados no operables, hicieron necesario el desarrollo de un enfoque menos invasivo para el manejo de la estenosis aórtica (EAo) severa. En este contexto, el éxito del implante valvular aórtico transcatéter (TAVI), específicamente con la válvula Edwards SAPIEN balón expandible, se hizo evidente en términos de supervivencia y reducción de complicaciones en pacientes no operables[2].

El ensayo PARTNER 1 demostró una notable diferencia en la mortalidad al año entre los pacientes sometidos a TAVI (30,7%) y aquellos tratados de forma conservadora mediante valvuloplastia con balón (50,7%), con una significación estadística de $p<0,001$ e intervalo de confianza (IC) de 0,4-0,74. La mortalidad por causa cardiovascular también fue significativamente menor en el grupo TAVI (20,5% frente a 44,6%, $p<0,001$)[3].

Por otro lado, el estudio PARTNER 2, que evaluó pacientes con riesgo quirúrgico intermedio, no encontró diferencias significativas en la mortalidad al año entre aquellos tratados con TAVI utilizando la prótesis SAPIEN XT (24,2%) y aquellos sometidos a cirugía (26,8%; $p = 0,44$)[4].

Finalmente, el estudio PARTNER 3, que comparó la prótesis balón expandible SAPIEN 3 con la cirugía en pacientes con bajo riesgo quirúrgico, evidenció una menor mortalidad al año en el grupo sometido a TAVI (8,5% frente a 15,1%)[5].

En la actualidad, la estenosis aórtica (EAo) es una de las valvulopatías más frecuentes y constituye la principal causa de intervencionismo, tanto quirúrgico como percutáneo. Su prevalencia se debe, en gran medida, a la degeneración valvular asociada a la edad, mientras que la etiología reumática representa solo una minoría de los casos[5,6].

El XXXII Registro Español de Hemodinámica y Cardiología Intervencionista (1990-2022) evidencia el incremento de los procedimientos de implante valvular aórtico transcatéter (TAVI) en comparación con la opción quirúrgica de reemplazo valvular aórtico (RAV). En 2022, se registraron 6672 casos de TAVI, de los cuales el 12,9% correspondió a pacientes de bajo riesgo, el 30% a pacientes de riesgo intermedio, el 35,8% a pacientes de alto riesgo y el 21,3% a pacientes cuya cirugía estaba contraindicada[6].

El mismo informe señala que el tipo de válvula más utilizada fue la balón-expandible Edwards, empleada en el 36,4% de las intervenciones, seguida por las válvulas autoexpandibles Evolut (Medtronic, EE. UU.). Asimismo, la nueva generación de válvulas balón-expandibles Myval (Meril, India) representó el 3,3% de los implantes registrados[6].

Existen tres tipos de válvulas clasificadas en función de su mecanismo de implantación: válvulas balón-expandibes (BE), válvulas autoexpandibles (AE) y válvulas expandibles de forma mecánica. Las guías ESC 2021 sobre la evaluación cardiovascular y estrategias de tratamiento de pacientes que se someten a cirugía no cardiaca se recomiendan el reemplazo quirúrgico o TAVI y reservar la valvuloplastia como última opción terapéutica a pacientes que no son idóneos para TAVI (clase IIb)[7]. La decisión del equipo multidisciplinar en consenso con el paciente del tipo de válvula a implantar vendrá definida por la edad, comorbilidades, características anatómicas del paciente (tamaño y forma del anillo valvular, grado de calcificación de válvula nativa, acceso y calidad vascular, aorta horizontal, origen de arterias coronarias, válvula aórtica bicúspide, etc.), su puntuación en riesgo quirúrgico, riesgo de alteraciones de la conducción, riesgo de complicaciones neurológicas, necesidad de anticoagulación, etc.

El estudio CHOICE[8] evaluó las diferencias entre las prótesis balón-expandibles (BE) y autoexpandibles (AE). En el seguimiento a un año, no se encontraron diferencias significativas en cuanto a mortalidad (17,4% BE vs. 12,8% AE, p = 0,37), necesidad de rehospitalización o eventos adversos. Sin embargo, sí se observó una mayor incidencia de implante de marcapasos en pacientes con prótesis AE (23,4% BE vs. 38% AE, p = 0,02). A los cinco años, los resultados del estudio tampoco mostraron diferencias significativas en la mortalidad entre ambos dispositivos (53,4% BE vs. 46,7% AE, p = 0,38). No obstante, las prótesis BE parecían presentar un mayor grado de degeneración, trombosis valvular y deterioro sin llegar al fallo total (6,6% BE vs. 0% AE, p = 0,02)[9].

Estudios recientes que comparan las segundas generaciones de válvulas transcatéter, como la Sapien 3 y la Evolut R, han demostrado que, en un seguimiento a un año, las prótesis balón-expandibles (BE) presentan tasas de mortalidad inferiores a las autoexpandibles (AE) (9,7% vs. 14,4%; p = 0,044). Asimismo, las AE muestran una mayor necesidad de implante de marcapasos en comparación con las BE (14,2% AE vs. 5,8% BE; p<0,001)[10].

La tendencia actual sugiere que las prótesis BE son preferibles en casos de válvulas altamente calcificadas, debido a su mayor fuerza radial, así como en pacientes con

anatomía de aorta horizontalizada o severamente angulada, o con dilatación de la aorta ascendente superior a 43 mm. Por otro lado, las válvulas AE podrían ser más adecuadas en pacientes con ostium coronarios bajos o con calcificaciones extendidas al tracto de salida del ventrículo izquierdo.

Este capítulo se adentra en las prótesis balón-expandibles. Estas válvulas se montan en el extremo distal de un catéter sobre un catéter con balón (proceso *crimping*), que mediante un mecanismo de inflado por volumen permite la implantación de la prótesis sobre la válvula aórtica enferma.

2. PRÓTESIS BALÓN-EXPANDIBLES EDWARDS

PRÓTESIS CRIBIER-EDWARDS (EDWARDS LIFES-SCIENCES (IRVINE, CALIFORNIA, ESTADOS UNIDOS)

Primera generación de prótesis implantada en humano en el año 2004 para pacientes con EAo grave de inasumible riesgo quirúrgico. Válvula biológica de pericardio equino montada sobre una base stent de acero inoxidable. El tercio inferior del stent se cubría con una falda que facilitaba el sellado aórtico y evitaba las fugas perivalvulares. Existían dos tamaños de prótesis; 23 y 26 mm. Los primeros implantes se realizaban de forma anterógrada, por punción transeptal venosa. Más tarde, comenzaría la implantación por vía retrógrada arterial femoral[11].

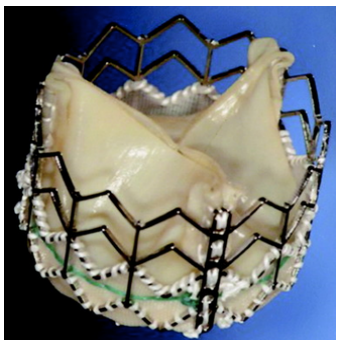


Figura 1. Válvula Cribier-Edwards. Imagen tomada de Condado JA, Burger B. Tratamiento percutáneo de las válvulas cardiacas. Rev Esp Cardiol 2006;59 (12): 1223-1231.

PRÓTESIS EDWARDS-SAPIEN®

En 2007, la válvula Edward-SAPIEN® Transcatheter Heart Valve (THV) obtuvo la autorización de la Comunidad Europea (CE) para su implantación vía transfemoral. En enero de 2008, se aprobó también su aplicación transapical. En 2010, vía subclavia y, en 2011, vía aórtica directa.

Se modificó el tejido bioprotésico equino por tres valvas de apertura unidireccional de pericardio bovino y se introdujo un nuevo tratamiento al tejido, el sistema ThermaFix, que reducía la adherencia del calcio, aumentando así su durabilidad. Se aumentó la

extensión de la falda del stent para reducir la regurgitación perivalvular. Se disponían de dos tamaños; 23 y 26 mm para anillos aórticos de 18 a 25 mm.



Figura 2. Válvula Edwards Sapien®. Imagen tomada de Webb JG, Binder RK. Transcatheter aortic valve implantation: The evolution of prostheses, delivery systems and approaches archives of cardiovascular disease. Arch Cardiovasc Dis 2012;105(3):153-159.

Para facilitar el proceso de liberación vía arterial retrógrada, se desarrollaron sistemas de suministro RetroFlex®, con zona distal articulada que permitían modificar el ángulo de avance del catéter salvando las dificultades mecánicas del paso por el cayado aórtico, y su introducción por el centro de la válvula aórtica nativa también permitía la implantación transapical. Para las prótesis de 23 mm se precisaba de un introductor Retroflex® de 22Fr y de 24Fr para las de 26 mm. Más tarde se desarrollaron RetroFlex II®, que incorporaban un extremo distal en punta para facilitar el acceso a través del arco aórtico y la válvula nativa.

El sistema Retroflex® evolucionaría más tarde al nuevo sistema Ascendra® para la implantación transapical, que contaría con un trayecto más corto para facilitar el manejo. Los sistemas de entrega Ascendra® de 26 F podían emplearse en la implantación de prótesis transapical de 23 y 26 mm[12].

PRÓTESIS SAPIEN XT®

Tercera generación Edwards® aprobadas por la Food and Drugs Administration (FDA) en 2011. Válvulas BE que se implantan de forma intraanular pero no permiten el reposicionamiento ni recapturar. Se liberan durante un proceso de estimulación ventricular para asegurar la estabilidad y fijación de la válvula. Poseen el mismo sistema de trivalva bovino tratado con ThermaFix® con idéntico grosor y elasticidad.

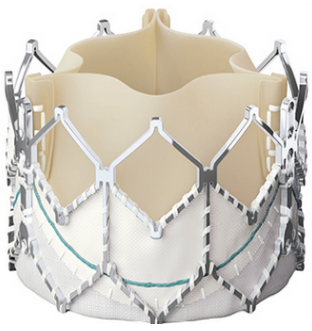


Figura 3. Válvula Edwards Sapien XT®. Imagen tomada de Edwards Lifesciences Corporation. Disponible en https://www.edwards.com/es/devices/heart-valves/transcatheter-sapien-xt-valve-pulmonic.

El stent se modifica a una aleación de cromo-cobalto, de alta resistencia con mayor potencia radial y mayor comprensibilidad. Se disminuye la altura del marco de celdas para aumentar la adaptabilidad. La estructura resulta más abierta con menos *struts* y más finos. Existen cuatro tamaños de válvulas distintos; 20, 23, 26 y 29 mm para anillos de entre 18 y 29 mm.

Estas prótesis precisan sistemas de entrega de menor calibre, por lo que se desarrollaron los sistemas Novaflex® (Edwards Lifesciences®, EE. UU.), que permiten montar el balón después de avanzarlo a la aorta descendente. Para la válvula de 23 mm se requiere introductor de 18Fr y para la de 26 mm uno de 19Fr. La tendencia a reducir en mayor medida posible el diámetro de los introductores para evitar complicaciones y permitir el cierre transfemoral permitió el desarrollo de introductores expandibles (eSheath®), compatibles con Novaflex®. Así los introductores eSheath® necesarios para la Sapiens XT de 20 y 23 mm se reducen a 16Fr, para la SAPIEN XT de 26 mm eSheath de 18Fr y para la SAPIEN XT® de 29 mm eSheath® de 20Fr. Los sistemas más recientes de Novaflex+® incorporan mecanismos que permiten un mejor alineamiento de la válvula en el anillo aórtico[13].

De nuevo para el acceso transapical y transaórtico, se requieren dispositivos Ascendra® con un diámetro externo de 26Fr y una longitud de 55 cm.

El procedimiento TAVI con prótesis BE precisa valvuloplastia aórtica previa con un catéter dilatador que permita el avance de la prótesis hacia el ventrículo izquierdo, aunque se están llevando a cabo diversos estudios de implantación sin necesidad de valvuloplastia previa. La válvula debe estar montada y preparada en el catéter dispensador antes de proceder a la valvuloplastia con el fin de realizar un implante urgente si se produjese una situación de insuficiencia aórtica severa. El balón de valvuloplastia al inflarse impacta la prótesis a la pared valvular nativa mientras se sobreestimula al ventrículo a 180-220 latidos por minuto[14].

PRÓTESIS SAPIEN 3®

Prótesis BE de Edwards Lifescience® aprobada por la FDA en 2014. En el año 2016 se aprueba su uso para pacientes con riesgo quirúrgico intermedio de mortalidad o de complicaciones posimplante. En 2017 obtiene la aprobación de la FDA como la primera válvula transcatéter para procedimientos "válvula en válvula" aórtica y mitral, donde la válvula de reemplazo se implanta dentro de la válvula quirúrgica antigua en prótesis aórticas o mitrales bioprotésicas en pacientes con alto riesgo quirúrgico o de mortalidad[15].

El tejido de la válvula es de pericardio bovino en trivalva sometido a proceso Carpentier-Edwards ThermaFix® para reducir la calcificación de esta.

El marco del stent se configura como sus versiones anteriores de cromo-cobalto radiopaco, pero se modifica el diseño; el marco es más alto siendo las celdas proximales más abiertas para facilitar el acceso coronario.

La principal novedad es el recubrimiento textil de tereftalato de poliuretano interno y en forma de falda externa en el extremo ventricular del stent, que cubre 1/3 de la altura de la válvula y fue diseñado para disminuir el *leak* perivalvar. Existen cuatro tamaños de válvula: 20, 23, 26 mm (con introductor eSeath 14Fr) y 29 mm (con introductor 16Fr).

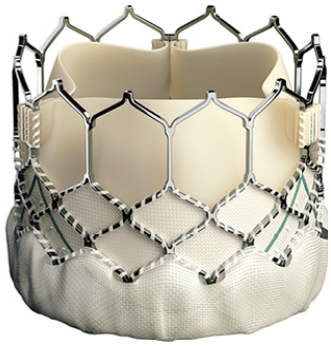


Figura 4. Válvula Edwards Sapien®. Imagen tomada de Edwards Lifesciences Corporation. Disponible en https://www.edwards.com/es/devices/heart-valves/transcatheter-Sapien-3.

Los sistemas de entrega Certitude® (Edwards LifeScience®) modifican el tamaño del introductor. El sistema de entrega Commander® Edwards utiliza introductores eSeath®; 14Fr para las válvulas de 20, 23 y 26 mm y de 16Fr para la de 29 mm. El catéter de entrega es flexible con una punta cónica distal que facilita el paso por la válvula nativa. En el mango del dispositivo se encuentran dos piezas en forma de rueda para una doble articulación que regulan la orientación del catéter y el ajuste de inflado y bloqueo del balón. Para mejorar el alineamiento de la prótesis, el catéter balón cuenta con marcadores radiopacos que delimitan la longitud del balón expansible y una marca central que orienta sobre la posición de la válvula en el momento de la entrega[14-17].

PRÓTESIS EDWARDS SAPIEN 3 ULTRA®

Cuarta versión de válvulas de Edwards LifeScience® de bajo perfil, balón-expandible trivalva de pericardio bovino tratado con ThermaFix® con un cuerpo de aleación de cromo-cobalto. La principal diferencia con SAPIEN 3® es el tamaño del manguito de sellado de tereftalato de poliuretano que modifica su diseño a material texturizado cubriendo un 40% del borde ventricular de la prótesis. Existen cuatro tamaños; 20, 23, 26 y 29 mm. Esta nueva generación de válvulas parece tener menores ratios de fuga perivalvular en comparación con SAPIEN 3 (*leaks* leves 9% SU3 Vs. 13,9% S3 y *leaks* moderados 0,1% S3U vs. 0,4 S3 p < 0,001) sin diferir en otros resultado clínicos a lo largo de un año[18-19].



Figuras 5 y 6. Válvula Edwards SAPIEN 3 ULTRA® expandida con balón y válvula SAPIEN 3 ULTRA® imagen comercial. Imagen tomada de Edwards Lifesciences Corporation. Disponible en https://www.edwards.com/healthcare-professionals/products-services/transcatheter-heart/transcatheter-sapien-3-ultra.

PRÓTESIS EDWARDS SAPIEN 3 ULTRA RESILIA®

Quinta generación de las válvulas BE de Edwards. Comenzó a implantarse en septiembre de 2022 en Estados Unidos. Se introduce como innovación el tratamiento anticalcificante (tejido RESILIA®) del tejido valvular que incorpora glicerol y permite la preservación de la prótesis en seco en lugar de su mantenimiento en soluciones de glutaraldehídos. Cuatro tamaños disponibles; 20, 23, 26 y 29 mm. Los velos de las bioprótesis de 20 y 23 mm se sellan a las comisuras del marco en menor superficie comparado con sus predecesoras, lo que aumenta su orificio de apertura y disminuye el gradiente transvalvular medio. La prótesis de 29 mm incluye una falda externa de mayor longitud para reducir el *leak* perivalvular[20-21].

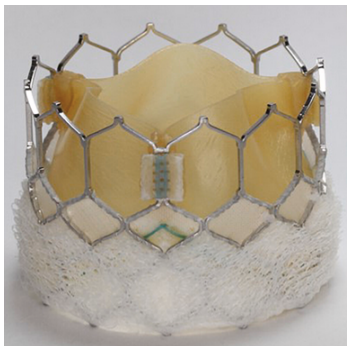


Figura 7. Válvula Edwards Sapien 3 Ultra RESILIA®. Imagen tomada de Edwards Lifesciences Corporation. Disponible en https://www.edwards.com/healthcare-professionals/products-services/transcatheter-heart/transcatheter-sapien-3-ultra-resilia

PRÓTESIS EDWARDS SAPIEN X4®

Última generación de las bioprótesis de Edwards Lifescience®, en fase de ensayo clínico (estudio ALLIANCE). El material del *stent* y el pericardio bovino será el mismo que SAPIEN 3 Ultra con tejido RESILIA®, pero se modificará la geometría de los stents y estos serán más ligeros, con celdas más amplias para facilitar el acceso coronario. Contará con tres tamaños; 23, 26 y 29 mm[25].



Figura 8. Válvula Edwards Sapien x4®. Imagen tomada de Edwards Lifesciences Corporation. Disponible en https://www.edwards.com/patients-care-partners/trial/alliance-trial.

3. PRÓTESIS BALÓN-EXPANDIBLES MERIL LIFE SCIENCES®

PRÓTESIS MYVAL®

Bioprótesis transcatéter balón-expandibles fabricadas por Meril Life Sciences®. En España se llevó a cabo el primer implante en el año 2020[22]. Válvula de pericardio bovino descelularizado trivalva sometido a procesos de anticalcificación. Se puede implantar en posición aórtica, mitral y pulmonar.

El stent se compone de una aleación de níquel-cobalto con un diseño particular; panal de hexágonos. De esta forma, el 53% del stent en su zona superior tiene las celdas más abiertas en dirección a la aorta, y el 47% inferior tiene las celdas más cerradas para aumentar la fuerza radial en el extremo ventricular. Los resultados del estudio Myval-1[23] arrojaron que ningún paciente precisó de marcapasos definitivo y se plantea la posibilidad de que este diseño (70% prótesis en aorta y 30% en el ventrículo izquierdo) reduzca la necesidad de implante de marcapasos definitivo.

La banda inferior de celdas está cubierta por sellado de tereftalato de poliuretano en forma de manguito para minimizar el riesgo de *leak*. El estudio de Myval no registró datos de fuga paravalvular a 12 meses posimplante. Mayor gama de tamaños; con nuevas medidas intermedias y extragrandes de 21,5, 24,5, 27,5, 30,5 y 32 minimizando el riesgo de rotura del anillo por sobreexpansión de la válvula. El acceso puede ser transfemoral, transaxilar y transapical.



Figura 9. Válvula Edwards MyVal®. Imagen tomada de Meril Life Sciences. Disponible en https://congreso.sectcv.es/wp-content/uploads/2020/10/MYVAL-CATALOGO.pdf

Como ventaja, esta válvula se inserta a través de un introductor de 14Fr que minimiza el daño vascular. Meril® recomienda introductores Sheath Python® 14Fr hidrófilo y expandible a 18Fr, compatible con todos los diámetros valvulares que permite el paso de la válvula crimpada. Esta prótesis se introduce ya montada en el balón permitiendo su extracción sin necesidad de retirar el introductor y recuperar la posición de la guía de alto soporte. Como sistema de predilatación, Meril® recomienda un balón Mammoth® de 40 mm y diferentes diámetros para todos los tamaños valvulares y compatible con guías convencionales.

El balón tiene marcas metálicas en extremo distal, extremo proximal y central. La válvula se colocará entre las dos marcas proximal y distal, alineándola con el centro del

balón. Si la válvula se desplazase sobre el balón (pérdida de referencia respecto a las marcas del balón), sería necesario retirarla y volver a crimpar. El sistema de entrega es Navigator®(Meril Life Sciences Pvt. Ltd.), sistema de balón coaxial de 120 cm de longitud y 14Fr de diámetro y capacidades flexoras. El balón distal cuenta con dos puertos para una expansión distal y proximal, que al llenarse de forma simultánea facilita el posicionamiento y ensamblaje con el anillo aórtico y evita el movimiento de la prótesis sobre el balón[24-25].

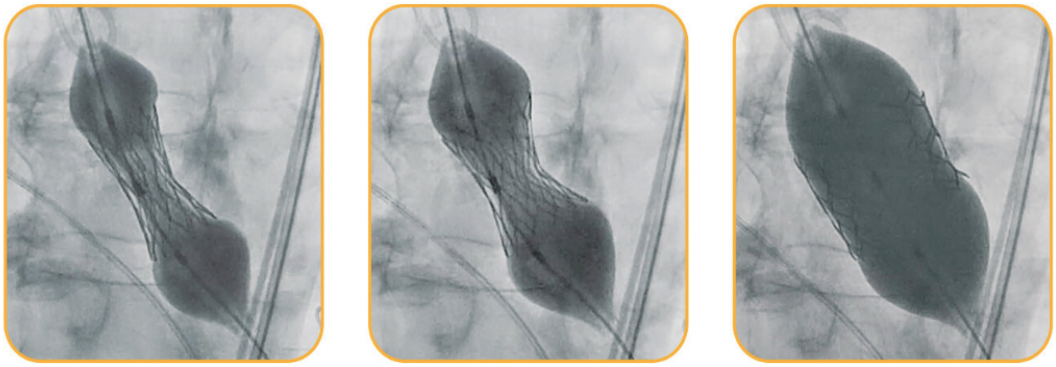


Figura 10. Proceso de llenado de balón con sistema Navigator® y liberación de la válvula MyVal®. Imagen tomada de Meril Life Sciences. Disponible en https://congreso.sectcv.es/wp-content/uploads/2020/10/MYVAL-CATALOGO.pdf

BIBLIOGRAFÍA

1. Andersen HR, Knudsen LL, Hasenkam JM. *Transluminal implantation of artificial heart valves. Description of a new expandable aortic valve and initial results with implantation by catheter technique in closed chest pigs.* Eur Heart J. 1992;13(5):704–8. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1618213
2. Cribier A, Eltchaninoff H, Bash A, Borenstein N, Tron C, Bauer F, et al. *Percutaneous transcatheter implantation of an aortic valve prosthesis for calcific aortic stenosis: first human case description.* Circulation. 2002 Dec 10;106(24):3006–8. doi: 10.1161/01.cir.0000047200.36165.b8
3. Leon MB, Smith CR, Mack M, Miller DC, Moses JW, Svensson LG, et al. *Transcatheter aortic-valve implantation for aortic stenosis in patients who cannot undergo surgery.* N Engl J Med. 2010 Oct 21;363(17):1597–607. doi: 10.1056/NEJMoa1008232
4. Leon MB, Smith CR, Mack MJ, Makkar RR, Svensson LG, Kodali SK, et al. *Transcatheter or surgical aortic-valve replacement in intermediate-risk patients.* N Engl J Med. 2016 Apr 28;374(17):1609–20. doi: 10.1056/NEJMoa1514616
5. Mack MJ, Leon MB, Thourani VH, Pibarot P, Hahn RT, Genereux P, et al. *Transcatheter aortic-valve replacement with a balloon-expandable valve in low-risk patients.* N Engl J Med. 2019;380:1695–705. doi: 10.1056/NEJMoa1814052
6. Jurado-Román A, Freixa X, Cid B, Cruz-González I. *Registro español de hemodinámica y cardiología intervencionista.* XXXII informe oficial de la Asociación de Cardiología Intervencionista de la Sociedad Española de Cardiología (1990–2022). Rev Esp Cardiol. 2023;76(12):1021–31.

7. Halvorsen S, Mehilli J, Cassese S, Hall TS, Abdelhamid M, Barbato E, et al. *2022 ESC Guidelines on cardiovascular assessment and management of patients undergoing non-cardiac surgery.* Eur Heart J. 2022 Oct 14;43(39):3826–924. doi: 10.1093/eurheartj/ehac270. Erratum in: Eur Heart J. 2023;44(42):4421.

8. Abdel-Wahab M, Neumann FJ, Mehilli J, Frerker C, Richardt D, Landt M, et al. *1-Year outcomes after transcatheter aortic valve replacement with balloon-expandable versus self-expandable valves: results from the CHOICE randomized clinical trial*. J Am Coll Cardiol. 2015 Aug 18;66(7):791–800. doi: 10.1016/j.jacc.2015.06.026

9. Abdel-Wahab M, Landt M, Neumann FJ, Massberg S, Frerker C, Kurz T, et al. *5-Year outcomes after TAVR with balloon-expandable versus self-expanding valves: results from the CHOICE randomized clinical trial.* JACC Cardiovasc Interv. 2020 May 11;13(9):1071–82. doi: 10.1016/j.jcin.2019.12.026

10. Sa YK, Choi IJ, Chang K, Hwang BH, Chung WB, Lee KY, et al. *Balloon-expandable versus self-expandable valve in transcatheter aortic valve replacement: a nation-wide study.* Am J Cardiol. 2024 Feb 15;213:119–25. doi: 10.1016/j.amjcard.2023.12.007

11. García E, Pinto AG, Sarnago Cebada F, Pello AM, Paz M, García-Fernández MA, et al. *Implantación percutánea de prótesis valvular aórtica: experiencia inicial en España.* Rev Esp Cardiol. 2008 Nov;61(11):1210–4.

12. Edwards Lifesciences LLC. Catéter-balón para valvuloplastia aórtica Ascendra. Modelo 9100BAVC. 149860004A. 2021.

13. Edwards Lifesciences. Válvula transcatéter Edwards SAPIEN XT [Internet]. Irvine (CA): Edwards Lifesciences; 2024. Disponible en: https://www.edwards.com/es/devices/heart-valves/transcatheter-sapien-xt-valve-pulmonic

14. Farjat Pasos JI. Prótesis balón expandibles A. Familia SAPIEN. En: Allende Carrera R, Leiva Pons JL, Ricarde Alcocer A, Gutiérrez Vega AR, editores. TAVI: *estrategias para un implante perfecto*. Colombia: Grupo Distribuna; 2024. p.484–504.

15. Edwards Lifesciences LLC. Válvula cardiaca transcatéter Edwards SAPIEN 3. Sistema de suministro Edwards Certitude transapical y transaórtico. 10037390002A. 2020.

16. Edwards Lifesciences LLC. Edwards SAPIEN 3 transcatheter heart valve system. Edwards Commander delivery system. 10033860001. 2019.

17. Steblovnik K, Bunc M. *Technical aspects and development of transcatheter aortic valve implantation*. J Cardiovasc Dev Dis. 2022 Aug 22;9(8):282. doi: 10.3390/jcdd9080282

18. Edwards Lifesciences LLC. Sistema de válvula cardiaca transcatéter Edwards SAPIEN 3 Ultra. Sistema de colocación Edwards Certitude. 10055159001A. 2023.

19. Cannata S, Gandolfo C, Ribichini FL, Van Mieghem N, Buccheri S, Barbanti M, et al. *One-year outcomes after transcatheter aortic valvular implantation with the latest-generation SAPIEN balloon-expandable valve: the S3U registry*

20. Stinis CT, Abbas AE, Teirstein P, Makkar RR, Chung CJ, Iyer V, et al. *Real-world outcomes for the fifth-generation balloon expandable transcatheter heart valve in the United States*. JACC Cardiovasc Interv. 2024 Apr 22;17(8):1032–44. doi: 10.1016/j.jcin.2024.02.015

21. Zaid S, Atkins MD, Kleiman NS, Reardon MJ, Tang GHL. *What's new with TAVR? An update on device technology.* Methodist Debakey Cardiovasc J. 2023 May 16;19(3):4–14. doi: 10.14797/mdcvj.1230

22. Santos-Martínez S, Amat-Santos IJ, Serrador A, Rodríguez-Gabella T, Gutiérrez H, San Román A. *Balloon-expandable Myval transcatheter aortic valve implantation. First experience in Spain.* Rev Esp Cardiol (Engl Ed). 2020 Jul;73(7):596–7. doi: 10.1016/j.rec.2020.01.021

23. Sharma SK, Rao RS, Chandra P, Goel PK, Bharadwaj P, Joseph G, et al. *First-in-human evaluation of a novel balloon-expandable transcatheter heart valve in patients with severe symptomatic native aortic stenosis: the MyVal-1 study.* EuroIntervention. 2020 Aug 28;16(5):421–9. doi: 10.4244/EIJ-D-19-00413. Erratum in: EuroIntervention. 2020 Aug 28;16(5):429.

24. Amat-Santos IJ. *Prótesis balón expandibles B. Familia MyValTM.* En: Allende Carrera R, Leiva Pons JL, Ricarde Alcocer A, Gutiérrez Vega AR, editores. *TAVI: estrategias para un implante perfecto*. Colombia: Grupo Distribuna; 2024. p.505–32.

25. Sharma SK, Rao RS, Chopra M, Sonawane A, Jose J, Sengottuvelu G. *Myval transcatheter heart valve system in the treatment of severe symptomatic aortic stenosis*. Future Cardiol. 2021 Jan;17(1):73–80. doi: 10.2217/fca-2020-0020

TEMA 27

3. PRÓTESIS AÓRTICAS AUTOEXPANDIBLES

M.ª Paz Luque Barrero, José M. Vargas Pulido, Pedro Pardo Montilla, Florencia León Boissier, José M.ª Huelva Ramírez, Manuel A. Rey Gómez

Unidad de Hemodinámica del Hospital Universitario Reina Sofía. Córdoba.

1. INTRODUCCIÓN

Las válvulas aórticas autoexpandibles son dispositivos médicos utilizados en el tratamiento de la estenosis aórtica, una enfermedad caracterizada por el estrechamiento de dicha válvula. Esta condición puede causar una reducción en el flujo sanguíneo desde el ventrículo izquierdo del corazón hacia la arteria aorta y el resto del cuerpo. Este tipo de válvulas se utilizan como alternativa a la cirugía de reemplazo de la válvula aórtica convencional, especialmente en pacientes que no son candidatos para cirugía abierta o que presentan un alto riesgo quirúrgico[1].

La introducción del implante de prótesis aórticas transcatéter (TAVI) ha representado un avance significativo en el tratamiento de la estenosis aórtica, proporcionando una opción terapéutica menos invasiva[1] para los pacientes.

Las válvulas cardiacas percutáneas utilizadas en procedimientos de reemplazo o reparación valvular aórtica pueden clasificarse en dos categorías principales: autoexpandibles y expandibles con balón.

2. CARACTERÍSTICAS DE LAS VÁLVULAS AUTOEXPANDIBLES

- Mecanismo de expansión: estas válvulas se expanden automáticamente una vez liberadas en la posición deseada.
- Material y diseño: suelen estar hechas de nitino[2] (una aleación de níquel y titanio) y están diseñadas con velos de pericardio bovino o porcino.
- Implante: se despliegan mediante un sistema de liberación específico.

3. TIPOS DE VÁLVULAS AÓRTICAS AUTOEXPANDIBLES

Existen varios tipos de válvulas aórticas autoexpandibles en el mercado nacional[1], cada una con sus propias características y diseño único. Las marcas que podemos encontrar en la actualidad son: Evolut FX (Medtronic), Navitor (Abbott), Allegra (Biosensors International Group, Ltd) y Acurate Neo2 (Boston Scientific Corporation).

El principal objetivo del tratamiento con válvulas aórticas autoexpandibles es mejorar los síntomas y la calidad de vida de los pacientes con estenosis aórtica. Este procedimiento se realiza mediante un cateterismo cardiaco, el acceso vascular para la im-

plantación de dichas válvulas generalmente se realiza a través de la arteria femoral[3], aunque en algunos casos puede ser necesario utilizar otras vías de acceso, como la arteria carótida, la subclavia o la transcava[3] (menos frecuente).

4. PROCEDIMIENTO

El procedimiento de implantación de válvulas aórticas autoexpandibles se realiza en un laboratorio de hemodinámica bajo sedación o anestesia general. Se inserta un catéter a través de una pequeña incisión en la arteria elegida para la intervención y se guía hasta el corazón utilizando imágenes de fluoroscopia. Una vez en posición y utilizando las proyecciones según TAC, la válvula aórtica autoexpandible se libera y se coloca dentro de la válvula nativa con estenosis, donde se expande y se fija en su lugar, según el tipo de válvula elegida.

5. PRÓTESIS NAVITOR™

La válvula Navitor™ desarrollada por Abbott está indicada para implante transcatéter en pacientes con estenosis aórtica nativa severa sintomática y alto o extremo riesgo quirúrgico[4].

Usan un sistema de liberación FlexNav [5] y un sistema de carga Navitor diseñado para cargar la válvula en el sistema de liberación. Esta válvula está disponible en cuatro tamaños: 23, 25, 27 y 29[6], cubriendo anillos de 19 mm a 27 mm.



Figura 1. Válvula Navitor™[4].

CARACTERÍSTICAS DIFERENCIADORAS

- Válvula aórtica transcatéter autoexpandible de nitinol[6] con velos de pericardio bovino.
- Recuperable, recapturable y reposicionable, con posición intraanular de los velos para un funcionamiento valvular precoz durante el despliegue.
- Tratamiento anticalcificante Linx™ en los velos y la falda.

- Falda NaviSeal™[6] con recubrimiento externo de polietileno para mitigar fugas perivalvulares.
- Grandes celdas en la parte aórtica para facilitar el acceso a las coronarias.
- Sistema de liberación de bajo perfil con introductor incorporado de 14Fr para tamaños pequeños (23 y 25) y 15Fr para tamaños grandes (27 y 29)[6].
- Requiere un diámetro mínimo del vaso de 5,0 mm para tamaños pequeños y 5,5 mm para tamaños grandes.
- Todos los componentes del Sistema Navitor™ están libres de látex y libres de ftalatos[4].

CONTRAINDICACIONES

- Incapacidad para tolerar el tratamiento antiagregante plaquetario o anticoagulante o la aleación de nitinol.
- Anillo aórtico no calcificado.
- Infecciones activas, incluyendo endocarditis.
- Trastornos vasculares.
- Cualquier configuración valvular distinta a la tricúspidea.

6. PRÓTESIS ALLEGRA™

La válvula Allegra™ desarrollada por Biosensors International se distingue por su estructura autoexpandible exclusiva, que incluye áreas cóncavas y convexas[7]. Estas proporcionan amplias áreas de orificio efectivo (AOE), incluso en anillos pequeños. Además, su forma única garantiza que no haya interacción con la aorta ascendente[7].

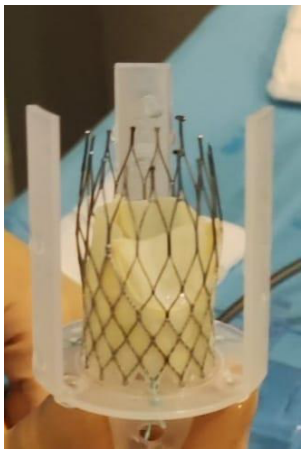


Figura 2. Válvula Allegra.

El diseño de la endoprótesis Allegra™ incorpora una distribución personalizada de la fuerza radial en el área de sellado, lo que permite un anclaje seguro. Por otro lado, la baja fuerza radial en la sección de salida de flujo soporta una apertura más amplia de la válvula y contribuye a una elevada AOE y un bajo gradiente de presión media[7]. Esta válvula está disponible en tamaños: 23 mm, 27 mm y 31 mm, cubriendo anillos entre 19 mm y 28 mm, según se muestra en la **Tabla 1** según perímetros y diámetros del anillo.

CARACTERÍSTICAS

- Stent corto de nitinol autoexpandible cortado por láser. Valvas 100% de pericardio bovino que ofrece mayor durabilidad[8].
- Dispone de seis marcadores radiopacos de oro para indicar el plano de la nueva válvula y la parte superior del faldón de sellado de 12 mm permitiendo así una visibilidad perfecta y una implantación precisa.
- El mecanismo de liberación consta de tres pasos "apretar para soltar"[7] (abrir, implantar y alinear) permitiendo un implante escalonado y controlado, evitando la rotación y despliegue escalonado de 2 mm.
- Nos permite un flujo constante durante el implante[7] (Permaflow).
- Para facilitar un anclaje seguro al catéter dispone de tres conectores en forma de T.
- Presenta diferente fuerza radial en los postes para eliminar la tensión en las valvas.
- Forma cóncava para evitar que las valvas toquen el stent durante la fase de apertura.
- Presenta unos puntos de fijación comisurales flexibles para la reducción de estrés en el pericardio.
- Material de sutura quirúrgica de PTFE. El área de sellado de 12 mm minimiza el riesgo de fuga perivalvular.
- Su sistema de liberación consta de un catéter de 15Fr de alta flexibilidad con un cartucho de válvula de 18Fr, que permite una mayor capacidad de cruce a través del arco aórtico. Su sistema de liberación ofrece una técnica de despliegue Permaflow sin oclusión que no pone en riesgo la hemodinámica durante el implante.
- El sistema de liberación tiene dos marcadores de anillo que sirven como referencia superior e inferior. Recuperable en la fase de implante.
- Vaina integrada para un implante estable.
- Diseño de la punta del catéter atraumático y bloqueo de seguridad que garantiza una liberación segura[7].

INDICACIONES:

1. Presenta beneficios particulares para pacientes con anillos pequeños.
2. Gracias a la combinación de la amplia abertura de la válvula y del plano supraanular en el que se sitúa, se puede utilizar con diámetros de anillo desde 19 mm en válvulas nativas[8].
3. Su diseño la convierte en una excelente opción para procedimientos de válvula en válvula.
4. Gracias a su fijación intraanular y ausencia de interacción con la aorta ascendente, está indicada para pacientes con senos coronarios más estrechos, ya que facilita el acceso coronario. La sección de salida del stent de Allegra™ tiene celdas grandes que facilitan el acceso coronario[7].

TABLA 1. Diametros válvula Alegra™[7].

TAMAÑO VÁLVULA ALLEGRA™	23 mm	27 mm	31 mm
DIÁMETRO DEL ANILLO	19-22	22-25	25-28
PERÍMETRO DEL ANILLO	59,7-69,1	69,1-78,5	78,5-88
ÁREA DEL ANILLO	280-380 mm^2	380-490 mm^2	490-620 mm^2
DIÁMETRO INTERNO DE BIOPRÓTESIS VALVULAR AÓRTICA	16,5-21,5	22-24,5	25-28

7. PRÓTESIS EVOLUT FX™

La válvula Evolut FX™ es un sistema de TAVI desarrollado por Medtronic CoreValve LLC. Este sistema presenta grandes expectativas en términos de precisión, control y previsibilidad en procedimientos de TAVI[9].

Se trata de una válvula aórtica transcatéter autoexpandible de nitinol, recapturable y de pericardio porcino, con función supraanular que maximiza la coaptación de los velos y permite obtener gradientes de un solo dígito y valores altos del AOE. La estructura de nitinol permite el sellado de la prótesis al anillo nativo a múltiples niveles. Esta válvula está disponible en cuatro tamaños: 23 mm, 26 mm, 29 mm y 34 mm[10,12], según diámetros del anillo como se muestra en la Tabla 2, permitiendo tratar anillos de 18 a 30 mm de diámetro.

Desde la experiencia inicial con CoreValve (Medtronic, Minneapolis, Minnesota), ha habido actualizaciones continuas de este sistema de válvula para mejorar el éxito del procedimiento y reducir las complicaciones periprocedimiento: Evolut Pro, Pro+, FX y FX+ son las últimas generaciones de esta válvula cardiaca transcatéter (THV)[9].



Figura 3. Válvula Evolut FX[11].

CARACTERÍSTICAS DE EVOLUT FX™

- **Material:** stent de nitinol autoexpandible con velos de pericardio porcino.
- **Sistema de liberación:** bajo perfil, flexible, con una cápsula distal acampanada que permite reposicionar y recapturar la válvula parcialmente liberada[10].
- **Función supraanular:** mejora la coaptación de los velos y maximiza el área efectiva del orificio (AOE).
- **Sellado avanzado:** recubrimiento externo de tejido que reduce el riesgo de fugas perivalvulares[12].
- **Acceso vascular:** permite el uso de vasos de hasta 5 mm con introducción de 14Fr[10].
- **Marcadores radiopacos:** mejoran la precisión en la profundidad de despliegue y alineación comisural[10].

TABLA 2. Tamaños de anillo de Válvula Evolut FX[10,12].

TAMAÑOS	23 mm	26 mm	29 mm	34 mm
DIÁMETRO DEL ANILLO	18-20	20-23	23-26	26-30
PERÍMETRO DEL ANILLO	56,5-62,8 mm	62,8 - 72,3 mm	72,3-81,7 mm	81,7-94,2 mm
DIÁMETRO DEL SENO DE VALSALVA (MEDIO)	≥25 mm	≥27 mm	≥29 mm	≥31 mm
ALTURA DEL SENO DE VALSALVA (MEDIO)	≥ 15 mm	≥15 mm	≥15 mm	≥15 mm

8. PRÓTESIS ACURATE NEO2™

ACURATE NEO2™ es un sistema de válvula aórtica desarrollado por Boston Scientific Corporation. Su diseño intuitivo permite un posicionamiento directo y un sistema de

implantación fácil de manejar. El despliegue de arriba hacia abajo proporciona estabilidad hemodinámica y una colocación precisa[13].

CARACTERÍSTICAS

1. Presenta un sistema de liberación flexible y de bajo perfil que permite la utilización del introductor 14F iSLEEVE[14].
2. Active PVseal[14,15] Technology **(Figura 4-A)** es un sistema de fijación activo y una faldilla un 60% más larga que se adapta mejor al anillo aórtico y permite reducir la incidencia de *leaks* perivalvulares, reduciendo la mortalidad a corto-medio plazo.
3. Marcador radiopaco que aumenta la certeza del posicionamiento de la prótesis[14], logrando una menor protrusión en el tracto de salida del ventrículo izquierdo que se traduce en una baja incidencia de implante de marcapasos definitivo[13]. Su sistema *Top-Down Deployment* (despliegue de arriba hacia abajo)[14] permite una liberación estable y predecible evitando el uso de marcapasos rápido para la estabilización de la prótesis.

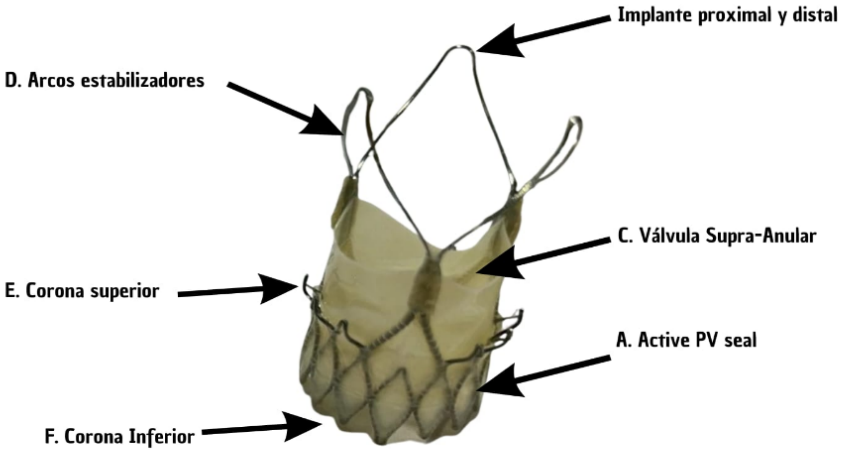


Figura 4. Válvula Acurate Neo2.

4. Su diseño supraanular **(Figura 4-C)** presenta un orificio de apertura mayor obteniendo menores gradientes transvalvulares y el amplio espacio existente entre los arcos estabilizadores[14] **(Figura 4-D)** permite su fácil acceso a los ostium coronarios con un catéter guía de angioplastia. La alineación comisural es fácilmente identificable evitando la interferencia con el origen de las coronarias[15].
5. La corona superior **(Figura 4-E)** permite el anclaje supraanular de la prótesis y atrapa las valvas nativas liberando los ostium coronarios[14,15].
6. La corona inferior **(Figura 4-F)** está diseñada para reducir la protrusión en el tracto de salida del ventrículo izquierdo disminuyendo el daño del sistema de conducción[14,15].

BIBLIOGRAFÍA

1. Adams DH, Popma JJ, Reardon MJ, et al. *Transcatheter aortic-valve replacement with a self-expanding prosthesis*. N Engl J Med. 2014; 370(19):1790-1798.
2. https://www.revespcardiol.org/es-protesis-percutaneas-autoexpandibles-estenosis-aortica-articulo-S0300893220305558
3. https://recintervcardiol.org/es/intervencionismo-estructural/implante-percutaneo-de-valvula-aortica-a-traves-de-accesos-percutaneos-alternativos-resultados-clinicos.
4. https://www.cardiovascular.abbott/int/en/hcp/products/structural-heart/transcatheter-valve-solutions/navitor-tavi-systems.html
5. https://www.hospimedica.es/tecnicas-quirurgicas/articles/294795996/sistema-tavi-de-ultima-generacion-trata-la-estenosis-aortica-de-forma-segura-y-eficaz.html
6. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1443950623044578
7. Biosensors International. Allegra™ *Transcatheter Heart Valve* [Internet]. Singapur: Biosensors International; [citado 2024 Dic 3]. Disponible en: https://www.biosensors.com
8. Sathananthan, et al, *Impact of implant depth on hydrodynamic function with the ALLEGRA transcatheterheart valve following valve-invalve intervention*. EuroIntervention 2019.
9. https://europe.medtronic.com/xd-en/healthcare-professionals/products/cardiovascular/transcatheter-aortic-heart-valves/evolut-fx.html
10. https://europe.medtronic.com/content/dam/medtronic-wide/public/western-europe/products/cardiac-vascular/cardiovascular/heart-valves/evolut-fx-product-specs.pdf
11. https://citoday.com/news/medtronics-evolut-fx-tavr-system-gains-fda-approval
12. https://www.medtronic.com/en-us/healthcare-professionals/products/cardiovascular/heart-valves/transcatheter-systems/evolut-fx-tavr-system.html
13. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2474870623002282
14. https://www.bostonscientific.com/es-CL/productos/valvula-cardiaca-por-cateter/acurate-neo2-valvula-cardiaca-por-cateter.html
15. https://medecs.com.ar/articulo-siprotec/

TEMA 28

TRATAMIENTO PERCUTÁNEO DE LA INSUFICIENCIA MITRAL SEVERA: MITRACLIP Y PASCAL

Nuria Castelló Fosch, Laura Tintorer Jaso

Unidad de Hemodinámica del Hospital de la Santa Creu i Sant Pau. Barcelona.

1. INTRODUCCIÓN

La insuficiencia mitral (IM) es la patología de la válvula mitral (VM) que produce regurgitación sanguínea del ventrículo izquierdo a la aurícula izquierda durante la sístole[1]. El pronóstico de esta solo con tratamiento médico puede resultar fatal ocasionando disfunción ventricular, insuficiencia cardiaca, fibrilación auricular, ictus y muerte[1].

En los últimos años se ha observado un aumento de la prevalencia de la IM, estimándose que hasta un 10% de las personas mayores de 75 años presentan IM en grado moderado o severo. Según el EuroHeart Survey, hasta el 50% de los pacientes sintomáticos hospitalizados con IM severa no se intervienen quirúrgicamente debido a edad avanzada >70 años, comorbilidades y disfunción ventricular, por lo que existe un gran grupo de pacientes tributarios de tratamiento percutáneo[2].

La reparación percutánea de la válvula mitral presenta elevada complejidad ya que no se trata de una estructura aislada, sino de un aparato compuesto por distintas estructuras. La alteración o afectación de cualquiera de sus componentes puede producir un cambio e incompetencia de la válvula[2]. Por otro lado, el acceso a la propia válvula resulta laborioso ya que requiere acceso transeptal.

La ecografía transesofágica (ETE) es la técnica de elección tanto para la selección de pacientes como para la evaluación del resultado del procedimiento, ya que permite determinar el mecanismo de la regurgitación, cuantificar el grado de insuficiencia y valorar su repercusión funcional. Debido a su complejidad, los procedimientos que requieren ETE deben realizarse bajo anestesia general o sedación profunda[2], lo que implica la participación de un equipo multidisciplinar compuesto por anestesiólogos, cardiólogos, ecocardiografistas especializados, hemodinamistas y personal de enfermería de hemodinámica.

La mayoría de dispositivos de reparación mitral de los que disponemos en la actualidad se han desarrollado emulando técnicas quirúrgicas. Cuando hablamos de reparación mitral percutánea nos referimos a la terapia borde-borde que emula la "técnica Alfieri", que consiste en la aproximación de las valvas anterior y posterior de la válvula mitral.

2. CLASIFICACIÓN DE LA INSUFICIENCIA MITRAL

Es importante diferenciar la etiología de la IM de su mecanismo[3,4]. En cuanto a la etiología, nos referimos a las diferentes causas que pueden llegar a comprometer el aparato valvular mitral, lo que a grandes rasgos la clasificaremos en: **IM primaria/orgánica/degenerativa**, debida a anomalías intrínsecas en el aparato valvular (prolapso valvular, *cleft* mitral, enfermedad reumática, etc.), y la **IM funcional/secundaria**, donde la válvula es normal pero se produce una IM debida a la dilatación del anillo secundario a dilatación ventricular por cardiomiopatía o debido a cambios en el aparato subvalvular, normalmente por causa isquémica (desplazamiento de cuerdas por cicatrización del músculo papilar, remodelado ventricular posinfarto, etc.). Estas causas a su vez pueden ser agudas o crónicas.

El mecanismo de la insuficiencia mitral (IM) se refiere al proceso fisiopatológico que genera el flujo de regurgitación, el cual puede clasificarse de diversas formas. Una vez diferenciada la IM degenerativa y la funcional, es fundamental destacar cómo la movilidad de los velos, según la etiología, influye en el comportamiento de la regurgitación y en su mecanismo.

La clasificación de Carpentier abarca los distintos mecanismos que pueden originar el jet de regurgitación, diferenciando la IM en función de la movilidad de los velos:

- **Tipo I:** se caracteriza por un déficit de coaptación con movilidad normal de los velos. Se observa en casos de IM funcional secundaria a dilatación ventricular, auricular o del anillo mitral, así como en perforaciones de velo.
- **Tipo II:** se produce cuando el movimiento del velo es excesivo, prolapsando en sístole hacia la aurícula izquierda y generando un jet contralateral al velo prolapsado. Este mecanismo se encuentra en patologías como la rotura de cuerdas tendinosas, rotura de músculo papilar o prolapso mitral.
- **Tipo III:** se asocia a un déficit de movilidad o restricción del velo, generando un jet ipsilateral al velo afectado. Se subdivide en:
  - ✓ **Tipo IIIa:** restricción diastólica del velo, característica de la valvulopatía reumática.
  - ✓ **Tipo IIIb:** restricción sistólica o “tenting” del velo debido a disfunción del músculo papilar.

3. DISPOSITIVOS DE REPARACIÓN VELO-VELO TRANSCATÉTER

3.1 MITRACLIP™

El sistema MitraClip™ (Abbott Vascular; Menlo Park, California, EE. UU.) es el dispositivo más utilizado en el tratamiento percutáneo de la insuficiencia mitral (IM). Su primera implantación, realizada en 2003 en una paciente, tuvo un resultado clínico altamente exitoso.

Este dispositivo reproduce la técnica quirúrgica de Alfieri, aproximando los segmentos medios de la válvula mitral (A2-P2) para crear una válvula de doble orificio. La experiencia acumulada por distintos grupos ha demostrado que el MitraClip™ puede aplicarse eficazmente en segmentos distintos al A2-P2. Además, la evolución del dispositivo ha llevado a la disponibilidad de cuatro tamaños diferentes, lo que amplía el espectro de patologías tratables con esta tecnología[2,5].

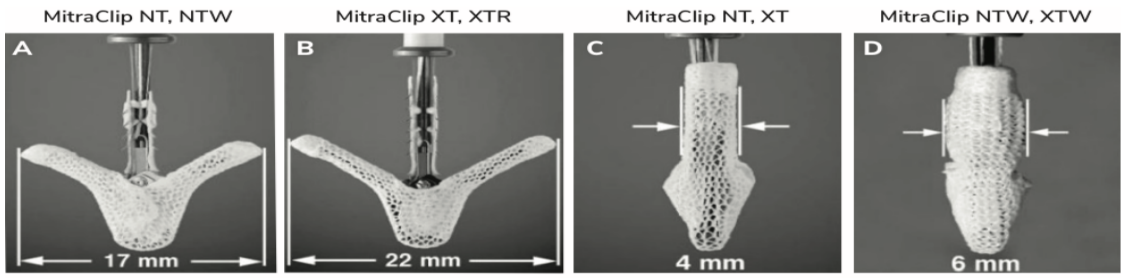


Figura 1. Muestra los diferentes tamaños de los cuatro dispositivos MitraClip.

Transcatheter Edge-to-Edge Repair. Society for Cardiovascular Angiography & Interventions 2022.

El dispositivo MitraClip™ consta de dos partes: **(Figura 2)**[5]

1. El catéter guía dirigible de 25F (con su dilatador), que posibilita el avance del sistema de implantación en la aurícula izquierda y que presenta un marcador radiopaco en su punta distal. Dispone de un manguito dirigible que permite la deflexión anterior y posterior.
2. El sistema de implantación del clip que consta a su vez de tres partes:
    - *a)* El catéter de implantación.
    - *b)* El manguito dirigible: que permite la deflexión medial/lateral.
    - *c)* El dispositivo MitraClip™: formado por una aleación de cromo-cobalto cubierta por una membrana de poliéster, con dos brazos que se abren y cierran a través del mango del catéter de liberación y unas asideras (*grippers*) que fijan la valva.

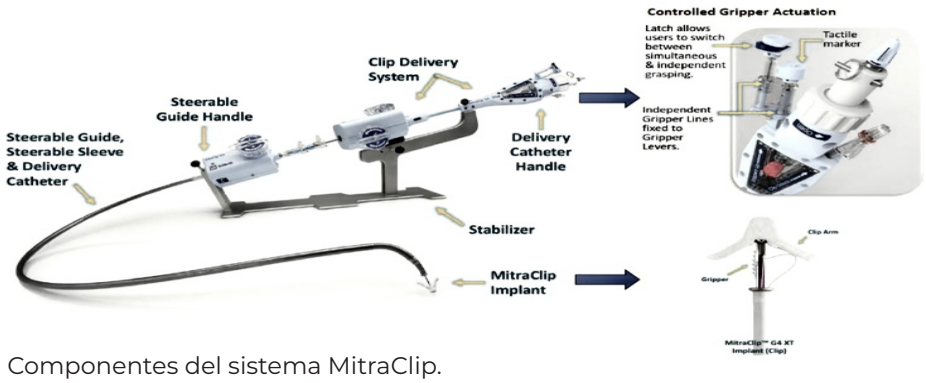


Figura 2. Componentes del sistema MitraClip.

Transcatheter Edge-to-Edge Repair. Society for Cardiovascular Angiography & Interventions 2022.

3.2 PASCAL™

El dispositivo Pascal™ (Edwards Lifesciences; Estados Unidos) es otro sistema de reparación mitral percutánea borde-borde.

Tiene una serie de particularidades que lo hacen diferente al dispositivo MitraClip™:

a) Permite una captura independiente de los velos (aunque esta característica ya está disponible en la G4 de MitraClip™).

b) Dispone de un espaciador central de 10 mm diseñado para ocupar el orificio regurgitante residual, lo que permite incrementar la superficie de coaptación disminuyendo la tensión sobre los velos.

c) La recaptura del dispositivo es muy segura gracias a que puede alargarse completamente minimizando la interferencia con estructuras vecinas. Disponemos de dos tamaños diferentes **(Figura 3)**, mejorando el abordaje en anatomías más complejas.

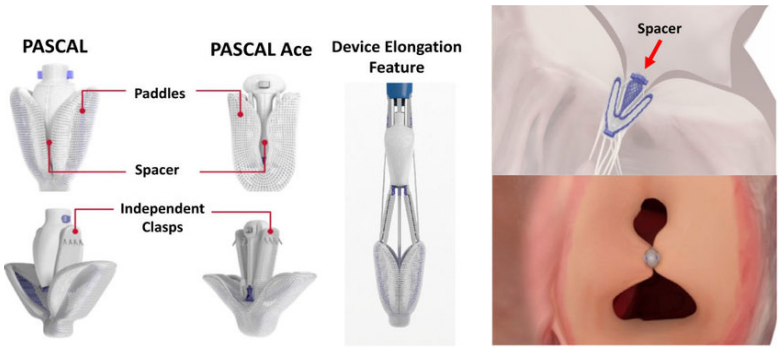


Figura 3. Los dos tamaños disponibles del dispositivo pascal.

Revival of a forgotten valve: use of the percutaneous clip for the treatment of tricuspid regurgitation. European Heart Journal Supplements.

En cuanto a la técnica de implante, tiene muchos puntos en común con el MitraClip™. La diferencia viene dada principalmente por el catéter guía (22F) y sistema de liberación, que en el caso de Pascal™ consta de tres componentes **(Figura 4)** y esto hace que la tensión se acumule menos en el sistema.

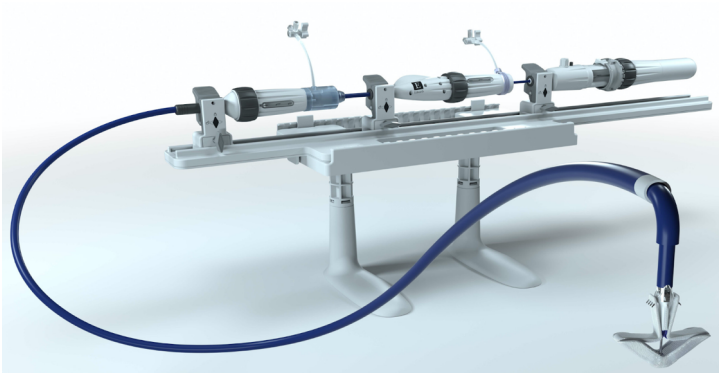


Figura 4. Componentes del sistema Pascal.

Mitral Transcatheter Edge-to-Edge Repair With the PASCAL Precision System: Device Knobology and Review of Advanced Steering Maneuvers, Structural Heart, 2023.

4. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE IMPLANTE DE CLIP MITRAL

El procedimiento y técnica de implante del clip mitral percutáneo es muy similar en el MitraClip™ y el dispositivo Pascal™. A continuación, veremos los diferentes pasos a seguir y las particularidades de cada dispositivo[5,7,8].

4.1 MATERIAL

- Trócar para punción venosa.
- Introductor de 7F.
- Funda de ecografía para punción del acceso.
- Guía de 0,035" 260 cm (Si Proglide™).
- Guía extrasoporte de 0,035'' 260 cm.
- Catéter multipropósito.
- Placa de metacrilato.
- Elevadores (cada dispositivo dispone del suyo propio).
- Mosquito.
- Dilatador 18-20F.
- Dispositivo de cierre vascular tipo Proglide™ o sutura en "8".
- Introductor para transeptal, guía de 0,032'', aguja de Brockenbrough o Versacross™.
- *Para Mitraclip*™: batea con 2000 ml de suero fisiológico heparinizado (2000 UI Heparina Na/L), seis llaves de tres luces, dos alargaderas de aproximadamente 20 cm, una alargadera de alta presión, dos jeringas de 50 cc con conexión *luer-lock*, dos bolsas de suero de 1000 cc con 2000 UI de heparina Na presurizadas. Brazo estabilizador con sus tornillos.
- *Para Pascal*™*:* dos bateas con suero fisiológico heparinizado (5000 UI heparina Na/L) y dos jeringas de 50 cc *luer-lock*.

4.2 PROCEDIMIENTO

4.2.1 Consideraciones previas al procedimiento

Colocar la placa de metacrilato debajo de las piernas (rodillas) del paciente con el elevador encima (por encima de la pierna derecha) para estabilizar el sistema. El elevador se colocará a 80 cm desde la línea media intermamaria en caso del MitraClip™ y a 78 cm del apéndice xifoides el Pascal™ **(Figura 5)**.

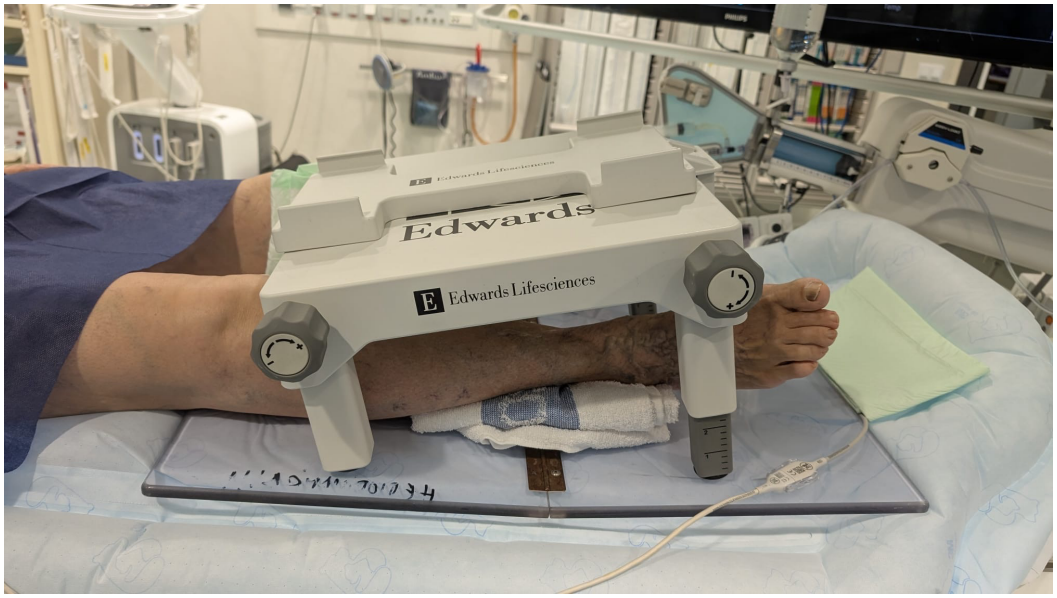


Figura 5. Placa de metacrilato colocada debajo del paciente con el elevador del sistema Pascal™.
Fuente: elaboración propia.

En el dispositivo MitraClip™ también se requiere el estabilizador con sus tornillos y almohadilla de silicona (que va dentro del *pack*). Y en el caso del Pascal™, el sistema integrado de inmovilización.

Colocación de un catéter arterial radial para la monitorización de la presión arterial previa a la intubación del paciente o posterior según criterio de anestesia.

4.2.2 Acceso

Acceso venoso femoral de gran calibre (22-24F). Los puntos clave para una punción exitosa son: la punción ecoguiada, precierre en caso de uso de ProGlide™, dilatar el acceso venoso para permitir la inserción del catéter guía con un dilatador del 18 o 20F y el cierre final para lograr una buena hemostasia[8,9].

4.2.3 Punción transeptal

A través del acceso venoso femoral, se subirá el sistema para la punción transeptal: guía de 0,032'', vaina, dilatador y aguja. Actualmente también existe en el mercado el sistema de punción por radiofrecuencia (Baylis VersaCross™), que nos sirve de aguja para la punción transeptal y dispone de una guía de alto soporte de 0,035'' que cruza directamente a la aurícula izquierda y nos ayuda a agilizar aún más el proceso de la punción transeptal aumentando la eficiencia general del procedimiento[8,9].

La localización de la punción transeptal generalmente es posterior y superior, y se recomienda que la distancia entre el sitio de punción del septum y el anillo mitral sea entre 4 y 4,5 cm **(Figura 6)**, se realiza guiada por fluoroscopia y por ETE. Una vez realizada la punción transeptal se avanza la guía de alto soporte 0,035'' hasta la vena

pulmonar y se progresa el catéter guía del sistema MitraClip™/Pascal™. En este momento, se administra la dosis de heparina Na según el protocolo de cada hospital y posteriormente se realiza un control de ACT cada 15-20 minutos para mantener unos valores por encima de 250".

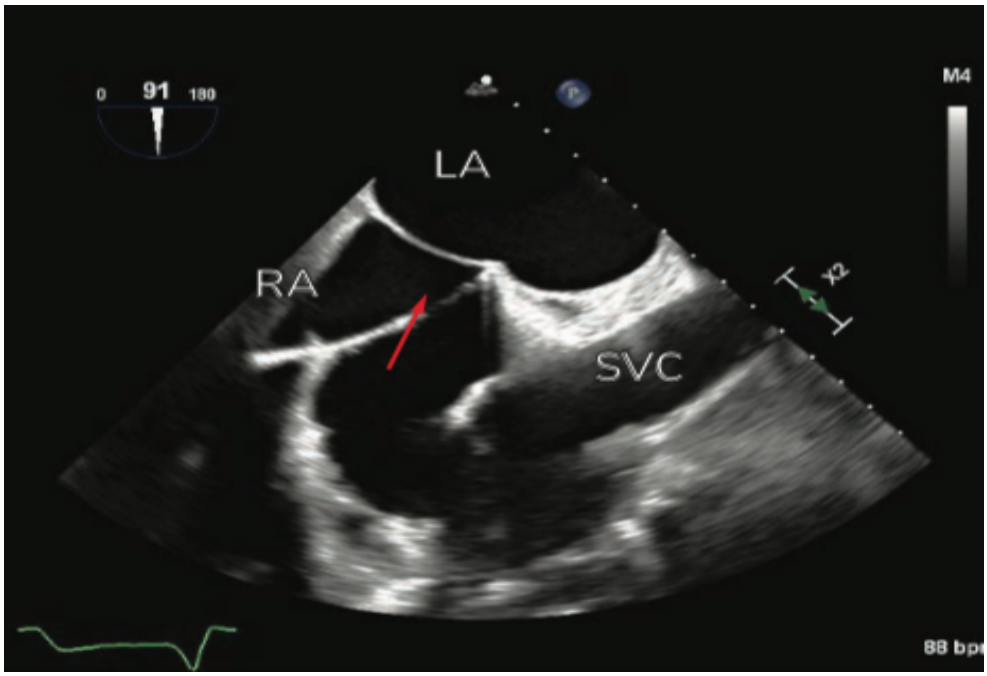


Figura 6. Punción transeptal. Aguja de BKR señalizada con la flecha roja.

Transcatheter Edge-to-Edge Repair. Society for Cardiovascular Angiography & Interventions 2022.

4.2.4 Colocación del catéter guía e implante de clip

La preparación del dilatador, el catéter guía y el catéter de implantación precisan un purgado minucioso para evitar la entrada de aire en el sistema. Se comprobará el adecuado funcionamiento del sistema antes de ser introducido en el paciente **(Figuras 7 y 8)**.

Una vez que el catéter guía ha cruzado el septum interauricular y entra en la aurícula izquierda, se encara hacia la válvula mitral. Después de dilatar el septum se retira la guía de alto soporte y el dilatador. A través del catéter guía se avanza el clip hasta llegar a la alineación de ambos (*straddling*)[7,8,9].

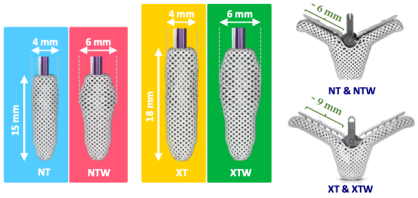
Se realiza el posicionamiento del dispositivo en la aurícula izquierda; una vez perpendicular al jet de regurgitación y coaxial a este, se avanza hacia el ventrículo con las palas y *grippers* abiertos. Se verifica la orientación del clip y se retrae hasta capturar los velos al cerrar el dispositivo, aproximando así ambos velos. Si la reducción del grado de IM se considera satisfactoria se procede a la liberación del clip. Se ha de observar una reducción de la IM en el doppler-color y en los parámetros indirectos (flujo en las venas pulmonares) y se ha de confirmar que existe una suficiente cantidad de tejido entre el clip y los *grippers* **(Figura 9)**.

PREPARACIÓN DEL DISPOSITIVO

MitraClip™ y TriClip™ Sistemas TEER

MATERIALES NECESARIOS

a. Catéter Guía Dirigible (SGC/TSGC)
b. Sistema de Liberación del Clip (CDS/TCDS)
c. Banquito
d. Placa de soporte
e. Estabilizador
f. Baylis RF aguja de punción transeptal (G)
g. Kit transeptal: Vaina y dilatador de adulto (60/76cm)
h. Dilatadores Femorales (12,14,18 Fr)
i. Guía de alto soporte (0,035"/260cm)
j. Llaves de paso de alta presión de tres vías (x5)
k. Alargaderas de alta presión (x3)
l. Jeringas 50-60 cc con conexión luer (x2)
m. Presurizadores de 1000 ml (x2)
n. Sistema de macrogoteo con control de flujo (x2)
o. Suero de solución salina heparinizada 1 L (x2)
p. Soporte de suero con ruedas
q. Cuenco/batea grande con solución heparinizada



PREPARACIÓN SGC y TSGC

1. Lavado/purgado del dilatador y SGC/TSGC con una solución salina heparinizada.

i. Conecte una llave de paso y purgue el dilatador, después cierre la llave y la válvula hemostática.

ii. Hidrate el extremo distal del dilatador e introduzca ~10 cm en la guía; después retire.

iii. Conecte el tubo de alta presión al puerto del catéter y púrguelo con la solución salina:

i. Levante la punta del catéter y elimine el aire con pequeños golpes.

ii. Tape la punta del catéter con el dedo una vez la solución salina salga de la guía.

iii. Cierre la llave de paso y sumerja la punta del catéter en la cubeta.

vii. Con la punta de sumergida, retire el dedo y compruebe que no existan fugas en la válvula hemostática elevando la empuñadura hasta una posición vertical durante ~ 30 segundos.

2. Introducir el dilatador en el SGC/TSGC (siempre con la guía sumergida en la cubeta).

i. Hidrate el extremo distal del dilatador (5-10cm) con solución salina heparinizada.

ii. Tape la punta de la guía con el dedo e introduzca el dilatador a través de la válvula hemostática.

iii. Haga avanzar el dilatador despacio, observando si hubiera aire en la válvula hemostática; si fuera necesario, retire el dedo de la punta de la guía y aspire asegurándose de que la punta de la guía esté sumergida.

iv. Retire el dedo cuando la punta del dilatador se aproxime a la punta del SGC/TSGC.

v. Posicione el dilatador para conseguir una transición suave entre él y la punta del catéter guía.

PREPARACIÓN DEL CATÉTER DE LIBERACIÓN

PREPARACIÓN DEL MANGO DIRIGIBLE

i. Retire el tapón rojo del Introductor y colóquelo en el puerto de lavado superior del Catéter de Liberación (CD).

ii. Conecte las llaves de paso a los puertos de lavado del CD, mango dirigible e introductor del clip; lave y purgue con una jeringa de 50-60 cc llena de solución salina heparinizada y después cierre la llave.

iii. Conecte el sistema de alta presión a los puertos de lavado del mango dirigible y CD; lávelos y púrguelos.

iv. Mientras lava/purga, libere el tornillo del CD, retraiga y haga avanzar la empuñadura para extraer el aire residual de las cámaras del CDS.

v. Fije el tornillo del CD con la empuñadura totalmente avanzada.

PREPARACIÓN DEL CD

i. Retire el tapón rojo del puerto de lavado de la empuñadura del CD, lave y purgue para eliminar burbujas de la cámara; después coloque el tapón rojo de nuevo.

ii. Retraiga y haga avanzar la palanca de bloqueo varias veces para extraer el aire residual de las cámaras.

iii. Afloje el tapón de la palanca de bloqueo para purgarla; NO hacer girar el tapón de la palanca de bloqueo más de 1/2 vuelta en dirección "abierto"; después de purgar, vuelva a cerrar el tapón de la palanca de bloqueo.

iv. Con la punta levantada y el catéter extendido, desplace todo el aire del CD y mango dirigible con pequeños golpes por toda la longitud del cuerpo del catéter.

v. Compruebe que exista flujo continuo desde el extremo distal del CD y del mango dirigible.

PRUEBA FUNCIONAL DEL CDS/TCDS

1 Suba los *grippers*, desbloquee el *clip* y colóquelo en el ángulo de agarre (120º) con la rueda control de los brazos.

2 Baje los *grippers* una vez para eliminar el aire.

3 Cierre los brazos a ~60º y bloquear el *Clip*.

4 Prueba final de bloqueo: cierre los brazos a ~20º.

5 Compruebe el bloqueo girando la rueda control de los brazos (no más de 1 vuelta) en dirección "abierto"; después vuelva a colocar en posición neutra.

6 6.1. Suba los *grippers*, desbloquee el *clip* (levantando palanca hasta línea azul), e invierta los brazos del clip hasta 180º.

6.2. Gire la rueda control de los brazos en dirección "abierto" no más de 1 vuelta.

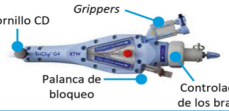
7 Bloquee el *clip*, cierre totalmente los brazos y baje los *grippers*.

8 Libere el tornillo del CD y gire la empuñadura derecha e izquierda ¼ de vuelta mientras avanza y retrae el cuerpo.

9 Retraiga el CD hacia la funda y fije el tornillo del CD.

10 Sin retirar la cubierta protectora, deslice el introductor del clip sobre el clip y deténgase cuando la punta del clip quede justo proximal a la punta del introductor del clip. **NO** comprimir los brazos del clip.

11 Vuelva a colocar el posicionador de los brazos en la posición neutra.



PRECAUCIÓN: Este producto está destinado a ser utilizado por o bajo la dirección de un médico. Antes de utilizarlo, consulte las instrucciones para su uso, dentro de la caja (cuando estén disponibles) o en https://www.eifu.abbott/ para más información detallada sobre las indicaciones, contraindicaciones, advertencias, precauciones y eventos adversos. La información aquí contenida es para su DISTRIBUCIÓN en España SOLAMENTE. Las ilustraciones son sólo representaciones del artista y no deben considerarse como dibujos o fotografías de ingeniería. Las fotografías pertenecen al archivo de Abbott

Abbott Medical España S.A
Av. de Burgos 91, 28050 Madrid.

™ Indica una marca registrada de Abbott Group of Companies. www.structuralheart.abbott

© 2024 Abbott. Todos los derechos reservados. 9-SP-1-15522-05 09-2024

Abbott

Figura 7. Montaje del Sistema MitraClip™ Abbott Medical España 2024.

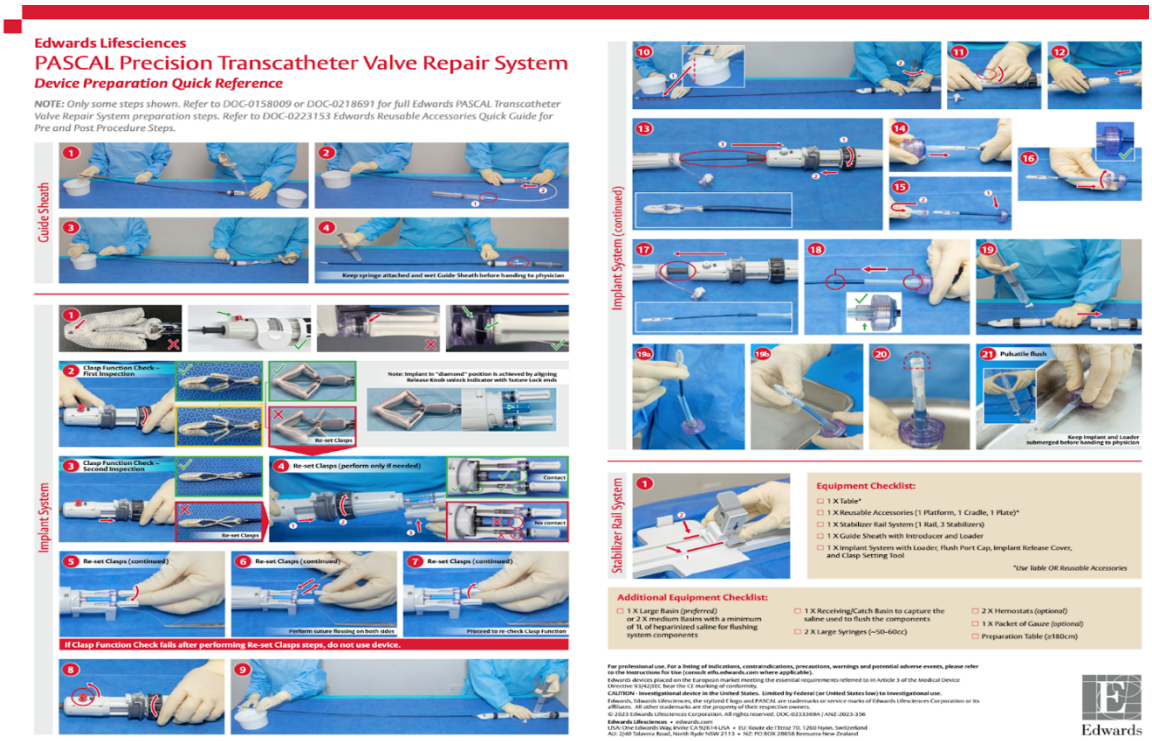


Figura 8. Montaje del sistema Pascal™.
Edwards Lifesciences 2024er.

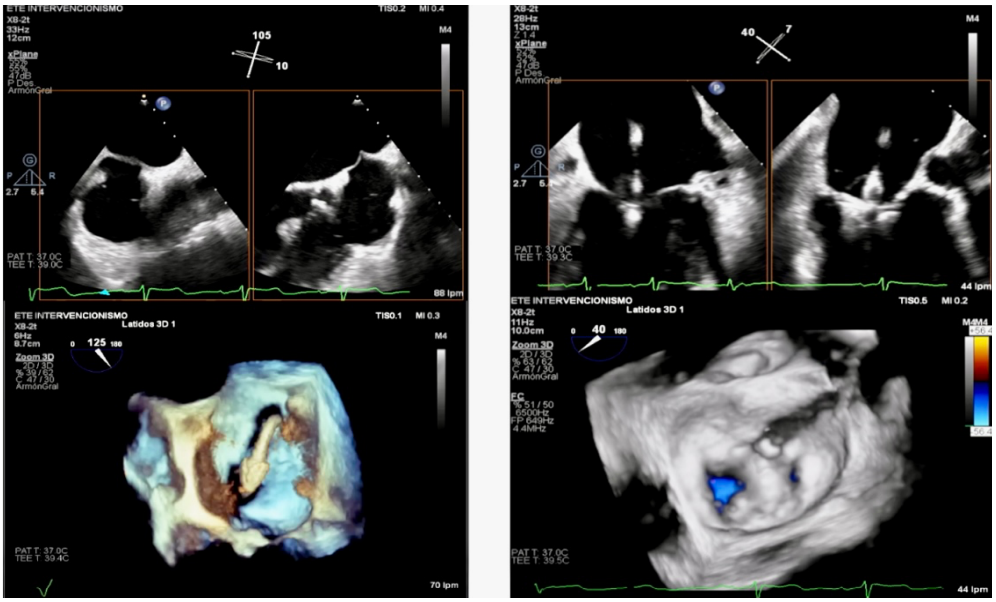


Figura 9. Monitorización ecocardiográfica de la terapia borde-a-borde. Esquina superior izquierda, monitorización de punción transeptal; esquina inferior izquierda, avance del sistema y dispositivo en aurícula izquierda; esquina superior derecha, monitorización de la captura de velos; esquina inferior izquierda, monitorización de la captura de velos y efecto en reducción del grado de insuficiencia mitral.

Fuente: elaboración propia.

Además, la aproximación de velos genera una cierta reducción del diámetro del anillo anteroposterior, logrando un ligero efecto de anuloplastia mitral. Se pueden implantar varios dispositivos si se considera necesario por amplitud del jet de regurgitación, existencia de varios jets o reducción parcial de la IM **(Figura 10)**.

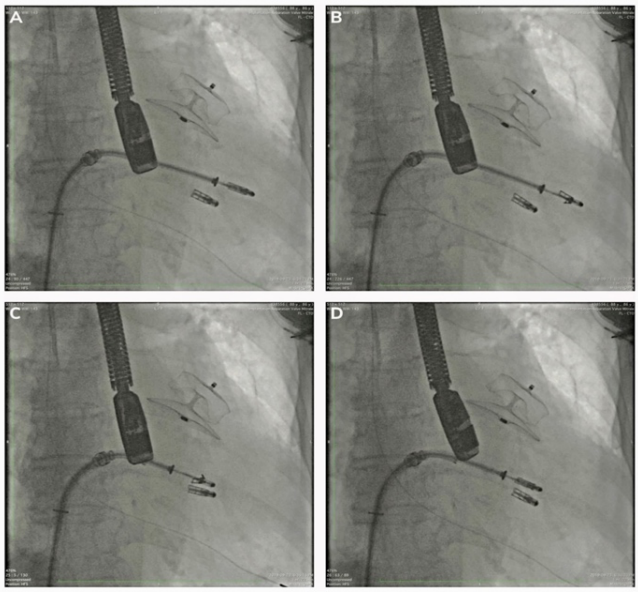


Figura 10. A. Segundo clip cerrado avanzando con la orientación parecida al primero. B. Clip abierto en el ventrículo izquierdo. C. Captura de velos. D. Cierre del segundo clip.

Transcatheter Edge-to-Edge Repair. Society for Cardiovascular Angiography & Interventions 2022.

Asimismo, tanto con la cuarta generación de Mitraclip™ como con el dispositivo Pascal™, se pueden capturar los velos de forma individual. Esto permite que, si tras la captura simultánea de ambos velos se observa un resultado subóptimo, sea posible abrir el *gripper* de ese velo y volver a recapturarlo.

4.2.5 Cierre vascular del acceso

Una vez colocado el clip, se procede a la retirada de todo el sistema. Para ello se procede de primero a retirar el catéter del clip dejando en su posición el catéter guía. Cuando se haya retirado aproximadamente la mitad, aspirar con una jeringa de 50 ml por el orificio de lavado del catéter guía hasta su total retirada. Para la extracción definitiva si se ha realizado precierre con Proglide™, se termina de bajar el punto y si no se realiza un punto en "8" sobre la piel, que se retirará 4 horas posprocedimiento o según el protocolo de cada hospital.

5. COMPLICACIONES DEL CLIP MITRAL

Los avances técnicos y la experiencia de los profesionales redujeron la tasa de eventos adversos graves del 15% en 2005 a <3,5% en 2020. Los pacientes que sufren complicaciones asociadas al implante de clip mitral suelen ser personas mayores, mujeres y aquellas con un peor estado de salud[6].

Las principales complicaciones suelen ser vasculares debidas al gran tamaño del introductor y cardiacas secundarias a la punción transeptal. Entre todas encontramos:

- **Complicaciones vasculares:** los estudios reportan tasas de 1,4 a 4% para complicaciones vasculares mayores (pseudoaneurisma, fístula arteriovenosa, hemorragia, etc.) y de 2,7 a 3,8% para complicaciones vasculares menores (hematoma, leve sangrado).
- **Complicaciones cardiacas:** el derrame pericárdico, causado por la punción transeptal y la persistencia de la comunicación interauricular iatrogénica (CIA), aunque son raras (0-0,5%), encarnan las principales complicaciones cardiacas. Puede aparecer fibrilación auricular de novo, con una incidencia del 2,4%.
- **Complicaciones hemorrágicas:** durante el procedimiento para prevenir complicaciones tromboembólicas, se requiere la administración de heparina aumentando el riesgo hemorrágico.
- **Complicaciones por ecotransesofágica (ETE):** la sonda de ETE puede causar lesiones gastrointestinales, como hemorragia esofágica, etc.
- **Complicaciones tromboembólicas:** al utilizar un catéter de gran calibre en el sistema venoso, las complicaciones tromboembólicas o aéreas merecen una especial consideración. Los eventos cardiacos y cerebrovasculares adversos se producen en un 3-7%.
- **Complicaciones infecciosas:** la endocarditis después de la implantación del clip mitral es un evento raro (0–2,6%). La profilaxis antibiótica ayuda a su prevención.
- **Complicaciones relacionadas con el dispositivo:** incluyen fallo funcional (IM persistente), estenosis mitral y estructural (desprendimiento del clip con posible embolización, lesión de las valvas o del aparato subvalvular).
- **Complicaciones respiratorias:** derivadas de la intubación.

6. CUIDADOS DE ENFERMERÍA AL PACIENTE DURANTE EL IMPLANTE DE CLIP MITRAL

6.1 PREPROCEDIMIENTO

Antes de que el paciente entre a la sala de hemodinámica, deberemos realizar una valoración de enfermería con una breve entrevista para la recogida de datos y la valoración de las necesidades básicas del paciente[10,11,12,13].

6.1.1 Preparación de la sala

- Preparación y comprobación de que disponemos de todo el material: dispositivo a implantar, catéter guía, etc.

- Revisión del ecógrafo y disposición de la sonda de ETE.
- Revisión de los sistemas de oxigenoterapia, ventilación y aspiración.
- Revisión del carro de parada.
- Preparación de las líneas de presión invasiva necesarias.
- Preparación de la medicación para la analgesia, profilaxis antibiótica, heparina sódica y sedación.

6.1.2 Preparación del paciente

- Comprobación de la correcta cumplimentación y firma de los consentimientos informados.
- Comprobación de alergias medicamentosas.
- Analítica previa con bioquímica, hemograma, coagulación y reserva en banco de sangre.
- Recepción del paciente en la sala de hemodinámica siguiendo el protocolo de seguridad y acogida (*checklist*). Identificación activa del paciente y presentación del personal.
- Comprobación de ayunas de 6-8 horas.
- Retirada de joyas, prótesis dentales.
- Evitar el rasurado de las zonas de acceso, y en caso de que fuese necesario, deberá realizarse justo en el momento antes de la intervención utilizando maquinilla eléctrica.
- Informar al paciente de cada acción que vayamos a desarrollar (monitorización, canalización de vías, etc.) y mantener una escucha activa.
- Preparación del paciente en la sala de exploraciones: monitorización del ECG y saturación de O_2. Toma de constantes.
- Canalización y mantenimiento de las vías venosas periféricas o arteriales necesarias según el protocolo de cada hospital. Disponer de una vía venosa de buen calibre para infundir grandes volúmenes.
- Valoración de pulsos distales, coloración, temperatura y perfusión tisular de ambas extremidades.
- Según el protocolo de cada hospital y dependiendo del nivel de sedación puede ser necesaria la monitorización del índice biespectral.
- Sondaje vesical o colocación de colector si es necesario.
- Administración de profilaxis antibiótica según protocolo de cada hospital.
- Prevención de úlceras por presión en las zonas de riesgo (sacro, talones y codos).
- Mantenimiento de la temperatura corporal con la utilización de manta térmica.

6.2 CUIDADOS DE ENFERMERÍA INTRAPROCEDIMIENTO

Para llevar a cabo unos buenos cuidados de enfermería en el implante de clip mitral, el equipo debería contar con un mínimo de tres enfermeras.

- Una enfermera instrumentista durante todo el procedimiento.
- Una enfermera para el montaje del dispositivo o, en su defecto, un especialista de la casa comercial que se encargue del montaje. Una vez que esta se pueda liberar, pasaría a encargarse del polígrafo.
- Una enfermera circulante, que asistirá e irá dando el material que se vaya necesitando durante el procedimiento. Hará los controles de coagulación, llevará a cabo el registro de presiones mientras la segunda enfermera no esté disponible y dará soporte a anestesia.

6.3 CUIDADOS DE ENFERMERÍA POSPROCEDIMIENTO

En los procedimientos percutáneos en cardiopatía estructural es importante la planificación de los cuidados de enfermería. Detectar los diagnósticos enfermeros más relevantes y planificar los cuidados adquiere mayor importancia por las características de los pacientes atendidos, de mayor riesgo por la edad y las comorbilidades asociadas[10,11,12,13].

- En caso de anestesia general, tras la extubación, vigilancia de complicaciones respiratorias y cardiológicas. Controlar el nivel de consciencia y alerta.
- Vigilancia de signos vitales (TA, FR, FC, $SatO_2$, temperatura) y dolor.
- Vigilancia de los accesos vasculares: control del sangrado, presencia de hematoma, signos de isquemia (color, temperatura, sensibilidad, pulsos distales).
- Valorar el inicio de movilización según el tipo de cierre e indicación médica.
- Inicio de ingesta hídrica dos horas posextubación.
- Controlar primera micción posprocedimiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. Castillo JG, Solís J, González-Pinto A, Adams DH. *Ecocardiografía quirúrgica de la válvula mitral Rev Esp Cardiol. 2011;64(12):1169–81*. Spanish. doi: 10.1016/j.recesp.2011.06.025.
2. Martín Moreiras J, Cruz González I. *Manual de Hemodinámica e Intervencionismo Cardiaco*. 3ª ed. Madrid: Marbán; 2022.
3. Manuales, MSD. *Insuficiencia mitral*. [Internet]. 2015 [citado 23 abr 2024]. Disponible en: https://www.msdmanuals.com/es/professional/enfermedades-cardiovasculares/enfermedades-valvulares/insuficiencia-mitral
4. Enríquez F, Ventosa G. *Anatomía de la válvula mitral, una visión multimodal y aplicación clínica.* Cir Cardiov. 2023;30(Supl):S82–91. doi: 10.1016/j.circv.2023.03.003.
5. Asgar AW, Rogers JH. (2022) *Transcatheter Edge-to-Edge Repair.* Washington, DC: The Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, 2022.

6. Schnitzler K, Hell M, Geyer M, Kreidel F, Münzel T, von Bardeleben RS. *Complications Following MitraClip Implantation*. Curr Cardiol Rep. 2021;23(9):131.

7. Garcia S, Elmariah S, Cubeddu RJ, Zahr F, Eleid MF, Kodali SK, et al. *Mitral Transcatheter Edge-to-Edge Repair With the PASCAL Precision System: device knobology and review of advanced steering maneuvers*. Struct Heart. 2023;8(1):100234.

8. Bartorelli AL, Ferrari C, Olivares P, Monizzi G, Grancini L. *Revival of a forgotten valve: use of the percutaneous clip for the treatment of tricuspid regurgitation*. Eur Heart J Suppl. 2021;23(Supl E):E19–24.

9. Sociedad Española de Cardiología. *Sistema MitraClip* [Internet]. Madrid: SEC; [fecha desconocida] [citado 23 abr 2024]. Disponible en: https://secardiologia.es/images/SEC_Excelente_MitraClip_def.pdf

10. Herdman TH, Kamitsuru S. NANDA Internacional: *Diagnósticos enfermeros, definición y clasificación 2021–2023*. 12.ª ed. Barcelona: Elsevier; 2023.

11. Butcher HK, Bulechek GM, Dochterman JM. *Clasificación de Intervenciones de Enfermería (NIC)*. 7.ª ed. Barcelona: Elsevier; 2023.

12. Moorhead S, Swanson E, Johnson M. *Clasificación de Resultados de Enfermería (NOC): medición de resultados en salud*. 6.ª ed. Barcelona: Elsevier; 2023.

13. Calvo JC, Hernández R, García M, Címbora JM. *Antecedentes de la cardiología intervencionista*. En: Fernández J, García F, Gómez M, Ramírez P, Rodríguez V, Sánchez E, et al., editores. *Manual de procedimientos de enfermería en hemodinámica y cardiología intervencionista*. Madrid: Asociación Española de Enfermería en Cardiología; 2014. p. 29–40.

TEMA 29

TRATAMIENTO PERCUTÁNEO DE LA INSUFICIENCIA TRICUSPÍDEA

1. TRICVALVE®

M. R. Martín González, M. J. Calvo Flores, L. Calvo Rivas, P. Calvo Flores, S. Rodríguez Martín, B. Pérez Montejo

Servicio de Hemodinámica y Cardiología Intervencionista.
Complejo Asistencial Universitario de Salamanca. Salamanca.

1. INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, la insuficiencia tricuspídea (IT) ha sido infratratada, reservándose la cirugía únicamente cuando se realizaba el reemplazo de otras válvulas en la misma intervención. Sin embargo, la constante evolución de los procedimientos percutáneos para el tratamiento de otras valvulopatías ha impulsado el desarrollo de diversos modelos de prótesis diseñadas para mejorar la patología tricuspídea[1].

Entre ellas, la prótesis TricValve® destaca como una opción heterotópica compuesta por tres valvas de pericardio bovino suturadas sobre un stent de nitinol radiopaco y autoexpandible, rodeado por una falda de poliéster para minimizar las fugas paravalvulares. Su implantación se realiza en la vena cava inferior, cerca de la aurícula derecha, en combinación con otra prótesis específica para la vena cava superior. Dado el riesgo de trombosis, los pacientes requieren anticoagulación tanto durante el procedimiento como en el seguimiento posterior[2].



Figura 1. Descripción de prótesis TricValve.
Fuente: Products & Features GmbH.

El objetivo es reducir la presión de regurgitación y el volumen que refluye hacia la vena cava en pacientes con insuficiencia tricúspidea (IT) grave, mejorando así los síntomas de insuficiencia cardiaca derecha[3].

Las prótesis vienen premontadas en un catéter de liberación de 28F y tienen dos medidas diferentes para la vena cava superior y tres para la inferior[3].

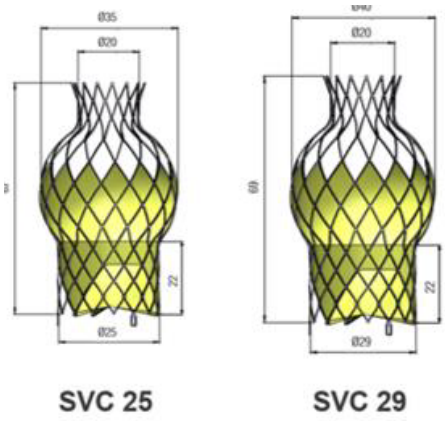


Figura 2. Tamaños de TricValve para cava superior.
Fuente: Products & Features GmbH.

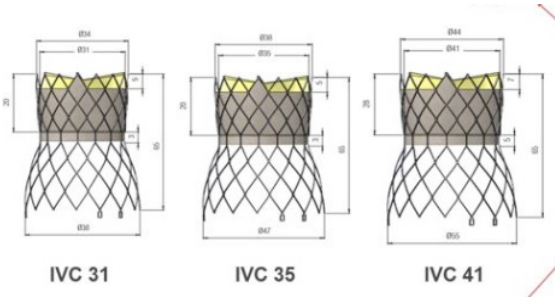


Figura 3.
Tamaños de TricValve para cava inferior.
Fuente: Products & Features GmbH.

2. INDICACIONES

Teniendo en cuenta que ni el tratamiento quirúrgico ni el tratamiento conservador son la mejor opción para la insuficiencia de la tricúspide, el implante de la prótesis heterotópica Tricvalve® está indicado para tratar indirectamente los efectos de la IT grave en etapas avanzadas, ya que no repara la válvula en sí misma y termina provocando sobrecarga de la aurícula derecha y aumento de sobrecarga del ventrículo derecho[3,4].

Los pacientes indicados son:

- Pacientes con IT grave comprobada por ecocardiografía con reflujo significativo hacia cava superior o inferior, con onda v >15 mmHg confirmada en cateterismo derecho.
- Disposición anatómica favorable comprobada por tomografía computarizada.
- Clase funcional III – IV de la NYHA.
- Fracción de eyección de ventrículo izquierdo mayor de 30%.
- Paciente valorado por el Heart Team.

3. PROCEDIMIENTO

Se realiza en la sala de hemodinámica con equipo de fluoroscopia, eco transesofágico, el paciente intubado y bajo anestesia general. Se recomienda administrar profilaxis antibiótica Amoxicilina / Clavulánico 2 g/200 mg o Ampicilina 3 g[5].

Las prótesis reciben un tratamiento descalcificador y deshidratación química para poder venir precargadas en el sistema liberador, por lo que no requieren montaje en la sala de hemodinámica, únicamente precisan lavado con suero fisiológico[3].

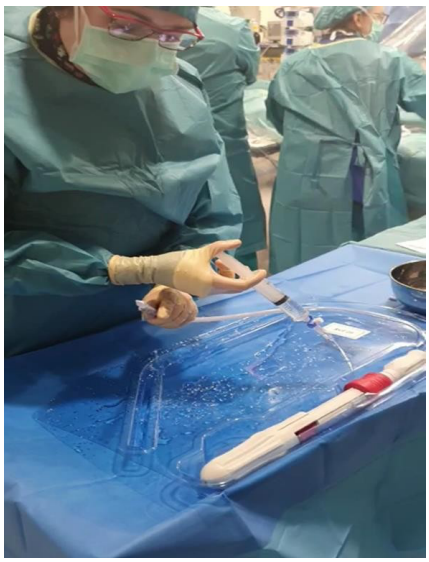


Figura 4. Lavado de la prótesis TricValve.
Fuente: "ad hoc".

MATERIAL NECESARIO

- Equipo desechable para cateterismo.
- Dos introductores de 7F y un introductor de 6F.
- Guía metálica 0,0035".
- Pigtail 5F.
- Catéter Swan-Ganz o PWP.
- Dilatadores 12F, 22F y 24F.
- Guía Amplatz SuperStiff®, guía Safari® o guía Amplatzer®.
- Dos ProGlide® o seda con aguja curva para sutura en 8.

PROCEDIMIENTO PASO A PASO

1. Acceso venoso femoral derecho con introductor 7F y dos accesos venosos femorales izquierdos con 6F y 7F mediante punción ecoguiada.

2. Se anticoagula con heparina sódica según protocolo, es recomendable controlar cada 30 minutos que el tiempo de coagulación activada (ACT) es superior a 250 segundos.
3. Por el introductor de 7F de vena izquierda se coloca el catéter Swan-Ganz® o Pulmonar Wedge Pressure® en arteria pulmonar derecha para marcar su cruce con la cava superior.
4. Por el introductor 6F de vena izquierda se avanza el *pigtail* hasta la cava superior y se realiza angiograma con contraste para tener referencia de la confluencia con la aurícula y de las venas hepáticas[6].
5. A través del introductor 7F de femoral derecha se coloca una guía de alto soporte (Amplatzer®, Amplatz Super Stiff®, Safari®) en vena cava superior y se dilata el punto de punción.
6. Sobre esa guía se avanza el sistema de liberación TricValve® con la prótesis superior hasta la unión de la cava superior con la aurícula derecha donde se libera comprobando con fluoroscopia y eco transesofágico.
7. Se extrae el sistema de liberación manteniendo la guía en vena cava superior.
8. Se retira el catéter de la arteria pulmonar para que no interfiera con la prótesis de vena cava inferior.
9. Se avanza el sistema de liberación TricValve® con la prótesis de vena cava inferior.
10. Se posiciona la prótesis a la altura del diafragma con la falda por encima de la entrada de la vena hepática (se puede marcar con una guía o un catéter deflectable la transición entre la aurícula derecha y la cava inferior)[6].
11. Se comprueba que la posición es adecuada y se libera lentamente.
12. Se retira el sistema de liberación y se cierra con ProGlide® o sutura en 8.

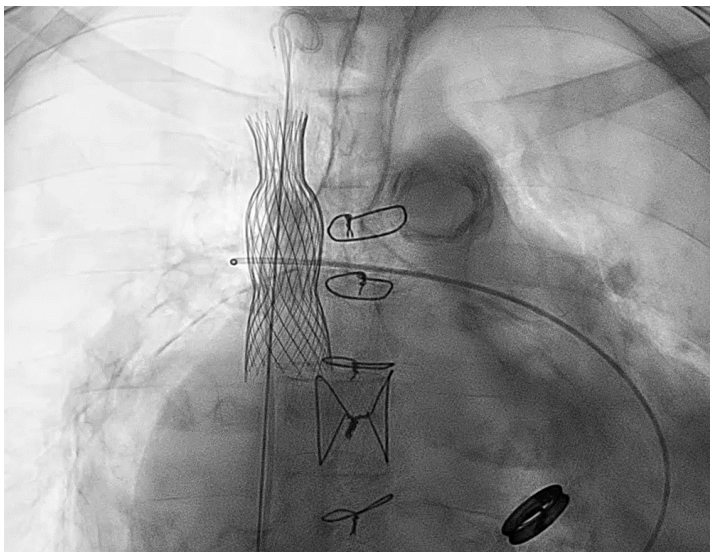


Figura 5. Prótesis implantada en vena cava superior.
Fuente: "ad hoc".

4. COMPLICACIONES

1 COMPLICACIONES RELACIONADAS CON EL ACCESO VASCULAR[7]

Debido a la introducción de grandes introductores venosos (de hasta 28F) y de introductores arteriales aumenta el riesgo de:

- Hematoma.
- Hemorragia (incluida la retroperitoneal).
- Pseudoaneurismas.
- Fístula arteriovenosa.
- Trombosis.
- Infección.
- Neuropatía.

2 COMPLICACIONES RELACIONADAS CON EL PROCEDIMIENTO

- Riesgos inherentes a la anestesia.
- Reacciones alérgicas.
- Náuseas y vómitos.
- Dificultad respiratoria.
- Por la necesidad de realizar un ecocardiograma transesofágico (ETE):
  - ✓ Perforación esofágica (rara, pero grave).
  - ✓ Hemorragia.
  - ✓ Arritmias.
  - ✓ Dolor torácico.
  - ✓ Náuseas y vómitos.

Otras complicaciones

- Arritmias.
- Reacción alérgica al contraste.
- Perforación y taponamiento cardiaco.
- Insuficiencia cardiaca.
- Hipertensión pulmonar.
- Embolia pulmonar.

- Fallo renal.
- Muerte.

3 COMPLICACIONES RELACIONADAS CON LA PRÓTESIS TRICVALVE®[4,8,9]

- Desplazamiento o dislocación de la válvula:
  - ✓ Insuficiencia tricúspide.
  - ✓ Regurgitación.
  - ✓ Obstrucción del flujo sanguíneo.
- Fallo o degeneración valvular:
  - ✓ Insuficiencia valvular.
  - ✓ Estenosis valvular.
- Fugas paravalvulares.
- Trombosis de la válvula:
  - ✓ Embolia pulmonar.
  - ✓ Accidente cerebrovascular.
  - ✓ Infarto de miocardio.
- Endocarditis.
- Daño a estructuras adyacentes:
  - ✓ Perforación.
  - ✓ Lesión de la vena cava.
  - ✓ Lesión de nervios.

Es importante destacar que la tasa de complicaciones del implante de prótesis TricValve® es baja. Sin embargo, es fundamental que los pacientes sean informados de los riesgos potenciales antes de tomar la decisión de someterse al procedimiento[3].

5. CUIDADOS DE ENFERMERÍA

Antes de comenzar el procedimiento realizaremos la recepción del paciente, dedicando el tiempo necesario a las siguientes actividades[10]:

- Confirmar la identidad del paciente.
- Presentarse y crear un ambiente de confianza para que el paciente pueda explicar todas las dudas y temores.

- Comprobar que ha sido informado del procedimiento.
- Revisar el consentimiento informado en la historia clínica.
- Asegurar que el paciente está en ayunas y que no tenga prótesis dentales móviles.
- Comprobar alergias, anticoagulación, función renal y extracción de pruebas cruzadas para reservar sangre.
- Comprobar si la zona de abordaje quirúrgico está preparada.
- Será necesario tener al menos una vía venosa periférica para administrar suero-terapia o medicación, como la profilaxis antibiótica.
- Introducir la identificación del paciente en el equipo de rayos X y polígrafo.
- Prepararemos el material necesario para la realización del procedimiento.
- Son funciones de la enfermera circulante:
  - ✓ La monitorización al paciente (ECG, TA, pulsioxímetro, etc.).
  - ✓ Ayudar a asegurar la asepsia colaborando con la enfermera instrumentista y el personal de la sala.
  - ✓ Proporcionar el material necesario al hemodinamista y enfermera instrumentista.
  - ✓ Colaborar con el ecocardiografista (monitorizar el ECG en eco transesofágico) y con el anestesista (ayudando en la inducción a la anestesia e intubación orotraqueal, colocación de sonda vesical según protocolo de cada centro, canalización de arteria radial para monitorización de TA).
  - ✓ Vigilancia de la aparición de complicaciones y valoración del estado del paciente durante todo el procedimiento, manteniendo el confort de este.
  - ✓ Administración de las medicaciones prescritas.
- En su caso, la enfermera instrumentista:
  - ✓ Colaborará con el hemodinamista instrumentando y dándole soporte.
  - ✓ Mantendrá la esterilidad durante todo el procedimiento.
  - ✓ Realizará el recuento del instrumental.
  - ✓ Retirará los objetos punzantes al contenedor adecuado.

Una vez finalizado el procedimiento se procederá al cierre de los accesos vasculares. Es responsabilidad del equipo de enfermería comprobar la ausencia de complicaciones vasculares vigilando la coloración de ambos miembros inferiores, palpación de pulsos distales y estabilidad hemodinámica.

Finalmente nos aseguraremos de que la familia ha sido informada.

BIBLIOGRAFÍA

1. Praz F, Muraru D, Kreidel F, Lurz P, Hahn RT, Delgado V, et al. *Transcatheter treatment for tricuspid valve disease.* EuroIntervention. 2021;17(10):791-808.
2. Campelo-Parada F, Lairez O, Carrié D. *Percutaneous Treatment of the Tricuspid Valve Disease: New Hope for the "Forgotten" Valve.* Rev Esp Cardiol (Engl Ed). 2017 Oct;70(10):856-866. English, Spanish. doi: 10.1016/j.rec.2017.05.010.
3. Estévez-Loureiro R, et al. *6-Month Outcomes of the TricValve System in Patients With Tricuspid Regurgitation: The TRICUS EURO Study.* JACC Cardiovasc Interv. 2022;15(13):1366-77 doi: 10.1016/j.jcin.2022.05.022.
4. Blasco-Turrión S, et al. *Bicaval TricValve Implantation in Patients With Severe Symptomatic Tricuspid Regurgitation: 1-Year Follow-Up Outcomes.* JACC Cardiovasc Interv. 2024;17(1):60-72. doi: 10.1016/j.jcin.2023.10.043.
5. Delgado V, Ajmone Marsan N, de Waha S, Bonaros N, Brida M, Burri H, Caselli S, Doenst T, Ederhy S, Erba PA, Foldager D, Fosbøl EL, Kovac J, Mestres CA, Miller OI, Miro JM, Pazdernik M, Pizzi MN, Quintana E, Rasmussen TB, Ristić AD, Rodés-Cabau J, Sionis A, Zühlke LJ, Borger MA; ESC Scientific Document Group. *2023 ESC Guidelines for the management of endocarditis.* Eur Heart J. 2023 Oct 14;44(39):3948-4042. doi: 10.1093/eurheartj/ehad193.
6. Estevez-Loureiro R et al. *Intervencionismo percutáneo sobre válvula tricúspide*. En: Martín-Moreiras J, Cruz-González I, editors. *Manual de Hemodinámica e Intervencionismo cardiaco*. 3ª ed. Madrid: McGraw Hill; 2022. p. 855-874.
7. Vallejo-García V, et al. *Accesos vascular venoso y arterial*. En: Martín-Moreiras J, Cruz-González I, editors. *Manual de Hemodinámica e Intervencionismo cardiaco*. 3ª ed. Madrid: McGraw Hill; 2022. p. 113-130.
8. Aparisi A et al. *Resultados clínicos actuales en insuficiencia tricúspide y experiencia inicial con el sistema TricValve en España*. Rev Esp Cardiol. 2020;73(10):849–864.
9. Gómez-Hospital et al. *Resultados inmediatos y a largo plazo del implante percutáneo de la válvula tricúspide TricValve*. Rev Esp Cardiol. 2018;71(12):1145-1152.
10. Valverde-Bernal J et al. *Enfermería en la sala de hemodinámica. Consultas de enfermería en hemodinámica*. En: Martín-Moreiras J, Cruz-González I, editors. *Manual de Hemodinámica e Intevencionismo cardiaco*. 3ª ed. Madrid: McGraw Hill; 2022. p. 89-112.

TEMA 29

2. REPARACIÓN BORDE A BORDE DE VÁLVULA TRICÚSPIDE

Cristina Herrera Álvarez, Silvia González Suárez

Unidad de Hemodinámica del Hospital
Álvaro Cunqueiro de Vigo. Vigo.

1. INTRODUCCIÓN

La insuficiencia tricuspídea (IT) es una incompetencia de la válvula tricúspide que devuelve el flujo sanguíneo procedente del ventrículo derecho (VD) hacia la aurícula derecha (AD) durante la sístole[1]. Los síntomas que suele producir son congestivos y consisten en: hinchazón de las piernas, aumento de peso y ascitis (acúmulo de líquido en el abdomen)[2].

La IT puede estar en relación con alteraciones orgánicas en la válvula por afectación reumática, endocarditis o defectos congénitos; o bien, ser de etiología funcional (dilatación del anillo, de la aurícula o del ventrículo sin alteraciones en la válvula)[2].

La IT moderada o grave está presente en el 0,55% de la población general, su prevalencia aumenta con la edad y afecta a alrededor del 4% de los pacientes mayores de 75 años[3,4]. Mayoritariamente, la etiología es secundaria a la dilatación del VD por sobrecarga de presión o volumen o la dilatación de la AD y el anillo tricuspídeo debido a fibrilación auricular (FA) crónica. La IT secundaria se asocia en la mayoría de los casos con valvulopatía izquierda o disfunción miocárdica, mientras que es aislada en el 8,1% de los pacientes. La IT grave se asocia a un incremento en la mortalidad[3,4]. La IT secundaria puede aparecer también tardíamente después de la cirugía valvular izquierda[4-6].

A pesar del impacto que tiene la IT en la supervivencia, se ha considerado durante años que la mayoría de los pacientes eran únicamente tributarios de tratamiento médico[7]. Durante muchos años, ha sido olvidada en el campo de la cardiología intervencionista. Estudios iniciales señalan que los tratamientos transcatéter tricuspídeos son seguros y eficaces y se acompañan de una mejoría significativa de la clase funcional y una reducción de las hospitalizaciones[8].

La intervención debe realizarse en el momento adecuado para evitar un daño irreversible del VD o el fracaso orgánico de este, con el consecuente aumento del riesgo quirúrgico[9,10] **(Figura 1)**.

En la guía clínica de la Sociedad Europea de Cardiología de 2021 aparece por primera vez recogido el tratamiento intervencionista de la IT con una indicación IIb[4].

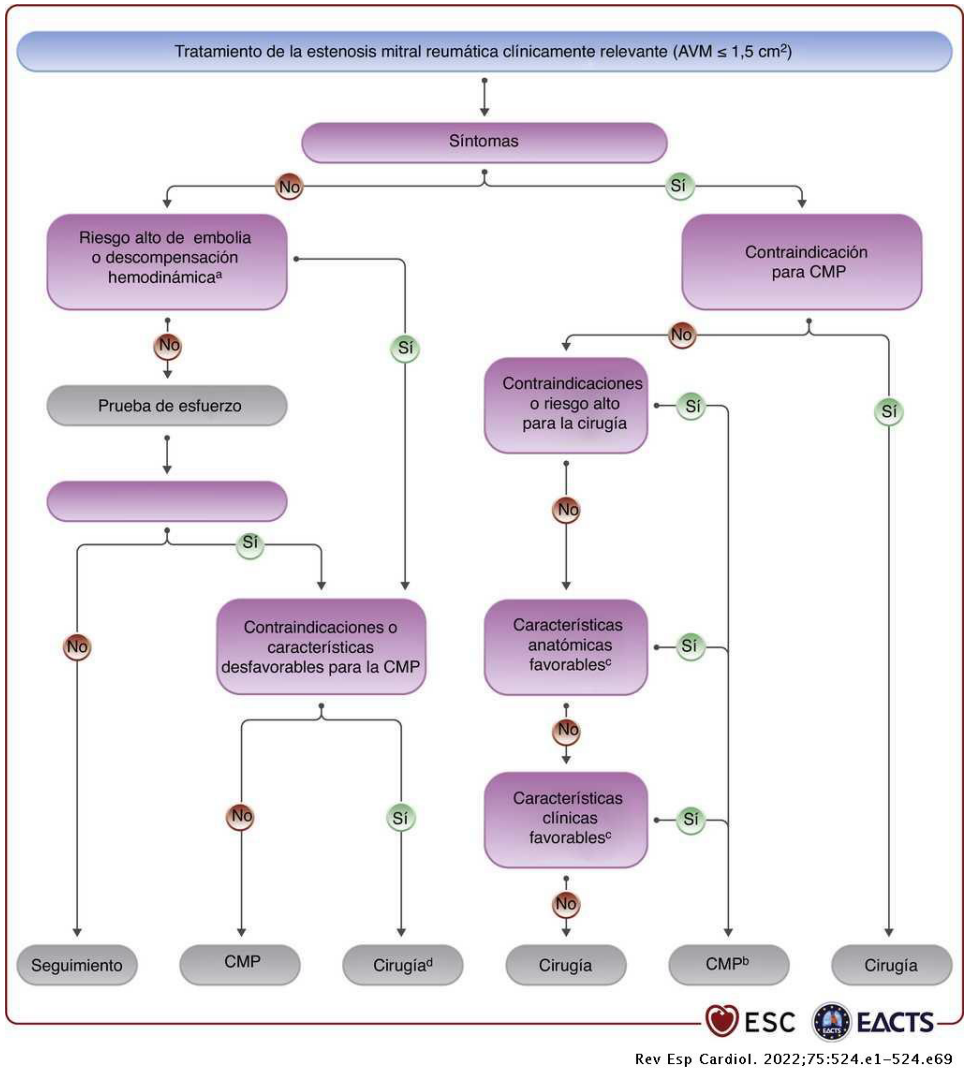


Figura 1. Recomendaciones de la Sociedad Europea de Cardiología del tratamiento de la IT. **AT:** anillo tricuspídeo; **IT:** insuficiencia tricuspídea; **VD:** ventrículo derecho; **VI:** ventrículo izquierdo; **VT:** válvula tricúspide. **a)** Un equipo cardiológico con experiencia en el tratamiento de la válvula tricúspide evalúa la viabilidad anatómica para el tratamiento percutáneo incluyendo localización del chorro, defecto de coaptación, velo valvular suelto y posible interferencia con electrodos de marcapasos. **b)** Reemplazo cuando no sea posible la reparación[4].

Fuente: *Rev. Esp. Cardiol.* 2022; 75:524-69.

2. ANATOMÍA DE LA VÁLVULA TRICÚSPIDEA

La válvula tricúspide está delimitada por un anillo fibroso en forma de silla de montar elíptica, con una estructura trabeculada y consta generalmente de tres velos: anterior, posterior y septal, separados por tres comisuras: anteroposterior, posteroseptal y anteroseptal. Los velos se anclan al VD mediante el aparato subvalvular, formado por músculos papilares y cuerdas **(Figura 2)**.

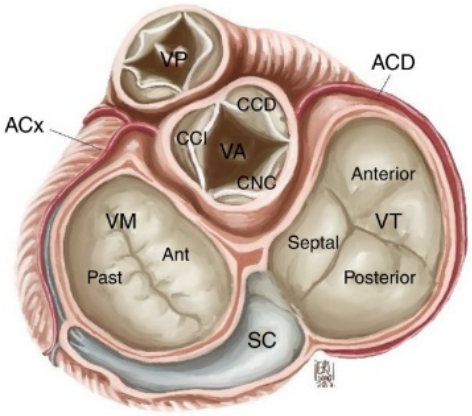


Figura 2. Anatomía de la válvula tricúspide y relación con estructuras cardiacas. **VT:** válvula tricúspide, **VM:** válvula mitral, **VA:** válvula aórtica, **VP:** válvula pulmonar, **SC:** seno coronario, **CCI:** cúspide coronariana izquierda, **CCD:** cúspide coronariana derecha, **CNC:** cúspide no coronariana, **ACx:** arteria circunfleja, **ACD:** arteria coronaria derecha.

Fuente: Salazar G, Gelves J.[13]

3. VALORACIÓN ECOCARDIOGRÁFICA

Después de la evaluación clínica, la ecocardiografía es la técnica inicial para confirmar el diagnóstico, cuantificar la gravedad, evaluar la etiología y las opciones de reparación[4,11,12].

Es recomendable que enfermería se familiarice con los principales planos ecocardiográficos ya que la escopia no aporta mucho en el momento del procedimiento; de este modo se logra una mejor comprensión de los pasos del intervencionismo.

Los planos principales por ecocardiograma transesofágico (ETE) se resumen a continuación:

- **Cuatro cámaras/vista medioesofágica (0°):** se observan el velo septal (siempre en contacto con el tabique interventricular) y anterior o septal según la angulación de la sonda. Se puede realizar una imagen 3D y valorar la disposición de los tres velos.
- **Vista medioesofágica/*inflow-outflow*/intercomisural (60-90°):** permite valorar las comisuras anteroseptal y posteroseptal, normalmente se acompaña de una imagen ortogonal para ver la coaptación de los velos correspondientes.
- **Vista transgástrica (20-40°):** se logra avanzando la sonda hacia el estómago y con pequeños giros veremos los tres velos tricuspídeos similar a la visión en un eje corto. Este plano nos sirve para orientar la perpendicularidad del clip durante la intervención.

Otro plano fundamental, ya dirigido al tratamiento de la válvula mediante reparación borde a borde, es el:

- **Plano de *grasping*:** se obtiene a partir del plano medioesofágico con la herramienta ortogonal (X-plane), veremos los velos que queremos tratar y el clip con los brazos totalmente abiertos. Este plano es fundamental para el procedimiento, permite valorar la inserción de tejido dentro de los brazos del clip y mediante el cierre de este la reducción de la IT.

A continuación, en la **figura 3** se describen las imágenes de ETE durante el procedimiento de reparación borde a borde de VT.

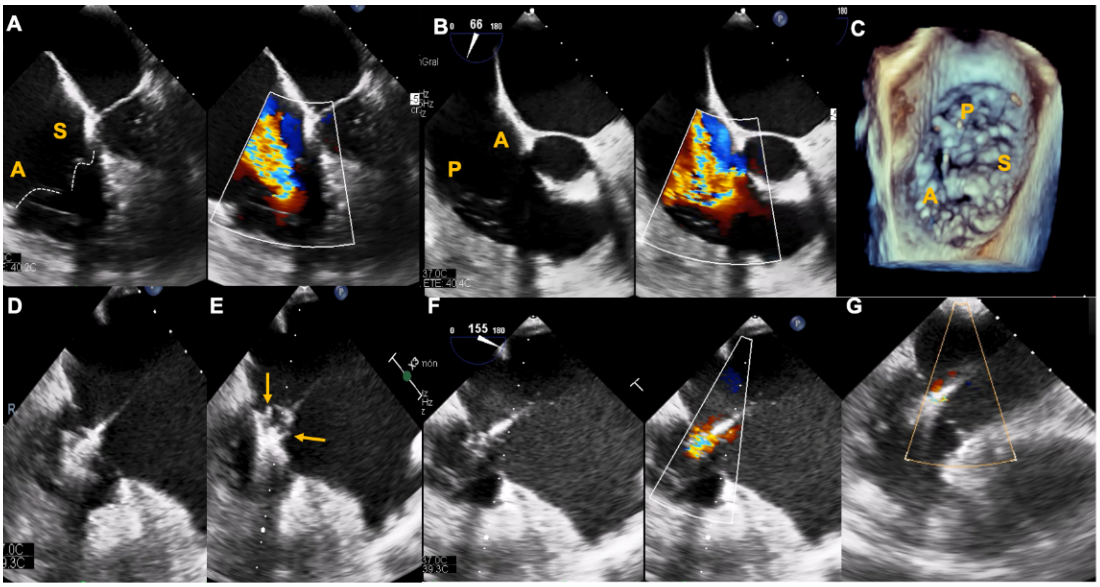


Figura 3. Imagen de ETE durante el procedimiento. **(A,B)** Plano 4 cámaras en el que se objetivan el velo anterior **(A)** y septal **(S)** o posterior **(P)** y S. **(C)** Imagen 3D con la conformación de los tres velos (A, P y S). **(D)** Plano de *grasping* con el clip abierto. **(E)** Plano de *grasping* con inserción de los velos en el clip. **(F)** Cierre del clip con reducción de la IT. **(G)** IT residual antes de la liberación del clip.

Fuente: autoría propia.

4. SELECCIÓN DEL DISPOSITIVO PARA EL TRATAMIENTO DE LA VÁLVULA TRICUSPÍDEA

El manejo de la IT se debe decidir con base en cinco factores esenciales:

1. El grado de regurgitación tricuspídea (severa, masiva o torrencial).
2. El estado del ventrículo derecho.
3. Los signos de insuficiencia cardiaca.
4. La presencia de hipertensión pulmonar.
5. El riesgo quirúrgico (comorbilidades).[7]

Los pacientes con dilatación anular y con un *gap* no excesivo en los velos pueden ser tratados con dispositivos de anuloplastia o con técnicas de reparación borde a borde.

En la **figura 4** se describe la idoneidad de cada dispositivo en función del perfil del paciente.

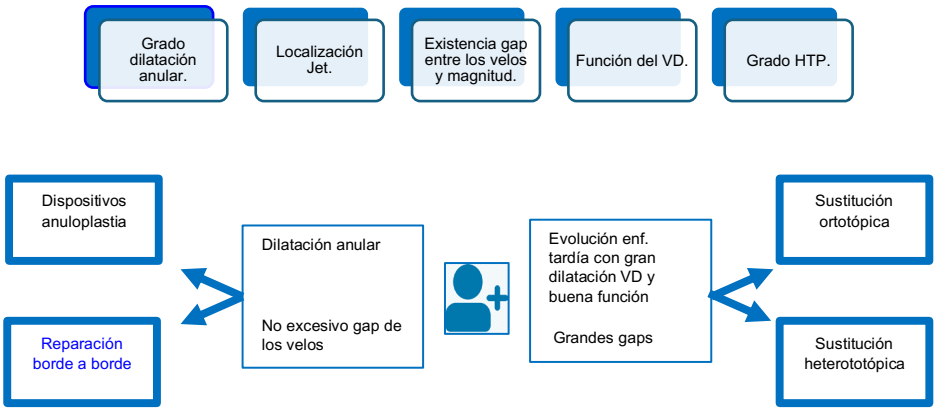


Figura 4. Selección del dispositivo en el tratamiento de VT. Fuente: autoría propia.

5. DISPOSITIVOS PARA LA REPARACIÓN BORDE A BORDE DE LA VT

TRICLIP®

El dispositivo TriClip™ es una evolución específica del sistema MitraClip® para usarlo en posición tricúspide para facilitar la aproximación y orientación óptima del dispositivo respecto a la válvula. Dispone de cuatro tamaños **(Figura 5)**.

El catéter guía tiene 24 French (Fr).[8]

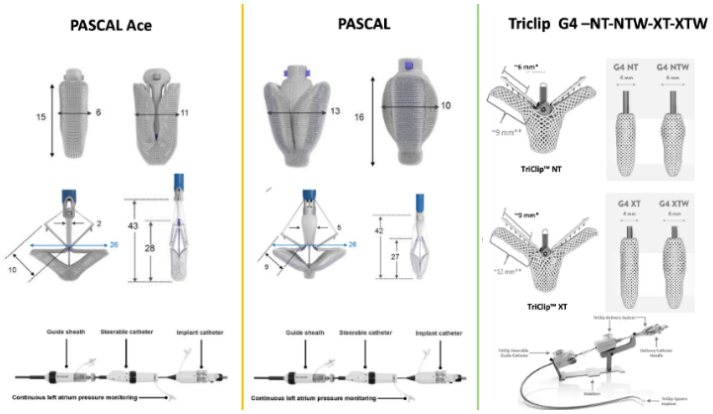


Figura 5. Modelos y tamaños de dispositivos de reparación borde a borde de VT y sus características.

Fuente: Javier MM, Ignacio CG. *Manual de hemodinámica e intervencionismo cardiaco*. 3.a ed. McGraw-Hill; 2022. 857-867 p.

PASCAL®

La reparación con este dispositivo es similar a la del TriClip™. El catéter guía está especialmente diseñado para la aproximación coaxial sobre el plano tricúspide; en el momento actual no existe ninguna modificación en el diseño del sistema respecto al utilizado en el mitral. Las potenciales ventajas de este dispositivo son la menor rigidez, la presencia de espaciador central y la presencia de captura independiente de los velos, beneficiosas en casos de grandes *gaps*[8]. Dispone de dos tipos de dispositivos **(Figura 5)**.

6. MONTAJE DE DISPOSITIVOS

6.1 TRICLIP

A continuación, se muestra una tabla que especifica el material requerido para la preparación y ejecución del procedimiento de implantación del dispositivo TriClip.

- Paño estéril impermeable que cubra una mesa rectangular de al menos 1.5 m.
- 1 paquete de compresas estériles.
- 2 jeringas de 50 cc con *luer-lock*.
- 1 cápsula (500 cc) y 1 batea rectangular estéril.
- 3 llaves de tres vías.
- 1 llave de 3 vías con alargadera corta 10 cm.
- 2 llaves de 3 vías de alta presión.
- 2 equipos suero.
- 2 alargaderas venosas macho-hembra 100 cm aprox.
- 2 bolsas de presión 1000 cc.
- 2 sueros salinos fisiológicos 0.9 % de 1000 cc con 2000 UI de Hep. para bolsas de presión.
- Suero salino fisiológico 0.9 % de irrigación para completar la cápsula y batea con 1000 UI de Hep/500 cc de suero.

Figura 6. Material para la preparación del sistema de catéter guía (SGS) y el sistema liberador de catéter (CDS).

Fuente: Autoría propia.

6.1.1 Sistemática purgado y preparación SGC (sistema catéter guía) TriClip

- Tres componentes (dilatador, catéter guía [CG] y accesorios).
- Purgado con suero heparinizado 1000 UI/500 cc.

1. Purgado dilatador y purgado del CG:
   - Colocar llave de 3 pasos en la válvula hemostática del dilatador.
   - Colocar llaves de 3 pasos en la válvula hemostática del CG.
   - Purgar (jeringa de 50 cc) el dilatador con la punta del dilatador sumergida en la cápsula con suero fisiológico.
   - Tapar punta del dilatador y abrir la llave rotacional para purgarlo retrógradamente. Cerrar rosca y purgar distalmente. Cerrar llave de 3 pasos.

- Introducir y retirar dos veces la punta del dilatador (10 cm aprox.) en la válvula hemostática del CG.
- Purgar (jeringa de 50 cc) el CG en dirección anterógrada, elevando la punta dando golpes ligeros para extraer completamente el aire.

2. Comprobación de la válvula hemostática:
   - Tapar la punta con el dedo, cerrar llave de 3 pasos y sumergir la punta.
   - Invertir el sistema con la válvula hacia arriba.
   - Retirar el dedo y comprobar durante 30" aprox. que la válvula hemostática es competente (no se vacía la columna de suero).
3. Ensamblaje del dilatador y CG:
   - Tapar la punta del CG sumergida en la cápsula con suero e introducir el dilatador.
   - Avanzar hasta visualizar todas las marcas espirales del dilatador.
   - Activar el recubrimiento hidrofílico del catéter con suero.

6.1.2 Sistemática de purgado y preparación CDS (sistema liberador de catéter) TitraClip

Con suero heparinizado 1000 UI/500 cc y desde distal a proximal:

1. Colocar llave de 3 pasos en el introductor del clip (parte distal) y purgar.
2. Conectar al sistema de suero heparinizado presurizado llave de 3 pasos de alta presión y purgar la camisa del dispositivo (parte central del CDS). Aflojar el tornillo negro del mando del catéter (*DC Handle*), hasta la salida del suero distalmente. Realizar movimientos de avance y retroceso de la camisa con rotación horaria y antihoraria del mando del catéter (liberar tensión).
3. Purgar la cámara trasera (puerto proximal) con la llave de 3 pasos de alta presión conectada al sistema de suero presurizado y heparinizado. Colocamos el tapón rojo. Retroceder y avanzar la palanca de desbloqueo para movilizar el aire y lo volvemos a su posición. Abrir ligeramente el tapón de la palanca de desbloqueo para purgar ese puerto. Cerrar el tapón de la palanca y revisar que no hay burbujas.

6.1.3 Verificación de los movimientos del clip (tres verificaciones):

1. Simulación de *grasping* y comprobación del correcto funcionamiento de la palanca de bloqueo:
   - Subir *grippers* y desbloquear el clip.
   - Si el clip no está a 120° (ángulo de *grasping*), abrirlo o cerrarlo para adquirir este ángulo de apertura.
   - Desde 120° bajar *grippers* (verificamos que bajan correctamente).
   - Cerrar clip a 60° y bloquear.

- Cerrar a 0-20°.
- Poner en neutro la rueda blanca, identificar la línea azul de esta, y girar 1 vuelta completa la rueda blanca en dirección de apertura. El clip no debe abrirse y notaremos tensión en la rueda blanca.
- Volver la rueda blanca a neutro (dirección cerrar).

2. Inversión del clip. La finalidad es poner el clip en posición de *cowboy* (180°):
   - Subir *grippers* y desbloquear clip.
   - Cerrar media vuelta la rueda blanca y abrir el clip hasta 180°.
   - Desde 180° identificar la línea azul de la rueda blanca y seguir abriendo el clip, no más de una vuelta entera y bloquearlo.
3. Cierre del clip e introducción de este en el introductor:
   - Desde 180° y con la palanca de bloqueo activada, cerrar el clip.
   - Bajar *grippers*.
   - Liberar tensión.
   - Dejar retrocedida completamente la camisa y apretar el tornillo negro.
   - Introducir el clip en el introductor.
   - Dejar rueda blanca en neutro.

6.2 PASCAL

6.2.1 Purgado SGC

- Lavar puerto lateral del SGC (jeringa 50 cc) hasta que se purgue el sistema.
- Lavar dilatador (jeringa 50 cc) hasta purgar.
- Introducir dilatador en SGS y volvemos a lavar (jeringa 50 cc) y dejamos conectada hasta la mesa.

6.2.2 Purgado CDS

- Comprobación del dispositivo: elongar dispositivo. Chequear *clasp* un par de veces arriba y abajo (si tocan los brazos del dispositivo, OK; si no, *reset clasp*).
- Cerrar dispositivo totalmente. Retirar *implant handle*. *Clasp* arriba.
- Retirar tapón rojo. Purgar (jeringa 50 cc entera) y cerramos con tapón blanco.
- Elongar dispositivo, *clasp* arriba, conectar introductor al catéter.
- Purgar con (jeringa 50 cc) la llave conectada *steerable handle*. Mientras purgamos retiramos el *implant handle*, y dejamos cargado el dispositivo en el introductor.
- Seguimos lavando hasta dejar purgado el introductor.



Figura 7. Preparación del sistema Pascal. Fuente: imagen cedida por Edwards.

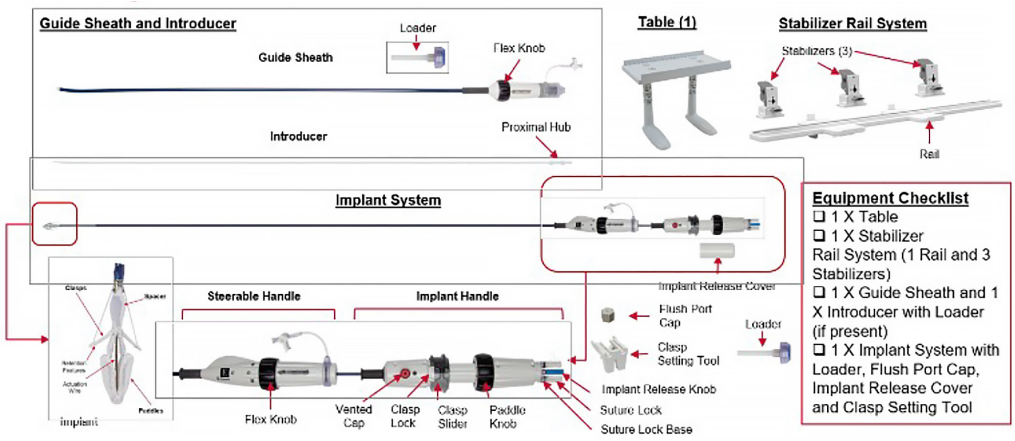


Figura 8. Elementos del sistema Pascal. Fuente: imagen cedida por Edwards.

7. MATERIAL NECESARIO PARA EL PROCEDIMIENTO TRICLIP

7.1 MONITORIZACIÓN DE PRESIÓN ARTERIAL INVASIVA (ANESTESIA O INTERVENCIONISTA)

Habitualmente se monitoriza la arteria radial con introductor radial 4/5Fr o kit de canalización de arteria radial.

7.2 MATERIAL DEL PROCEDIMIENTO

- Transductor eco lineal y funda del estéril (si punción femoral eco guiada).
- Jeringuillas 5,10 y 20 cc.
- Aguja intramuscular.
- Introductor femoral 6/7Fr con trocar femoral.
- 1 equipo segunda presión para monitorización de la presión de la aurícula izquierda.
- 1 mando inyectora .
- 1 seda con aguja 45 mm ⅜ (si cierre, con sutura en 8).
- Gasas y compresas.
- 1 bisturí frío con mango n.º 11.
- 1 guía intercambio vascular de teflón 0,035" x 260.
- 1 guía alto soporte tipo *amplatz extra stiff* 0,035 x 260.
- 1 catéter Pigtail 5Fr (opcional).
- Mosquito, pinza y portaagujas.
- Introductor 18/20Fr 30 cm / dilatadores individuales (dilatar vena femoral).
- ProGlide® si se realiza precierre en la vena femoral (opcional).

8. PROCEDIMIENTO

8.1 PREPARACIÓN DEL PACIENTE

La preparación del paciente se realiza acorde con las prácticas estándares de la unidad para un cateterismo estructural con anestesia.

1. Anestesia general:
   - Inducción anestésica bajo protocolo institucional.
   - Monitorización arterial invasiva (si precisa).
   - Sondaje vesical (si precisa).

2. Introducción ETE; guiará la intervención desde el principio al fin. Realizan *screening* (paciente no heparinizado para disminuir riesgo de sangrado) de todos los planos de la válvula para determinar si la intubación o el decúbito supino no interfiere en la ventana acústica del ETE. Si interfiere un desplazamiento ligero hacia la izquierda mejora la calidad de planos.
3. Colocación de accesorios no estériles sobre el paciente:
    - Tabla de metacrilato (colocada bajo las piernas del paciente y respetando sus zonas de presión).
    - Elevador o "banquito" (deberá ser colocado a una distancia de 80 cm desde el centro del esternón del paciente).
    - Desinfectar piel y cubrir al paciente con paño estéril de acuerdo con los estándares quirúrgicos, dejando acceso para punción femoral y radial.

8.2 ACCESO FEMORAL

- Punción vena femoral con introductor 6 o 7Fr (se recomienda bajo control ecocardiográfico). Punción vena femoral derecha. La punción femoral izquierda es posible pero tiene mayor complejidad el procedimiento.
- Colocación de dispositivo precierre tipo ProGlide® (opcional).
- Administración de heparina a dosis 100 UI/kg manteniendo un ACT >250.
- Se avanza guía hasta cava superior, se realiza intercambio por guía de alto soporte.
- Dilatación de la vena femoral para permitir la entrada del catéter guía (24Fr).
- Se introduce el catéter guía con la ayuda del ETE en distintos planos.
- Se retira el dilatador y la guía a la vez que aspiran de manera no vigorosa para evitar un efecto de pared en la aurícula derecha.
- Se avanza el clip hasta la punta, con un plano bicava y así orientarlo hacia la válvula. El clip debe salir del catéter guía hasta que las dos marcas radiopacas se sitúan en el extremo del catéter guía (*straddling*).
- Se flexiona el clip hacia la válvula, con ayuda del plano vista medioesofágica intercomisural en *X-plane*, donde se visualiza la línea de coaptación anteroseptal y posteroseptal. Se corrige la altura y la orientación con las diferentes ruedas del dispositivo.
- Tras obtener una buena orientación del clip, suele ser la zona central de coaptación entre los velos anterior y septal, se abre el clip y optimizan la coaxialidad de los brazos del clip a la zona *grasping*.
- Retiran el clip lentamente del ventrículo a la aurícula, tras comprobar que los velos están sobre los brazos del clip, se bajan los *grippers* y se cierra ligeramente el clip.

- Evalúan la efectividad del clip con ayuda del ETE a medida que van cerrándolo.
- Se comprueba el gradiente medio, el recomendado es <3 mmHg.
- Antes de su liberación el ecografista comprueba la correcta inserción de los velos en todos los planos.
- Se libera el clip y se evalúa la necesidad de colocar un clip adicional.
- Se retira el sistema.
- Se realiza la hemostasia, con sutura en "8" o ProGlide.

BIBLIOGRAFÍA

1. Gammie JS, Chu MWA, Falk V, Overbey JR, Moskowitz AJ, Gillinov M, Mack MJ, Voisine P, Krane M, Yerokun B, Bowdish ME, Conradi L, Bolling SF, Miller MA, Taddei-Peters WC, Jeffries NO, Parides MK, Weisel R, Jessup M, Rose EA, Mullen JC, Raymond S, Moquete EG, O'Sullivan K, Marks ME, Iribarne A, Beyersdorf F, Borger MA, Geirsson A, Bagiella E, Hung J, Gelijns AC, O'Gara PT, Ailawadi G; CTSN Investigators. *Concomitant Tricuspid Repair in Patients with Degenerative Mitral Regurgitation.* N Engl J Med. 2022 Jan 27;386(4):327-339. doi: 10.1056/NEJMoa2115961. Epub 2021 Nov 13. PMID: 34767705; PMCID: PMC8796794.
2. Fundación Española del Corazón [Internet] *Valvulopatías tricúspide* [citado 15 de diciembre de 2024]. Disponible en: https://fundaciondelcorazon.com/informacion-para-pacientes/enfermedades-cardiovasculares/valvulopatias/valvulopatias-tricuspide.html
3. Topilsky Y, Maltais S, Medina Inojosa J, Oguz D, Michelena H, Maalouf J, Mahoney DW, Enriquez-Sarano M. *Burden of Tricuspid Regurgitation in Patients Diagnosed in the Community Setting.* JACC Cardiovasc Imaging. 2019 Mar;12(3):433-442. doi: 10.1016/j.jcmg.2018.06.014. Epub 2018 Aug 15. PMID: 30121261.
4. Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, Milojevic M, Baldus S, Bauersachs J, et al. *Guía ESC/EACTS 2021 sobre el diagnóstico y tratamiento de las valvulopatías.* Rev Esp Cardiol [Internet]. 1 de junio de 2022 [citado 15 de diciembre de 2024];75(6):524.e1-524.e69. Disponible en: https://www.revespcardiol.org/es-guia-esceacts--sobre-el-diagnostico-y-tr-articulo-S0300893221005194
5. Song H, Kim MJ, Chung CH, Choo SJ, Song MG, Song JM, Kang DH, Lee JW, Song JK. *Factors associated with development of late significant tricuspid regurgitation after successful left-sided valve surgery*. Heart. 2009 Jun;95(11):931-6. doi: 10.1136/hrt.2008.152793. Epub 2009 Mar 24. PMID: 19321491.
6. Kwak JJ, Kim YJ, Kim MK, Kim HK, Park JS, Kim KH, Kim KB, Ahn H, Sohn DW, Oh BH, Park YB. *Development of tricuspid regurgitation late after left-sided valve surgery: a single-center experience with long-term echocardiographic examinations.* Am Heart J. 2008 Apr;155(4):732-7. doi: 10.1016/j.ahj.2007.11.010. Epub 2008 Feb 21. PMID: 18371484.
7. Sociedad Española de Cardiología [Internet]. *Manejo de la insuficiencia tricúspide: progresa adecuadamente* - [citado 15 de diciembre de 2024]. Disponible en: https://secardiologia.es/comunicacion/noticias-sec/11848-manejo-de-la-insuficiencia-tricuspide-progresa-adecuadamente
8. Javier MM, Ignacio CG. *Manual de hemodinámica e intervencionismo cardiaco.* 3.a ed. McGraw-Hill; 2022. 857-867 p.

9. Antunes MJ, Rodríguez-Palomares J, Prendergast B, De Bonis M, Rosenhek R, Al-Attar N, Barili F, Casselman F, Folliguet T, Iung B, Lancellotti P, Muneretto C, Obadia JF, Pierard L, Suwalski P, Zamorano P; ESC Working Groups of Cardiovascular Surgery and Valvular Heart Disease. *Management of tricuspid valve regurgitation: Position statement of the European Society of Cardiology Working Groups of Cardiovascular Surgery and Valvular Heart Disease*. Eur J Cardiothorac Surg. 2017 Dec 1;52(6):1022-1030. doi: 10.1093/ejcts/ezx279. PMID: 28950325.

10. Dreyfus J, Ghalem N, Garbarz E, Cimadevilla C, Nataf P, Vahanian A, Caranhac G, Messika-Zeitoun D. *Timing of Referral of Patients With Severe Isolated Tricuspid Valve Regurgitation to Surgeons (from a French Nationwide Database).* Am J Cardiol. 2018 Jul 15;122(2):323-326. doi: 10.1016/j.amjcard.2018.04.003. Epub 2018 Apr 12. PMID: 29747858.

11. Popescu BA, Stefanidis A, Fox KF, Cosyns B, Delgado V, Di Salvo GD, Donal E, Flachskampf FA, Galderisi M, Lancellotti P, Muraru D, Sade LE, Edvardsen T; Reviewers: This document was reviewed by members of the 2018–2020 EACVI Scientific Documents Committee: Philippe Bertrand, Marc Dweck, Bernhard Gerber, Ivan Stankovic. *Training, competence, and quality improvement in echocardiography: the European Association of Cardiovascular Imaging Recommendations: update 2020*. Eur Heart J Cardiovasc Imaging. 2020 Dec 1;21(12):1305-1319. doi: 10.1093/ehjci/jeaa266. Erratum in: Eur Heart J Cardiovasc Imaging. 2021 Jan 22;22(2):187. doi: 10.1093/ehjci/jeaa347. PMID: 33245758.

12. Chambers JB, Garbi M, Nieman K, Myerson S, Pierard LA, Habib G, Zamorano JL, Edvardsen T, Lancellotti P; This document was reviewed by members of the 2014—16 EACVI Scientific Documents Committee: Delgado V, Cosyns B, Donal E, Dulgheru R, Galderisi M, Lombardi M, Muraru D, Kauffmann P, Cardim N, Haugaa K, Rosenhek R. *Appropriateness criteria for the use of cardiovascular imaging in heart valve disease in adults: a European Association of Cardiovascular Imaging report of literature review and current practice*. Eur Heart J Cardiovasc Imaging. 2017 May 1;18(5):489-498. doi: 10.1093/ehjci/jew309. PMID: 28586420.

13. Salazar G, Gelves J. *Insuficiencia tricuspídea: técnicas ecocardiográficas para evaluar la valvulopatía olvidada*. Revista Colombiana de Cardiología. 1 de julio de 2019;26 (51):11-18. https://doi.org/10.1016/j.rccar.2018.08.003

TEMA 29

3. CARDIOBAND™

Elena M. Rodríguez Velázquez, Cristina Gutiérrez López-Romero, Cristina Villalba Alba

Unidad de Hemodinámica del Hospital Ramón y Cajal. Madrid.

1. INTRODUCCIÓN

La insuficiencia tricuspídea (IT) es una enfermedad con alta prevalencia en la población, pero sigue siendo infratratada[1]. Suele manifestarse en pacientes con insuficiencia cardiaca y se asocia con un pronóstico desfavorable[2].

La mayoría de los pacientes con IT significativa reciben tratamiento farmacológico, principalmente con diuréticos. Hasta hace unos años, la única opción curativa disponible era la cirugía, indicada en casos seleccionados. Sin embargo, la cirugía aislada de la válvula tricúspide conlleva una elevada tasa de mortalidad hospitalaria, que puede alcanzar hasta el 35% en reintervenciones tras una primera reparación valvular[1].

Debido al alto riesgo quirúrgico y al gran número de pacientes que solo reciben tratamiento médico, se ha vuelto imprescindible el desarrollo de opciones percutáneas para el manejo de la IT[1].

El desarrollo de las técnicas percutáneas constituye uno de los hitos más importantes de la cardiología moderna[1]. Las guías de la Sociedad Europea de Cardiología/ European Association for Cardio Thoracic Surgery de 2021 para el tratamiento de las valvulopatías ofrecen una recomendación de clase IIb (nivel de evidencia C) para el tratamiento transcatéter de la insuficiencia tricuspídea grave funcional sintomática de pacientes inoperables en centros especializados en válvulas cardiacas[3,4].

Recientemente, varias técnicas percutáneas han emergido como alternativa a la cirugía en el tratamiento de insuficiencia tricuspídea[2]. Los diferentes dispositivos disponibles se pueden dividir en tres tipos: dispositivos que mejoran la coaptación valvular, que reducen el orificio de regurgitación; implante transcatéter de válvulas en la vena cava, para reducir el flujo retrogrado, y dispositivos de anuloplastia percutánea, que reducen las dimensiones del anillo[1].

En este último grupo, entra el sistema Cardioband (Edwards Lifesciences, Estados Unidos), que trataremos en este capítulo.

2. INDICACIONES

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- IT funcional crónica moderada/severa o mayor.
- Clase II-IV funcional de la NYHA.
- Sintomático a pesar de tratamiento médico estable como mínimo con un régimen diurético.
- Diámetro del anillo tricúspide mayor o igual a 40 mm.
- Excluidos de cirugía como opción de tratamiento.

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Pacientes con fracción de eyección del ventrículo izquierdo <30%.
- Disfunción ventricular derecha grave.
- Infarto de miocardio reciente.
- Presión pulmonar sistólica >60 mmHg.
- Reparación o reemplazo de válvula tricúspide previa.
- Esperanza de vida estimada < de 12 meses.
- Caquexia cardiaca.
- Proximidad de la arteria coronaria derecha al anillo tricúspide

3. ESTUDIOS PREIMPLANTE

- **Tac cardiaco:** la tomografía computarizada aporta información útil para determinar la medida del anillo tricuspídeo, así como de la morfología del ventrículo derecho. Además, arroja luz sobre la distancia a la que se encuentran otras estructuras circundantes y relacionadas con la implantación de un dispositivo en la válvula tricúspide, como es el caso de la arteria coronaria derecha, que se abre camino por el surco auriculoventricular derecho.
- **Ecocardiograma:** la ecocardiografía es la primera línea de evaluación para la anatomía de la válvula tricúspide realizándose exploraciones bidimensionales y tridimensionales a través de diferentes ventanas mediante una combinación de parámetros semicuantitativos y cualitativos, tal como lo describen las guías de la Sociedad Estadounidense de Ecocardiografía y las guías de la Asociación Europea de Ecocardiografía.
  - ✓ La ecografía **transtorácica** (ETT) no solo nos proporciona información completa de la compleja integración del aparato valvular tricuspídeo relacionado con el ventrículo derecho en cuanto a tamaño, morfología y fun-

cionamiento, sino también del grado y la etiología de insuficiencia tricuspídea con el método del área de isovelocidad proximal.

- ✓ La ecografía **transesofágica** (ETE) por su parte permite evaluar la factibilidad del procedimiento de manera detallada y con más ventanas con una mejor resolución espacial

- **Cateterismo izquierdo** para conocer la anatomía coronaria, especialmente de la coronaria derecha, **y cateterismo derecho** para conocer y medir las presiones y gradientes de las diferentes cavidades derechas.
- **EKG.**
- **Analítica y pruebas cruzadas**.
- **Resonancia magnética** proporciona información sobre el análisis anatómico de la válvula tricúspide y estructuras cardiacas derechas esclareciendo escenarios con su alta resolución espacial y arrojando datos como la fracción de eyección del ventrículo derecho o el volumen regurgitante.

4. DESCRIPCIÓN DEL DISPOSITIVO

Cardioband (Edwards Lifesciences, Estados Unidos) se trata de un sistema percutáneo de reducción anular que consta de una banda de dacrón con marcadores radiopacos que se despliega a lo largo de las regiones anterior y posterior del anillo tricuspídeo mediante una serie de anclajes (tornillos de acero inoxidable). Por dentro de la banda, hay un cable de contracción que finalmente se frunce mediante un catéter de ajuste para reducir el anillo tricuspídeo[2].

Para la elección del tamaño, se mide la longitud del anillo desde el inicio del velo anterior hasta la zona de la salida del seno coronario y además se valora la distancia a la coronaria derecha para evitar posibles complicaciones[2].

Actualmente hay seis tamaños de dispositivo hasta un máximo de 120 mm de banda:

TABLA 1. Medidas Cardioband™.

MEDIDA DE ANILLO TRICUSPÍDEO RECOMENDADA (MM)	TAMAÑO DE CARDIOBAND RECOMENDADO	LONGITUD APROXIMADA (mm)	CINCHAMIENTO MÁXIMO (cm)
73-80	A	76	3,5
81-88	B	84	4
89-96	C	92	4,5
97-104	D	100	5
105-112	E	108	5,5
113-120	F	116	5,5

5. PROCEDIMIENTO

5.1 RECURSOS HUMANOS

Para la realización de este procedimiento es necesaria la participación de un equipo multidisciplinar, formado por:

- 1 anestesista.
- 1 ecocardiografista.
- 2 hemodinamistas.
- 2-3 enfermeras.
- 1 TCAE.
- Celador.
- Personal de limpieza.

5.2 RECURSOS MATERIALES

El ámbito ideal para realizar esta intervención sería un quirófano híbrido (consta de quirófano y equipo de rayos) o en defecto una sala de hemodinámica, dotados en cualquiera de los casos con polígrafo e inyectora de contraste.

Como aparataje específico para este procedimiento además contaremos con:

- Carro de anestesia (respirador).
- Ecocardiógrafo vascular.
- Manta térmica.
- Ecocardiógrafo transesofágico, dotado de funda y mordedor.
- Desfibrilador.

Para la mesa de instrumentación **(Figura 1)**:

- Equipo estéril para cateterismo radial y femoral.
- Fundas, sábanas y paños estériles para cubrir lo que no alcance el equipo textil.
- Equipo quirúrgico compuesto por: varias bateas para suero y heparina, mango de bisturí, varios mosquitos, una tijera y un portaagujas.
- Hoja de bisturí.
- Varias jeringas de distintas capacidades: 2, 5, 10 y 20 cc.
- Agujas IM y SC para administrar anestesia local en femoral y radial, respectivamente.
- Aguja de Desilé para punción femoral.
- Funda para la sonda del ecógrafo (punción ecoguiada).
- Introductor radial 5F.

- Introductor femoral 7F y 11F.
- Gasas y compresas.
- Guía teflonada 260 cm x 0,35 mm curva J.
- Guía Amplatz Superstiff 260 cm x 0,35 mm curva J.
- Catéter JR guía 5F.
- Guía angioplastia XTA (o similar).
- Vaina Cook® o introductor Gore® 16-18F.
- Mandos inyectora.
- Llave de angioplastia.
- 2 Proglide.
- Pulsera hemostática.



Figura 1. Mesa instrumentista. Fuente: elaboración propia.

Para la mesa de montaje del dispositivo:

- Sábana para cubrir la mesa.
- Equipo quirúrgico con bateas para suero y heparina, tijeras.
- 2 presurizadores.
- 2 sistemas de suero.
- Llaves de 3 pasos.
- Alargaderas.
- Jeringas *luer lock* de 20 y 50 cc.
- Soporte jamonero + sujeciones.
- Un palo de suero.

5.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

- Comprobar que el paciente pasa a la sala preparado para el tipo de intervención a realizar (con la indumentaria correcta, rasurado, retiradas prótesis, con al menos una vía venosa canalizada en MSI de calibre 18G o superior). Previamente se realiza *checklist*, se revisan consentimientos y se confirma reserva de sangre.
- Se introducen datos del paciente en los *softwares* del rayo, polígrafo y programa de informes. También lo registramos en el libro de procedimientos hemodinámicos asignándole número de caso y número de Cardioband.
- Una vez en la mesa se monitoriza con TA, EKG y pulsioximetría para el polígrafo, TA, EKG, pulsioximetría y BIS para anestesia, EKG para ecocardiografía y palas del desfibrilador.
- Se asiste a anestesia para la inducción a la anestesia general, se aseguran medidas que conciernen a la seguridad y el confort del paciente y se introduce sonda de eco transesofágica. Se realiza sondaje vesical.
- Se coloca base de metacrilato y banco de soporte para el dispositivo a 100 cm del punto intermamario, prestando especial atención en puntos de presión.
- Se canalizan los dos accesos previa administración con anestésico local: arteria radial derecha con introductor de 5F por donde se sondará la arteria coronaria derecha con el catéter guía JR4 y se dejará la guía de angioplastia XTA previa heparinización parcial **(Figura 2)** (la elección de este tipo de guía es porque tiene mayor porción radiopaca dibujando la arteria coronaria derecha); y la vena femoral derecha con introductor de 7F mediante punción ecoguiada, que se dejará preparada para realizar un cierre con doble Proglide al finalizar el procedimiento o bien se cerrará con sutura (punto en 8).

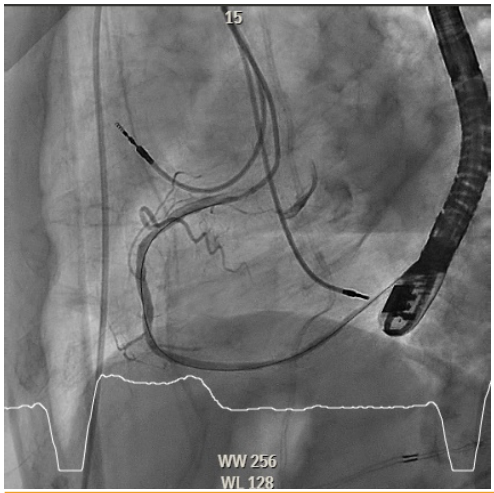


Figura 2. Guía XTA en CD.
Fuente: elaboración propia.

- Posteriormente se dilata la vena femoral derecha con el introductor de 11F y a continuación con la vaina de 16-18F elegida se administra el resto de la dosis de la heparina en función del peso. Se realizarán controles periódicos de ACT a partir de este momento.

- A continuación, se desplaza la primera parte del dispositivo Cardioband™ conectado a sueros presurizados de la mesa de montaje al soporte previamente colocado. Se comprueba el correcto purgado del dispositivo y el retroceso sanguíneo para evitar introducir burbujas, así como la velocidad de lavado[5].
- Una vez terminadas las comprobaciones se introduce la vaina dirigible de 24Fr del sistema de liberación del Cardioband™ hasta la aurícula derecha **(Figura 3)**. A su través se coloca el catéter guía donde se ubica la banda de dacrón y, por dentro de este, el catéter de implante a través del cual se introducen tornillos que fijan la banda de dacrón al anillo tricuspídeo.

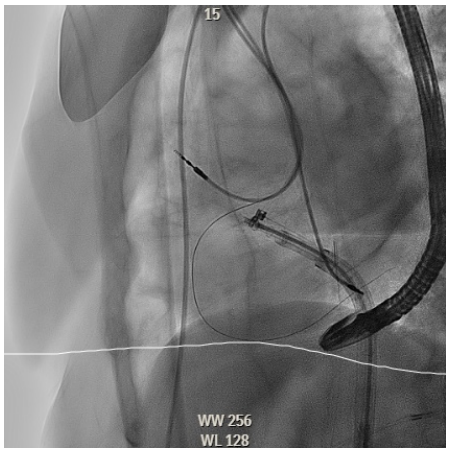


Figura 3. Vaina dirigible Cardioband™.
Fuente: elaboración propia.

- El implante se inicia a nivel de la comisura anteroseptal de la válvula en sentido horario hasta la comisura septal-posterior. A medida que se retira el catéter guía, la banda de dacrón se exponía colocándose en el anillo y se fija mediante los tornillos o anclajes.
- Una vez implantado, se retira el catéter guía y el del implante y se introduce un catéter de ajuste de tamaño que cincha y reduce el diámetro septolateral del anillo tricuspídeo al fruncir el cable por dentro del Cardioband™ **(Figura 4)**. La reducción de la IT se mide en tiempo real a través del eco transesofágico.

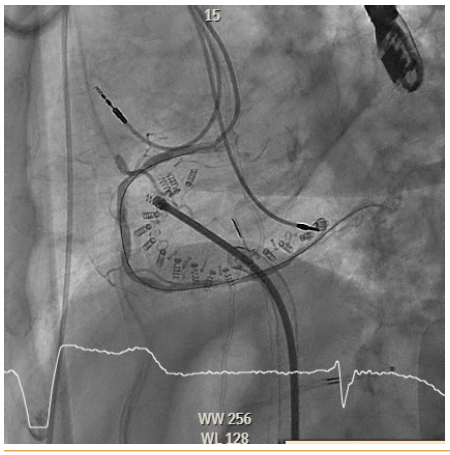


Figura 4. Dispositivo Cardioband™ implantado.
Fuente: elaboración propia.

- Tras el fruncimiento del anillo, el implante se separa del sistema de colocación. Se retira el sistema y se realiza angiografía final de la coronaria derecha. Se retira también guía y catéter radial. Se cierra acceso femoral.
- Se realiza limpieza y desinfección de los puntos de punción y se colocan medidas compresivas (pulsera hemostática radial y vendaje femoral).
- Se procede a despertar al paciente y, una vez finalizado, retirada de monitorización y traslado.
- Se realiza informe del procedimiento, se registra el volumen de contraste administrado, tiempo de escopia y dosis de radiación PDA.

6. COMPLICACIONES

- Vasculares.
- Trastornos de la conducción.
- Angiográficas/obstrucción coronaria derecha.
- Perforación taponamiento cardiaco.
- Derivados del dispositivo.
- Migración o malposición tornillos/banda, torsión de la banda.
- Accidente cerebrovascular.
- Fallo renal.
- Infección valvular o de los puntos de incisión.

7. SEGUIMIENTO Y TRATAMIENTO

Los pacientes sometidos a reparación valvular tricúspidea mediante implante de dispositivo Cardioband™ continuarán con su tratamiento habitual tras el alta hospitalaria, que incluye diuréticos y medicación anticoagulante/antiagregante[6].

Se les realizará un seguimiento periódico protocolizado que incluyen diferentes pruebas diagnósticas y baterías de test para medir la mejora específica del paciente en la gravedad de la IT. Estos exámenes constan de ergoespirometría, TAC, ecocardiografía, analítica sanguínea, capacidad de ejercicio (prueba de caminata de 6'), estado funcional (clase funcional de la NYHA) y *scores* de calidad de vida como el Kansas City. Algunos de los parámetros que se determinan con estas pruebas son el diámetro del anillo septolateral, la gravedad del TR, PISA EROA, vena contracta media, edema evaluado mediante edema con fóvea, valor de BNP.

Se considera exitoso una disminución de dos grados en el esquema de clasificación estándar de la Sociedad Estadounidense de Ecocardiografía que clasifica la IT en cinco clases (leve, moderada, grave, masiva y torrencial).

A pesar del corto recorrido con el implante del sistema Cardioband™ en pacientes con IT grave-torrencial sintomática hasta la fecha, los resultados sugieren una alternativa segura y eficaz, que consigue una mejoría sintomática a medio plazo y una disminución del anillo tricuspídeo y el grado de insuficiencia valvular.

BIBLIOGRAFÍA

1. Campelo-Parada F, Lairez O, Carrié D. *Percutaneous Treatment of the Tricuspid Valve Disease: New Hope for the "Forgotten" Valve.* Rev Esp Cardiol (Engl Ed). 2017 Oct;70(10):856-866. English, Spanish. doi: 10.1016/j.rec.2017.05.010. Epub 2017 Jun 20. PMID: 28645836.
2. Solano-López J, Zamorano JL, García-Martín A, González Gómez A, Fernández-Golfín C, Sánchez-Recalde Á. *Mid-term outcomes of percutaneous tricuspid annuloplasty with the Cardioband device.* Rev Esp Cardiol (Engl Ed). 2021 Oct;74(10):888-890. English, Spanish. doi: 10.1016/j.rec.2021.03.013. Epub 2021 May 15. PMID: 34001464.
3. Sánchez-Recalde Á, Hernández-Antolín R, Salido Tahoces L, García-Martín A, Fernández-Golfín C, Zamorano JL. *Transcatheter tricuspid annuloplasty with the Cardioband device to treat severe functional tricuspid regurgitation.* Rev Esp Cardiol (Engl Ed). 2020 Jun;73(6):507-508. English, Spanish. doi: 10.1016/j.rec.2019.10.024. Epub 2020 Jan 20. PMID: 31974069.
4. Lurz P, Besler C. *Transcatheter interventions for tricuspid regurgitation: discovering new horizons.* Rev Esp Cardiol (Engl Ed). 2022 Oct;75(10):780-782. English, Spanish. doi: 10.1016/j.rec.2022.05.002. Epub 2022 Jun 5. PMID: 35676173.
5. Nickenig G, Weber M, Schüler R, Hausleiter J, Nabauer M, von Bardeleben RS, Sotiriou E, Schäfer U, Deuschl F, Alessandrini H, Kreidel F, Juliard JM, Brochet E, Latib A, Montorfano M, Agricola E, Baldus S, Friedrichs KP, Deo SH, Gilmore SY, Feldman T, Hahn RT, Maisano F. *Tricuspid valve repair with the Cardioband system: two-year outcomes of the multicentre, prospective TRI-REPAIR study.* EuroIntervention. 2021 Feb 5;16(15):e1264-e1271. doi: 10.4244/EIJ-D-20-01107. PMID: 33046437; PMCID: PMC9724932.
6. Pardo Sanz A, Gómez JLZ, Tahoces LS, Ruiz JMM, Martín AG, Gómez AG, Baydes RH, Sequeiros MA, Fernández MS, Barceló JLM, Ferrer EG, Santos SF, Lobán CF, Recalde ÁS. *Long-term outcomes of percutaneous tricuspid annuloplasty with Cardioband device.* Eur Heart J Cardiovasc Imaging. 2022 Jun 21;23(7):979-988. doi: 10.1093/ehjci/jeac079. PMID: 35511547.

TEMA 30

TRATAMIENTO PERCUTÁNEO DE LA VÁLVULA PULMONAR

P. Calvo Flores, B. Pérez Montejo, L. Calvo Rivas, M. J. Calvo Flores, S. Rodríguez Martín, M. Martín González

Servicio de Hemodinámica y Cardiología Intervencionista.
Complejo Asistencial Universitario de Salamanca. Salamanca.

1. INTRODUCCIÓN

La válvula pulmonar es la estructura que conecta el ventrículo derecho (VD) con la arteria pulmonar (AP). Al abrirse, permite el paso de sangre pobre en oxígeno desde el corazón (VD) hacia los pulmones para que sea oxigenada.

Cuando la válvula pulmonar está ausente, funciona deficientemente o está estenosada, la sangre no fluye correctamente hacia los pulmones, lo que impide su correcta oxigenación.[1]

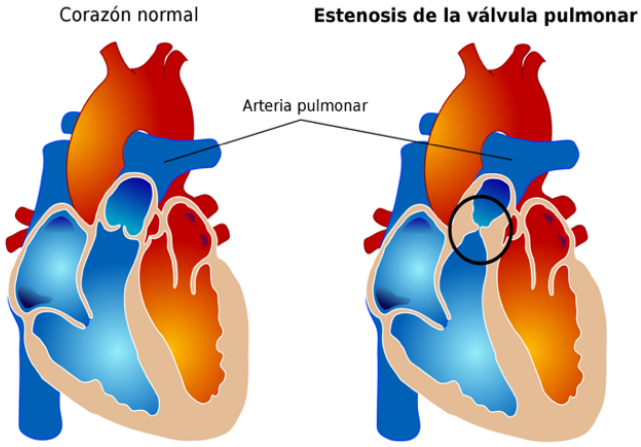


Figura 1. Referencia anatómica de la estenosis de la válvula pulmonar.

Fuente: MedlinePlus. Estenosis de la válvula pulmonar.

La **estenosis de la válvula pulmonar** (EVP) es una patología cardiaca en la que el flujo de sangre que sale desde el VD hacia la AP está obstruido a nivel de la válvula pulmonar ocasionando una reducción del flujo de sangre hacia los pulmones. Generalmente se trata de una patología congénita y raramente es adquirida (por ejemplo, secundaria a fiebre reumática). La **insuficiencia valvular pulmonar** es una incompetencia de la válvula porque no se cierra bien, permitiendo el paso de la sangre del pulmón al VD (regurgitación), generalmente ocasionada por la hipertensión pulmonar (HP).[2]

TIPOS DE ESTENOSIS PULMONAR

1. Según la forma anatomopatológica:
   - **Estenosis típica:** es la más habitual, caracterizada por un ligero engrosamiento de los velos y fusión comisural.
   - **Estenosis por válvula displásica:** los velos valvulares están engrosados y mixomatosos, la apertura de la válvula está limitada y con escasa fusión comisural. Típica en el síndrome de Noonan y otras enfermedades genéticas.
   - **Estenosis asociada a otras cardiopatías congénitas:** válvula anómala (bicúspide o unicúspide) en el contexto de defectos cardiacos complejos (por ejemplo, tetralogía de Fallot).[3]
2. Según el grado de severidad:
   - **Estenosis leve:** gradiente pico instantáneo <36 mmHg; se trata de una estenosis compatible con una vida normal.
   - **Estenosis moderada:** gradiente pico instantáneo de 36-64 mmHg; suele ser asintomática pero la limitación del gasto cardiaco puede dar lugar a la aparición de fatiga con el ejercicio.
   - **Estenosis grave:** gradiente pico instantáneo >64 mmHg; está asociada a sintomatología como la disfunción del VD o cianosis. Precisa tratamiento.[3]

TABLA 1. Estenosis pulmonar según el grado de severidad.

GRADO	GRADIENTE PICO INSTANTÁNEO (mmHg)	MANIFESTACIONES CLÍNICAS
Leve	<36	Asintomática, vida normal.
Moderada	36-64	Fatiga con el ejercicio.
Grave	>64	Disfunción ventricular derecha, cianosis, requiere tratamiento.

TRATAMIENTO DE LA VÁLVULA PULMONAR

El tratamiento de la estenosis pulmonar depende de la **severidad, anatomía valvular y condición clínica del paciente**. Las principales opciones terapéuticas incluyen:

- La **valvuloplastia pulmonar** es el tratamiento de elección en la mayoría de los casos de estenosis valvular típica. El objetivo es la dilatación de la válvula mediante balón para despegar las comisuras fusionadas. Se trata de un procedimiento mínimamente invasivo, con alta efectividad (>90% de éxito en casos no displásicos) y baja tasa de complicaciones.
- La **reparación quirúrgica** está indicada en casos de válvula displásica (como en el síndrome de Noonan), estenosis subvalvular/supravalvular asociada o

cardiopatías congénitas complejas (tetralogía de Fallot). Las técnicas incluyen comisurotomía (liberación quirúrgica de las comisuras), implante de prótesis (biológicas o mecánicas) o uso de conductos valvulados en malformaciones del tracto de salida.[3]

- Finalmente, el **implante valvular pulmonar percutáneo (IVPP)**, que se ha puesto en auge en las dos últimas décadas como alternativa a la reparación quirúrgica, con el objetivo de disminuir la morbimortalidad asociada al procedimiento. Sus ventajas incluyen menor invasividad y recuperación más rápida frente a la cirugía, aunque presenta limitaciones como durabilidad reducida en jóvenes y coste elevado.

2. INDICACIONES

El IVPP está indicado, según las guías norteamericanas y europeas, en presencia de insuficiencia pulmonar moderada-grave con una fracción de regurgitación del VD mayor del 25% (confirmada por resonancia magnética), junto con alguno de los siguientes criterios:

- Pacientes **asintomáticos** con:
  - ✓ Alteraciones electrocardiográficas (por ejemplo, prolongación del QRS).
  - ✓ Compromiso hemodinámico (obstrucción grave del tracto de salida del VD, aumento de la presión en el VD e izquierdo).
  - ✓ Pacientes **sintomáticos** (disnea, fatiga, **intolerancia al ejercicio**).
- A diferencia de las formas leves (generalmente asintomáticas), la estenosis grave puede presentar:
  - ✓ Manifestaciones de hipoxia: cianosis, fatiga.
  - ✓ Signos de fallo derecho: distensión yugular, hepatomegalia, edema periférico.
  - ✓ Complicaciones cardiovasculares: disfunción ventricular, arritmias (incluyendo riesgo de muerte súbita)[1].

3. CONTRAINDICACIONES DEL TRATAMIENTO PERCUTÁNEO

Está contraindicado en casos de endocarditis activa (por riesgo infeccioso) y cuando exista una anatomía desfavorable que impida el correcto anclaje de la prótesis, como dimensiones inadecuadas del tracto de salida del ventrículo derecho o de las arterias pulmonares para los dispositivos disponibles, requiriéndose siempre una evaluación imagenológica previa (TAC/RM) para determinar la viabilidad del procedimiento.[4]

4. TÉCNICA Y PROCEDIMIENTO

VALVULOPLASTIA PULMONAR

Este procedimiento mínimamente invasivo, realizado mediante cateterismo cardiaco, consiste en la dilatación de la válvula pulmonar estenótica mediante un balón. Logra una mejora inmediata en la eficiencia del tracto de salida del ventrículo derecho, siendo en la mayoría de los casos un tratamiento definitivo.[2]

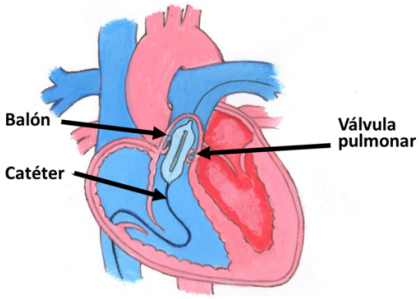


Figura 2. Valvuloplastia pulmonar con balón.

Fuente: http://cardiosaudeferrol.com/estenosis-la-valvula-pulmonar/valvuloplastia

La técnica consiste en la canalización de la vena femoral derecha a través de la cual se sube un catéter PigTail® para realizar una ventriculografía derecha y medir el anillo válvular. Posteriormente se pasa una guía de alto soporte a través de la válvula y por ella se sube el catéter balón tipo Nucleus® cuyo diámetro recomendando es de 1,2 a 1,25 mm mayor que el anillo de la válvula.[2]

En caso de anillos muy grandes existe una técnica de doble balón simultáneo como alternativa efectiva. El procedimiento requiere medición precisa del anillo y monitorización ecocardiográfica para optimizar los resultados.

IMPLANTE VALVULAR PULMONAR PERCUTÁNEO

El IVPP consiste en el implante de una prótesis valvular sobre la válvula pulmonar nativa para corregir insuficiencias o estenosis severas.[2]

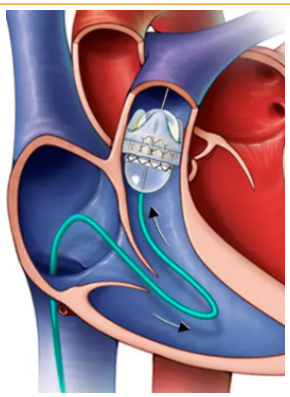


Figura 3. Implante de la válvula pulmonar percutánea con balón.

Fuente: Fundación Mayo para la Educación e Investigación Médica.

PROCEDIMIENTO

- Monitorización y anestesia general del paciente (intubación orotraqueal, vía venosa central, canalización de acceso arterial, sonda vesical).
- Posición del paciente: los brazos pegados se disponen junto a la cabeza para favorecer las proyecciones radiográficas laterales.



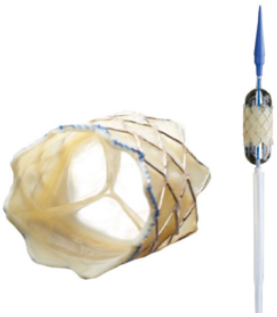
Figura 4. Posicionamiento del paciente para permitir proyecciones fluoroscópicas laterales.

Fuente: "Ad hoc".

- En cuanto a los accesos vasculares, será necesario canalizar:
  - ✓ Arteria femoral derecha: se canaliza con introductor 6F para permitir la inserción de catéter Pig Tail®.
  - ✓ Vena femoral derecha: acceso inicial con catéter Judkins Right (JR). Posteriormente colocar un introductor de 16F y pasar el Sizing Ballon® para realizar mediciones del anillo de la válvula. Una vez realizadas las mediciones del anillo se intercambia el introductor por otro de 26F y 65 cm (Dry Seal GORE®) para el dispositivo valvular.
  - ✓ Vena femoral izquierda: reservada para mediciones hemodinámicas adicionales. Permite inserción de un catéter tipo Swan Ganz® y catéter Pig Tail®.
- Se realiza coronariografía por la arteria femoral derecha con Judkins Left 4 (JL 4) con el Sizing Ballon® inflado, una vez liberada la válvula se repite el estudio para descartar compresión de la arteria coronaria izquierda.
- Durante el procedimiento se realizan inyecciones de contraste por el Pig Tail® de la vena femoral izquierda con volúmenes grandes (15/20 ml) con el inyector automático para garantizar volumen y flujo adecuados.
- El montaje de la válvula se lleva a cabo por el equipo intervencionista, cuenta con asistencia técnica especializada del fabricante. El proceso se monitoriza fluoroscópicamente.
- Una vez terminado el procedimiento se realizan los cierres vasculares precisos según los protocolos del centro. Puede incluir dispositivos de cierre percutáneo o compresión manual. Se verifica hemostasia completa final.[2]

Existen dos tipos de válvulas implantables percutáneamente:

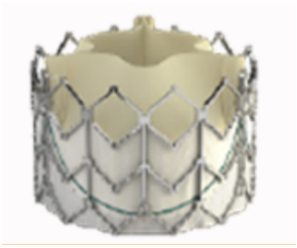
- **Válvulas expansibles con balón:** presentan mayor fuerza radial.



Melody TPV®: fabricada con una vena yugular bovina montada sobre un stent de platino Iridio (longitud 28 mm, expansible hasta 22mm).[5]

Se monta a mano sobre un sistema liberador de Medtronic® de 22F y 100 cm de longitud, se sube por una guía de alto soporte (tipo *Lunderquist*) y se libera con un balón de angioplastia BIB.

Figura 5. Válvula Melody® para válvula pulmonar y sistema de transporte. Fuente: https://cardiopatiascongenitas.net



Edwards Sapien XT®: es el modelo autorizado en América y Europa, fabricada con velos de pericardio porcino montados sobre un stent de cromocobalto, disponible en tres tamaños (23, 26 y 29 mm). El sistema de implante utiliza un dispositivo de entrega de 14-16F, donde la válvula previamente crimpada es transportada y liberada mediante una jeringa de alta presión, permitiendo una implantación precisa y controlada.

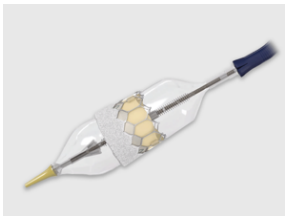
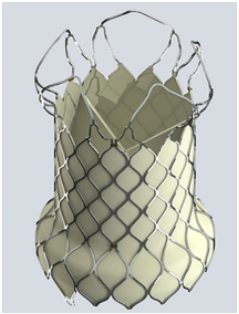


Figura 6. Válvula Edwars Sapiens® para válvula pulmonar y sistema de liberación con balón.

Fuente: https://cardiopatiascongenitas.net

- **Válvulas autoexpandibles:** representan la generación más novedosa de prótesis valvulares pulmonares percutáneas, destacando por su capacidad para adaptarse a diámetros más amplios y anatomías complejas.



Válvula Venus Medtech®: diseñada en China, utiliza pericardio porcino y un stent de nitinol de 30 mm. Se crimpa manualmente, sumergida en suero fisiológico y se monta sobre un sistema liberador de 16F proximal y 20-22F distal.[6,7]

Figura 7. Válvula Venus Medtech® para tratamiento percutáneo de la válvula pulmonar.

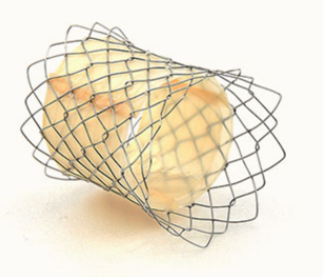
Fuente: https://doi.org/10.24875/RECICM23000373



Válvula Harmony mTPV25®: diseñada por Medtronic® en EE.UU., actualmente en investigación. Construida con valvas de pericardio porcino y una estructura de nitinol recubierta con poliéster.[6,8]

Figura 8. Válvula Harmony mTPV25® para implante percutáneo de la válvula pulmonar.

Fuente: https://www.fda.gov/files/styles/landscape_16_9_800_x_450/public/MedtronicHarmony.



Valvula Pulsta®: diseñada en Corea del Sur, está construida con valvas de pericardio porcino y una estructura de nitinol recubierto de pericardio porcino. Disponible en dos longitudes (33 y 38 mm) con diámetros de 18 a 32 mm. Montada sobre un sistema liberador de 18-20F. Su fuerza radial es menor que la Sapiens® y Melody®. Actualmente en estudio.[6,9]

Figura 9. Válvula Pulsta® para implante percutáneo de la válvula pulmonar.

Fuente: Experiencia inicial con la prótesis PULSTA para el tracto de salida del ventrículo derecho nativo en tres centros españoles. REC interventional cardiology.

5. COMPLICACIONES

Los riesgos de la implantación de la válvula pulmonar percutánea se relacionan con el uso del material utilizado para el implante (guías rígidas e introductores de gran calibre) y la manipulación de estructuras cardiacas. Las complicaciones más relevantes incluyen:

Complicaciones vasculares (las más comunes):[5]

- Lesiones iatrogénicas por instrumentación (perforaciones, disecciones).
- Trauma en el sitio de acceso vascular (hematomas, pseudoaneurismas).
- Obstrucción del flujo en vasos adyacentes.

Complicaciones cardiacas:[5,2]

- Compresión mecánica de estructuras coronarias.
- Alteraciones del ritmo cardiaco (arritmias ventriculares).
- Disfunción valvular (estenosis o regurgitación posimplante).

Complicaciones generales:[2]

- Eventos tromboembólicos.
- Hemorragias relacionadas con anticoagulación.
- Infecciones del sitio protésico.

6. CUIDADOS DE ENFERMERÍA

Antes de comenzar el procedimiento realizaremos la recepción del paciente, dedicando el tiempo necesario a las siguientes actividades[10]:

- Confirmar la identidad del paciente.
- Presentarse y crear un ambiente de confianza para que el paciente pueda explicar todas las dudas y temores.
- Comprobar que ha sido informado del procedimiento.
- Revisar el consentimiento informado en la historia clínica.
- Asegurar que el paciente está en ayunas y que no tenga prótesis dentales móviles.
- Comprobar alergias, anticoagulación, función renal y extracción de pruebas cruzadas para reservar sangre.
- Comprobar si la zona de abordaje quirúrgico está preparada.
- Será necesario tener al menos una vía venosa periférica para administrar sueroterapia o medicación, como la profilaxis antibiótica.
- Introducir la identificación del paciente en el equipo de rayos X y polígrafo.
- Prepararemos el material necesario para la realización del procedimiento.
- Son funciones de la enfermera circulante:
  - ✓ La monitorización al paciente (ECG, TA, pulsioxímetro, etc.).
  - ✓ Ayudar a asegurar la asepsia colaborando con la enfermera instrumentista y el personal de la sala.
  - ✓ Proporcionar el material necesario al hemodinamista y la enfermera instrumentista.
  - ✓ Vigilancia de la aparición de complicaciones y valoración del estado del paciente durante todo el procedimiento, manteniendo el confort de este, ayudando a controlar su nivel de ansiedad.
  - ✓ Administración de las medicaciones prescritas.
- En su caso, la enfermera instrumentista:
  - ✓ Colaborará con el hemodinamista instrumentando y dándole soporte.
  - ✓ Mantendrá la esterilidad durante todo el procedimiento.
  - ✓ Realizará el recuento del instrumental.
  - ✓ Retirará los objetos punzantes al contenedor adecuado.

Una vez finalizado el procedimiento se procederá al cierre de los accesos vasculares. Es responsabilidad del equipo de enfermería comprobar la ausencia de complicaciones vasculares vigilando la coloración de ambos miembros inferiores, palpación de pulsos distales y estabilidad hemodinámica.

Finalmente nos aseguraremos de que la familia ha sido informada.

Esta información también se puede exponer en formato tabla. A modo de ejemplo:

FASE	ACCIONES	RESPONSABLE	DOCUMENTACIÓN
Preprocedimiento	• Verificación de identidad (doble chequeo) • Confirmar consentimiento informado • Evaluar ayunas (>8 h) y prótesis dentales • Revisar alergias, función renal y coagulación • Canalizar vía venosa periférica • Preparar zona de punción (rasurado/antisepsia) • Administrar profilaxis antibiótica	Enfermería circulante	• *Checklist* preoperatorio • Registro de medicación
Intraprocedimiento	**Enfermera circulante:** • Monitorización constante (ECG, SpO_2, TA) • Soporte emocional • Administración de medicación **Enfermera instrumentista:** • Preparar campo estéril • Control de instrumental • Manejo de prótesis valvular • Recuento de material	Equipo de enfermería (circulante + instrumentista)	• Hoja de medicación • Registro de tiempos • Control de dispositivos
Posprocedimiento	• Cierre de accesos vasculares • Monitorizar pulsos distales y perfusión • Evaluar signos de complicación (dolor, hematoma) • Informar a familiares • Transferir a unidad de recuperación	Enfermería + hemodinamista	• Informe de procedimiento • Registro de constantes • Notas de evolución
Criterios clave	• Estabilidad hemodinámica • Ausencia de sangrado activo • Pulsos distales presentes • Saturación >95% • Sin signos de isquemia distal	Todo el equipo	• *Checklist* posintervención

Leyenda:

- **SpO_2:** saturación de oxígeno
- **TA:** tensión arterial
- **ECG:** electrocardiograma

BIBLIOGRAFÍA

1. MedlinePlus [Internet]. Bethesda (MD): U.S. National Library of Medicine; c1995-2024. *Estenosis de la válvula pulmonar*; [actualizado 8 abr 2024; consultado 6 feb 2024]. Disponible en: https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/001096.htm
2. García-San Román K, Serrano-Ramírez V, Ballesteros-Ortega M. *Intervencionismo percutáneo sobre válvula pulmonar y estenosis de ramas pulmonares*. En: Martín-Moreiras J, Cruz-González I, coordinadores. *Manual de Hemodinámica e Intervencionismo cardiaco*. 3ª ed. Madrid: McGraw Hill; 2022. p. 975-990.
3. Gutiérrez-Larraya, Aguado F, et al. *Tratamiento percutáneo de la válvula pulmonar y las arterias pulmonares en cardiopatías congénitas*. REC Interv Cardiol. 2021;3(2):119-128.
4. Hospital Universitario 12 de Octubre (Madrid). *Protocolo de implante de válvula pulmonar percutánea: cardiopatías congénitas del adulto* [protocolo institucional]. Madrid: Hospital 12 de Octubre; 2024 [acceso 29 de abril de 2025]. Disponible en: https://www.h12o.es *(consultar sección de protocolos)*.
5. Girona,J; Betrián, P; Martí; G. *Implantación de la válvula pulmonar*. Rev Esp Cardiol. 2009; 62:1072-4.
6. Jones MI and Qureshi SA. *Recent advances in transcatheter management of pulmonary regurgitation after surgical repair of tetralogy of Fallot* [version 1; peer review: 3 approved]. F1000Research 2018, 7(F1000 Faculty Rev):679. https://doi.org/10.12688/f1000research.14301
7. Álvarez-Fuente M, et al. *Experiencia inicial con la nueva válvula pulmonar percutánea autoexpandible Venus P*. REC Interv Cardiol. 2023;5(4):263-269.
8. U.S. Food and Drug Administration (FDA). *Medtronic Harmony Transcatheter Pulmonary Valve (TPV) System* – P200046 [Internet]. Silver Spring, MD: FDA; [actualizado *fecha de publicación*; acceso *fecha de consulta*]. Disponible en: https://www.fda.gov/medical-devices/recently-approved-devices/medtronic-harmony-transcatheter-pulmonary-valve-tpv-system-p200046
9. Salas-Mera D, Sánchez-Ledesma M, Castro-Maestro J, et al. *Experiencia inicial con la prótesis PULSTA para el tracto de salida del ventrículo derecho nativo en tres centros españoles*. REC Interv Cardiol. 2023;5:e202300405. doi: 10.24875/RECIC.M23000405.
10. Valverde-Bernal J, Rodríguez Martín S, Berga Congost G, Pérez Montejo B, Delgado Sánchez F, Herrero Álvarez. *Enfermería en la sala de hemodinámica. Consultas de enfermería en hemodinámica*. En: Martín-Moreiras J, Cruz-González I, coordinadores. *Manual de Hemodinámica e Intevencionismo cardiaco*. 3ª ed. Madrid: McGraw Hill; 2022. p. 89-112.

TEMA 31

CIERRE PERCUTÁNEO DE OREJUELA IZQUIERDA

Tania Blanco Maestro, Elena Fiandor Gutiérrez, Mª José Morales Vicente, Mª Jesús Colino Lamparero, Ana López Soto, Andrea López Arribas

Hospital Clínico San Carlos. Madrid.

1. INTRODUCCIÓN

La orejuela izquierda (OI) es una cavidad pequeña, con estructura tubular. Está ampliamente demostrado su papel en la formación de trombo en los pacientes con fibrilación auricular[1], encontrándose que el 90% de los trombos de origen no valvular se forman en la OI[2].

La principal medida terapéutica para la prevención de trombo y por lo tanto de eventos cardioembólicos en la fibrilación auricular (FA) es la anticoagulación oral (ACO)[3], sin embargo, esta conlleva mayor riesgo de hemorragia, siendo un tratamiento contraindicado en muchos pacientes[4].

Actualmente, el cierre de la orejuela izquierda (COI) se presenta como alternativa terapéutica en pacientes con contraindicaciones para ACO y ya es un procedimiento estructural instaurado, que en España se sitúa en el segundo puesto en número de casos tras el implante transcatéter de válvula aórtica[5,6].

En este capítulo se revisarán los dispositivos aprobados actualmente en España para el cierre percutáneo de la orejuela.

2. ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DE LA OREJUELA

La OI es una extensión muscular de la AI que está muy próxima a la arteria circunfleja izquierda y que limita a nivel superior con la vena pulmonar superior izquierda y a nivel inferior con la válvula mitral. La separación entre la OI y la vena pulmonar superior izquierda la marca el ligamento de Marshall, que en algunos casos es muy prominente y complica el paso de una estructura a otra[7].

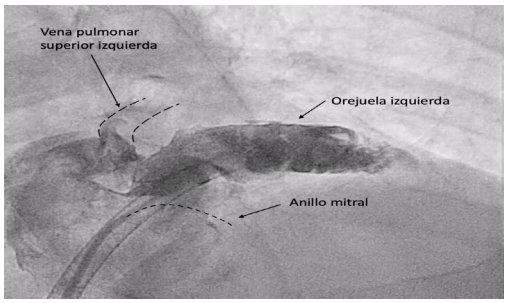
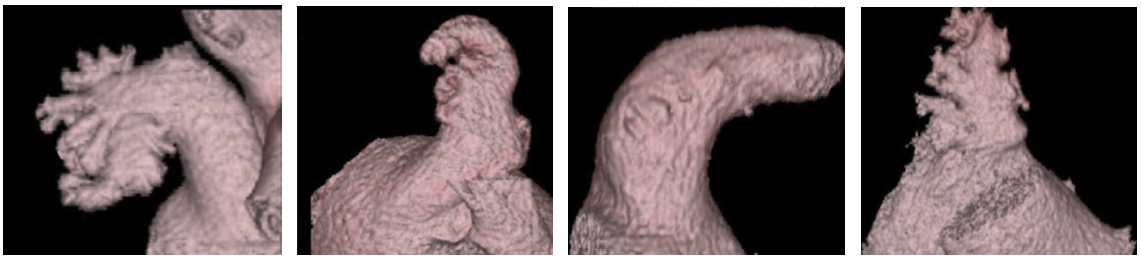


Figura 1. Autoría propia.

Su morfología es extraordinariamente heterogénea de una persona a otra, y es habitual que haya más de un lóbulo[8,9,10]. Su ostium o abertura es generalmente elíptico, con un diámetro de 10 a 40 mm y una profundidad de 16 a 51 mm[11].

La OI se clasifica según su morfología. Se han identificado diversas formas pero cuatro principales: forma de coliflor, manga de viento, ala de pollo y cactus.



Coliflor | Manga de viento | Ala de pollo | Cactus

Figura 2 (obtenida cita 12 D. Biase L. et al.)

Estas morfologías parecen estar asociadas a distintos grados de riesgo tromboembólico. Los pacientes con forma diferente a la de ala de pollo tienen significativamente más probabilidad de tener eventos embólicos[12].

En ritmo sinusal, la OI es una estructura contráctil que vacía todo su contenido en cada latido. En la fibrilación auricular no valvular (FANV), la OI pierde su capacidad contráctil y sufre una dilatación progresiva que provoca un enlentecimiento de la sangre y un aumento consecuente del riesgo de trombosis[13].

Está descrito que la OI actúa como mediador de la sed y que funciona como órgano endocrino con el control de la volemia a través de la secreción de péptido natriurético atrial (PNA).

3. INDICACIONES PARA EL CIERRE DE OI

Las indicaciones más frecuentes en la práctica clínica son: alto riesgo hemorrágico y las contraindicaciones para los anticoagulantes orales de acción directa (ACOD). Así lo recomiendan las guías de la European Society of Cardiology (ESC) y las guías de la American Heart Association, el American College of Cardiology y la Heart Rhythm Society (AHA/ACC/HRS)[14,15].

El documento de consenso de la European Heart Rhythm Association (EHRA) para el COI[16] recoge un mayor número de posibles indicaciones:

- Pacientes con contraindicación para ACO, generalmente por:
    - *a)* Alto riesgo de hemorragia potencialmente mortal o incapacitante, o secundario a una causa intratable, como sangrado intracraneal/intraespinal o sangrado grave gastrointestinal, pulmonar o urogenital.

b) Efectos secundarios graves con antivitamina K o contraindicaciones para los ACOD.

- Pacientes que no cumplen adecuadamente con el tratamiento anticoagulante.
- Otros subgrupos específicos:

a) ACO no eficiente: ictus en un paciente correctamente anticoagulado.

b) Tras un procedimiento de ablación de venas pulmonares en el que también se aísla eléctricamente la orejuela, por el alto riesgo embólico tras este procedimiento.

c) Combinación de ablación de venas pulmonares y COI en el mismo procedimiento.

d) Prevención «primaria primaria»: en pacientes sometidos a cierre percutáneo de una comunicación interauricular, durante el mismo procedimiento, incluso antes de que el paciente desarrolle FA.

4. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE CIERRE DE OREJUELA IZQUIERDA (COI)

PREPARACIÓN PREIMPLANTE[17,18]

Descartar que haya trombo con ecocardiografía transesofágica (ETE) entre 24 y 48 horas antes del procedimiento.

Realizar un buen estudio previo multimodal para garantizar el éxito de la intervención. La tomografía computarizada cardiaca (TC) es una modalidad de imagen no invasiva altamente eficiente para dicha planificación. Permite la adquisición de imágenes isotrópicas y con ello reconstrucciones multiplanares y tridimensionales de elevada calidad. Se debe realizar dentro del mes previo a la intervención.

Controlar la función renal y la coagulación: los ACO deben ser suspendidos 48 horas antes como media (dependiendo de la función renal y tipo de ACO) y administración de HBPM terapéutica hasta 12 horas antes de la intervención.

Además, contará con un estudio preoperatorio de anestesia y se administrará antibiótico profiláctico una hora antes del procedimiento.

PROCEDIMIENTO[17,18,19,20,21,22]

Se realiza bajo anestesia general o sedación profunda que permita una monitorización del procedimiento con ETE.

La vía de acceso es venosa, femoral derecha o izquierda (preferiblemente derecha).

La monitorización de la presión arterial puede ser invasiva o no.

Los pasos del procedimiento se podrían resumir:

1. Punción acceso venoso.
2. Punción transeptal.
3. Heparinización.
4. Canulación de la OI con la vaina de liberación.
5. Inyección de contraste y medidas de la OI.
6. Apertura del dispositivo en la OI.
7. Comprobación del resultado.
8. Liberación del dispositivo.

5. LA PUNCIÓN TRANSEPTAL (PTS)

El procedimiento consiste en atravesar el septo interauricular para acceder desde la aurícula derecha (AD) a la aurícula izquierda (AI) utilizando una aguja de Brockenbrough para la punción.

Tras obtener acceso a la vena femoral, se avanza una guía de 0,032", se retira el introductor femoral y se intercambia por una vaina (Mullins, Fastcath) con su correspondiente dilatador.

El conjunto, junto con la guía, se progresa hasta la vena cava superior. Una vez allí, se retira la guía y se introduce la aguja de Brockenbrough envainada, avanzándola entre 1 y 2 cm dentro de la vaina hasta alcanzar la fosa oval, donde se procede a la punción.

Guiados por ecocardiografía transesofágica (ETE) en proyecciones bicava y eje transverso de la aorta, se selecciona una punción baja y posterior dentro de la fosa oval, un aspecto clave para evitar complicaciones y facilitar el procedimiento. Una punción no óptima puede dificultar significativamente la intervención.

Tras la punción transeptal, se debe administrar heparina, asegurando un manejo riguroso de la anticoagulación.

Habitualmente, la dosis recomendada es de 1 mg/kg de peso o ajustada para alcanzar un tiempo de coagulación activado (ACT) de 250 segundos. Es fundamental realizar controles de ACT cada 30 minutos durante todo el procedimiento para minimizar el riesgo de formación de trombos sobre el catéter.

6. TÉCNICAS DE IMAGEN: ELECCIÓN DEL TAMAÑO DEL DISPOSITIVO

Las tres técnicas de imagen que suelen utilizarse son el TAC, el ETE y la angiografía.

MEDICIÓN DE LA OI POR ETE Y ANGIOGRAFÍAS

Se recomienda evaluar la presión en la AI y administrar líquidos para mantener una presión de la OI > 10 mmHg antes de realizar las mediciones y de esta manera asegurar que la OI tiene una expansión correcta.

El ETE es fundamental a la hora de medir el tamaño de la OI, estudiar su morfología y zona de despliegue.

La angiografía: refuerza los hallazgos del ETE y permite ver los lóbulos posteriores, que en ocasiones no son identificados por ETE. Se suelen hacer dos angiografías con el *pigtail* dentro de la OI: OAD 20 ° / caudal 20% (evaluación de la parte proximal y distal de la OI) y OAD 20 ° / craneal 20-30% (evaluación de la zona de implante, a 10-15 mm del ostium de la OI).

La calibración es muy importante, usando un catéter *pigtail* milimetrado dentro de la OI o la colocación de una bola de 30 mm generalmente en línea axilar media.

Una vez obtenidas las medidas de la OI, se debe decidir el grado de sobredimensión del dispositivo respecto a los diámetros obtenidos. Este proceso es clave en el éxito del procedimiento y depende en muchos casos de la experiencia del operador. En general se recomienda una sobredimensión entre 2 y 4 mm de los diámetros obtenidos. Esta sobredimensión puede ser mayor o menor en función de la morfología de la OI y el grado de esfericidad de esta.

7. TÉCNICA DE IMPLANTE

Una vez realizada la PTS, se avanza guía de 0,032” de alto soporte, con parte distal blanda, posicionándola en vena pulmonar superior izquierda (VPSI).

Tras pasar la vaina a AI, utilizamos un *pigtail* para entrar en OI y hacer las inyecciones selectivas que nos permitan identificar morfología y zona de liberación del dispositivo (*landing zone*), y avanzar la vaina de liberación hasta OI de forma no traumática.

Una vez seleccionado el dispositivo se procede al intercambio para meter la vaina de entrega del dispositivo.

Antes de retirar el *pigtail* y la vaina, se deja en la OI la guía de alto soporte y así, sujetando la guía firmemente, se procede a la introducción de la vaina desde el acceso venoso hasta la orejuela.

En el momento en que tenemos el catéter de liberación en la zona de implante de OI avanzamos el dispositivo hasta la punta del catéter, se rota el catéter antihorario para conseguir que catéter y OI estén coaxiales. Esta maniobra hay que realizarla con cuidado por el riesgo de perforación dado que la pared de la OI es muy fina.

La liberación del dispositivo es una maniobra diferente según el dispositivo. Los dispositivos disponibles en nuestro país tienen la posibilidad de ser recapturados y reposicionados previo a su liberación de acuerdo con los hallazgos obtenidos por ETE.

Finalmente, antes de liberar el dispositivo, comprobación con ETE realizando múltiples proyecciones y medidas que garantizarán el éxito.

Debemos ser metódicos y aplicar los criterios **PASS**:

- **Posición del dispositivo:** comprobaremos que el diámetro máximo está a nivel del ostium de la OI. La referencia de la arteria circunfleja es de gran utilidad.
- **Anclaje:** primero separaremos la vaina del dispositivo y luego tiraremos del dispositivo hacia la vaina, observando que arrastramos dispositivo y OI juntos. Esta maniobra se conoce como *tug-test* (prueba del tirón).
- **Compresión (*size*)** del lóbulo del dispositivo.
- **Sellado:** comprobar la ausencia de fugas.

DISPOSITIVOS

AMPLATZER AMULET®	
Tamaño	16, 18, 20, 22, 25, 28, 31 y 34 mm.
Sistema de liberación	Amplatzer Amulet Delivery de 12Fr, ángulo de 45° x 45° (para dispositivos de 16, 18, 20, 22 y 25 mm). Amplatzer Amulet Delivery de 14Fr, ángulo de 45° x 45° (para tamaños de 28, 31 y 34 mm).
Preparación	• Conectar la válvula hemostática al cargador y comprobar que están bien cerradas las diferentes conexiones. • Avanzar la punta del dispositivo AMULET® hacia el cargador. • Asegurar que el dispositivo está conectado al cable, girando el propio dispositivo en sentido de las agujas del reloj hasta sentir la resistencia. • Realizar varios purgados del sistema con una jeringa de 20 cc o 50 cc, introducir el dispositivo cargador y realizar de nuevo maniobras de purgado con el sistema sumergido en suero heparinizado hasta ver que no salgan burbujas de aire. • Realizar una aspiración de suero heparinizado con la jeringa[23].

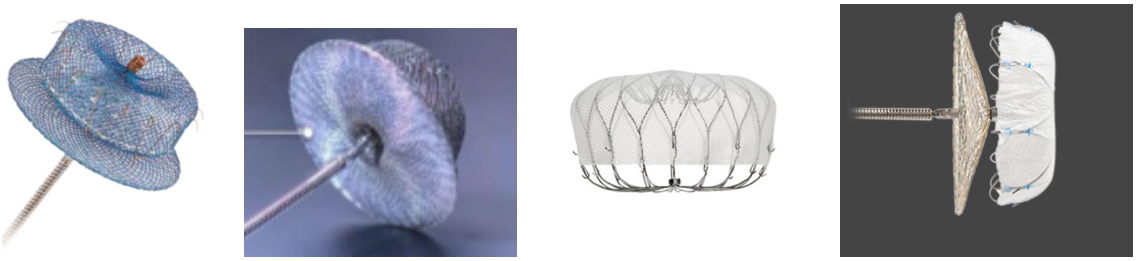
OMEGA®	
Tamaño	14, 16,18, 20, 22, 24, 26, 28 y 30 mm.
Sistema de liberación	Sistema de liberación de 14Fr con doble curva de 45° y 78 cm de longitud. Sistema roscado con posibilidad de reposicionamiento, recaptura y recuperación completa. Cable liberador roscado de 6Fr.

Preparación	• Introducir el dilatador en la vaina de liberación hasta que los conectores se encuentren. Girar el *luer* rotatorio para ajustar. • Conectar el adaptador de descarga con la válvula hemostática al dilatador. • Abrir con cuidado el envase estéril y comprobar que los componentes no estén dañados. No utilizar componentes dañados o doblados. • Retirar el dispositivo del envase. • Si se desea, deslizar el agarrador del cable de liberación hasta el extremo de dicho cable y apretarlo sobre este. • Conectar una válvula hemostática al cargador y girar para ajustar. • Insertar el cable de liberación a través de la válvula hemostática y del cargador y avanzar a través de este. • Conectar el cable de liberación al extremo proximal del dispositivo. • Girar el cable de liberación en sentido horario cuatro vueltas completas o hasta notar resistencia. • Sumergir el dispositivo y el cargador en solución salina estéril para eliminar el aire del dispositivo agitándolo vigorosamente de un lado a otro en la solución salina. • Mientras aún está sumergido, llenar la jeringa de 50 cc con solución salina estéril. Conectar la jeringa a la llave de paso de tres vías de la válvula hemostática y descargar solución salina estéril a través del cargador. • Colocar la llave de paso en tres vías en posición cerrada. Retirar la jeringa. • Mientras aún está sumergido, tirar lentamente del cable de liberación hacia el interior del cargador hasta que el extremo distal del dispositivo quede a ras del extremo distal del cargador[24].

WATCHMAN FLX®	
Tamaño	Cinco tamaños diferentes entre 20 y 35 mm para OI de entre 14 y 32 mm[25].
Sistema de liberación	Vaina de 14Fr de diámetro externo y 12Fr de diámetro interno. Existen distintos tipos de vainas según la orientación de la OI, anterior, una única curva o doble, siendo esta última la de mayor uso. Sistema liberador compuesto por dilatador, bandas radiopacas, válvula de hemostasia y puerto lateral con llave de tres pasos.

Preparación	• Abrir la válvula hemostática (sentido antihorario) y tirar ligeramente hacia atrás del cable para asegurar que el dispositivo esté anclado a este; realineando después el dispositivo con la marca distal. • Purgar hacia atrás tapando la punta con el dedo y con la válvula hemostática abierta, introduciendo una jeringa de suero 50 cc en la llave de tres pasos y en emboladas. • Cerrar la válvula hemostática (sentido horario) y purgar hacia delante de la misma manera que antes. Es recomendable sumergir la punta en suero y dar ligueros golpecitos para así expulsar las burbujas de aire más rápido y eficazmente. También ayuda purgar con pulsos. • Se comprueba que no haya burbujas en el interior con luz si es necesario. Para ayudar y asegurarse de que no hay ninguna burbuja en el interior se puede pasar una gasa seca quitando así las burbujas externas y permitiendo que se aprecie mejor si hay o no en el interior. • Finalmente se realinea el dispositivo con la marca distal, en caso de que se haya movido tras el purgado.

LAMBRE®	
Tamaño	Dispositivos convencionales: tamaño de disco de entre 4 y 6 mm más grande que el lóbulo. Dispositivos especiales: entre 12 y 14 mm más grande que el lóbulo, para aquellas OI multilobales[26].
Sistema de liberación	Catéter de 8 y 10Fr. Sistema de liberación con dos curvas de 45° y 30° y 90 cm de longitud o bien con una sola curva de 45°. Sistema de cable metálico y cargador para enroscar el dispositivo.
Preparación	• Posicionamiento en el extremo distal del catéter. • Se inicia el despliegue del dispositivo y a la vez se va retirando el catéter. • Se mantiene en posición no traumática con las guías distales como forma de paraguas. • Se avanza cable metálico y se libera de forma completa. • Se verifica posición realizando una leve tensión para ver que el disco se separa mínimamente del lóbulo[27].



Amulet® Omega® Watchman FLX® Lambre®

Figura 3

8. COMPLICACIONES

Teniendo en cuenta que el éxito de la implantación del dispositivo es de un 98,5%[28], las complicaciones más frecuentes y por orden de gravedad del cierre OI periprocedimiento son las siguientes:

1. Perforación de la orejuela con el consiguiente derrame pericárdico y taponamiento cardiaco.
2. Embolización del dispositivo. Actualmente los trombos en el dispositivo ocurren entre un 4 y un 8%[29].
3. Complicaciones vasculares.
4. Ictus (menos del 0,5%).
5. Embolia gaseosa (0,3%).

BIBLIOGRAFÍA

1. Kanmantharedy A, Reddy YM, Vallakati A, Earnest MB, Nath J, Ferrell R, Dawn B, Lakkireddy D. *Embryology and Anatomy of the Left Atrial Appendage: Why Does Thrombus Form?* Interv Cardiol Clin. 2014 Apr;3(2):191-202. doi: 10.1016/j.iccl.2013.11.002. Epub 2014 Jan 22. PMID: 28582164.
2. Jeong WK, Choi JH, Son JP, Lee S, Lee MJ, Choe YH, Bang OY. *Volume and morphology of left atrial appendage as determinants of stroke subtype in patients with atrial fibrillation.* Heart Rhythm. 2016 Apr;13(4):820-7. doi: 10.1016/j.hrthm.2015.12.026. Epub 2015 Dec 18. PMID: 26707792.
3. Hindricks G, Potpara T, Dagres N, Arbelo E, Bax JJ, Blomström-Lundqvist C, Boriani G, Castella M, Dan GA, Dilaveris PE, Fauchier L, Filippatos G, Kalman JM, La Meir M, Lane DA, Lebeau JP, Lettino M, Lip GYH, Pinto FJ, Thomas GN, Valgimigli M, Van Gelder IC, Van Putte BP, Watkins CL; ESC Scientific Document Group. *2020 ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation* developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS): The Task Force for the diagnosis and management of atrial fibrillation of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the European Heart Rhythm Association (EHRA) of the ESC. Eur

Heart J. 2021 Feb 1;42(5):373-498. doi: 10.1093/eurheartj/ehaa612. Erratum in: Eur Heart J. 2021 Feb 1;42(5):507. doi: 10.1093/eurheartj/ehaa798. Erratum in: Eur Heart J. 2021 Feb 1;42(5):546-547. doi: 10.1093/eurheartj/ehaa945. Erratum in: Eur Heart J. 2021 Oct 21;42(40):4194. doi: 10.1093/eurheartj/ehab648. PMID: 32860505.

4. Vega Chaves JC. *Protocolo de selección de pacientes para cierre percutáneo de Orejuela Izquierda en forma ambulatoria en contexto de fibrilación atrial con contraindicación para anticoagulación.* Repositorio Internacional de la Universidad

5. Ruiz-Salmerón RJ, Ronquillo-Japón M, Robles-Pérez C, Iglesias-Blanco M, Rubio-Iglesias C, la Borbolla RG de, et al. *Una década de cierre percutáneo de la orejuela izquierda: desde el procedimiento hasta el beneficio a largo plazo.* REC: interventional cardiology [Internet]. 2021;re

6. Ojeda S, Romaguera R, Cruz-González I, Moreno R. *Registro Español de Hemodinámica y Cardiología Intervencionista.* XXIX Informe Oficial de la Sección de Hemodinámica y Cardiología Intervencionista de la Sociedad Española de Cardiología (1990-2019). Rev Esp Cardiol. 2020;73: 927-936.

7. Hwang C, Chen PS. *Ligament of Marshall: why it is important for atrial fibrillation ablation.* Heart Rhythm. 2009 Dec;6(12 Suppl):S35-40. doi: 10.1016/j.hrthm.2009.08.034. PMID: 19959141.

8. Zurrú MC, Fernández G, Balian N, Rossi E, Pappolla A, Maid G. *Morfología de la orejuela auricular izquierda y accidente cerebrovascular cardioembólico.* Neurol Argent [Internet]. 2018 [citado el 9 de diciembre de 2023];10(4):218–24. Disponible en: https://www.elsevier.es/es-revista-neurologia-argentina-301-articulo-morfologia-orejuela-auricular-izquierda-accidente-S1853002818300636.

9. Matsumoto Y, Morino Y, Kumagai A, Hozawa M, Nakamura M, Terayama Y, et al. *Characteristics of anatomy and function of the left atrial appendage and their relationships in patients with cardioembolic stroke: A 3-dimensional transesophageal echocardiography study.* J Stroke Cerebrovasc Dis. 2017;26(3):470-9. doi: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2016.12.014.

10. Freixa X, Martín-Yuste V. Cierre percutáneo de la orejuela izquierda. Revista Española de Cardiología 66 (12): 919-922. ISSN 0300-8932. doi: 10.1016/j.recesp.2013.06.007. Consultado el 20 de noviembre de 2020.

11. DeSimone CV, Prakriti BG, Tri J, Syed F, Sm AN, Asirvatham SJ. *A Review Of The Relevant Embryology, Pathohistology, And Anatomy Of The Left Atrial Appendage For The Invasive Cardiac Electrophysiologist.* J Atr Fibrillation. 2015 Aug 31;8(2):1129. doi: 10.4022/jafib.1129. PMID: 27957182; PMCID: PMC4830433.

12. Di Biase L, Santangeli P, Anselmino M, Mohanty P, Salvetti I, Gili S, Horton R, Sanchez JE, Bai R, Mohanty S, Pump A, Cereceda Brantes M, Gallinghouse GJ, Burkhardt JD, Cesaroni F, Scaglione M, Natale A, Gaita F. *Does the left atrial appendage morphology correlate with the risk of stroke in patients with atrial fibrillation?* Results from a multicenter study. J Am Coll Cardiol. 2012 Aug 7;60(6):531-8. doi: 10.1016/j.jacc.2012.04.032. PMID: 22858289.

13. Pollick C, Taylor D. *Assessment of left atrial appendage function by transesophageal echocardiography. Implications for the development of thrombus.* Circulation. 1991 Jul;84(1):223-31. doi: 10.1161/01.cir.84.1.223. PMID: 2060098.

14. Stöllberger C, Schneider B, Finsterer J. *Elimination of the left atrial appendage to prevent stroke or embolism? Anatomic, physiologic, and pathophysiologic considerations.* Chest. 2003 Dec;124(6):2356-62. doi: 10.1378/chest.124.6.2356. PMID: 14665520.

15. January CT, Wann LS, Calkins H, Chen LY, Cigarroa JE, Cleveland JC Jr, Ellinor PT, Ezekowitz MD, Field ME, Furie KL, Heidenreich PA, Murray KT, Shea JB, Tracy CM, Yancy CW. 2019 AHA/ACC/HRS *Focused Update of the 2014 AHA/ACC/HRS Guideline for the Management of Patients With Atrial Fibrillation*: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines and the Heart

Rhythm Society in Collaboration With the Society of Thoracic Surgeons. Circulation. 2019 Jul 9;140(2):e125-e151. doi: 10.1161/CIR.0000000000000665. Epub 2019 Jan 28. Erratum in: Circulation. 2019 Aug 6;140(6):e285. doi: 10.1161/CIR.0000000000000719. PMID: 30686041.

16. Glikson M, Wolff R, Hindricks G, Mandrola J, Camm AJ, Lip GYH, Fauchier L, Betts TR, Lewalter T, Saw J, Tzikas A, Sternik L, Nietlispach F, Berti S, Sievert H, Bertog S, Meier B; ESC Scientific Document Group. *EHRA/EAPCI expert consensus statement on catheter-based left atrial appendage occlusion - an update*. Europace. 2020 Feb 1;22(2):184. doi: 10.1093/europace/euz258. Epub 2019 Aug 31. PMID: 31504441.
17. Hernández JM, Tena MA, Sadaba R. *Cierre percutáneo de la orejuela izquierda: revisión sistemática de los resultados de seguridad y eficacia.* Elsevier.2018 enero; Vol. 25. Núm. 1.17-23.
18. Black-Maier E, Piccini JP, Granger CB. *Left atrial appendage closure: A therapy uniquely suited for specific populations of patients with atrial fibrillation.* J Cardiovasc Electrophysiol. 2019 Dec;30(12):2968-2976. doi: 10.1111/jce.14182. Epub 2019 Oct 17. PMID: 31520437.
19. Glikson M, Wolff R, Hindricks G, et al. *EHRA/EAPCI expert consensus statement on catheter-based left atrial appendage occlusion —anupdate.* EuroIntervention. 2020;15:1133-1180.
20. Osmancik P, Herman D, Neuzil P, Hala P, Taborsky M, Kala P, Poloczek M, Stasek J, Haman L, Branny M, Chovancik J, Cervinka P, Holy J, Kovarnik T, Zemanek D, Havranek S, Vancura V, Opatrny J, Peichl P, Tousek P, Lekesova V, Jarkovsky J, Novackova M, Benesova K, Widimsky P, Reddy VY; PRAGUE-17 Trial Investigators. *Left Atrial Appendage Closure Versus Direct Oral Anticoagulants in High-Risk Patients With Atrial Fibrillation*. J Am Coll Cardiol. 2020 Jun 30;75(25):3122-3135. doi: 10.1016/j.jacc.2020.04.067. PMID: 32586585.
21. Turagam MK, Osmancik P, Neuzil P, Dukkipati SR, Reddy VY. *Left Atrial Appendage Closure Versus Oral Anticoagulants in Atrial Fibrillation: A Meta-Analysis of Randomized Trials.* J Am Coll Cardiol. 2020 Dec 8;76(23):2795-2797. doi: 10.1016/j.jacc.2020.08.089. PMID: 33272374.
22. Ruiz-Salmerón RJ, Ronquillo-Japón M, Carlos Robles-Pérez, et al. *Una década de cierre percutáneo de la orejuela izquierda: desde el procedimiento hasta el beneficio a largo plazo.* REC Interv Cardiol. 2021;3:112-118.
23. Omega LAA Ocluder, Palex, San Cugat del Vallès, Barcelona,España, Pag 7 y 8.
24. Amplatzer™Amulet™Left Atrial Appendage Occluder www.cardiovascular.abbott
25. Gianni C, Della Rocca DG, Natale A, Horton RP. *Interventional Treatment for Stroke Prevention*. Korean Circ J. 2021 Jan;51(1):1-14. doi: 10.4070/kcj.2020.0416. Erratum in: Korean Circ J. 2021 Jun;51(6):558. doi: 10.4070/kcj.2021.0997. PMID: 33377326; PMCID: PMC7779816.
26. Ahmed A, Bawa D, Kabra R, Pothineni NVK, Darden D, Gopinathannair R, Lakkireddy D. *Left Atrial Appendage Closure with Watchman vs Amulet Devices: Similarities and Differences.* Curr Cardiol Rep. 2023 Sep;25(9):909-915. doi: 10.1007/s11886-023-01913-7. Epub 2023 Aug 16. Erratum in: Curr Cardiol Rep. 2023 Oct;25(10):1389. doi: 10.1007/s11886-023-01958-8. PMID: 37584874.
27. Martín-Moreiras J, Cruz I. *Manual de hemodinámica e intervencionismo cardiaco. Cierre de orejuela izquierda*. Mc Graw Hill; 2022. p.950-973
28. Cruz- González I., González- Calle D. *Cierre percutáneo de la orejuela izquierda: década de evidencias.* REC Interv Cardiol. 2021;3(2): 89-90.
29. Lempereur M, Aminian A, Freixa X, Gafoor S, Kefer J, Tzikas A, Legrand V, Saw J. *Device-associated thrombus formation after left atrial appendage occlusion: A systematic review of events reported with the Watchman, the Amplatzer Cardiac Plug and the Amulet*. Catheter Cardiovasc Interv. 2017 Nov 1;90(5):E111-E121. doi: 10.1002/ccd.26903. Epub 2017 Feb 1. PMID: 28145040.

TEMA 32

CIERRE DE LA COMUNICACIÓN INTERAURICULAR Y FORAMEN OVAL PERMEABLE

Pablo Mouriño Pereiro, Jose R. Lago Quinteiro, Fátima Barral Tafalla

Unidad de Hemodinámica del Complejo Hospitalario
Universitario de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela.

1. INTRODUCCIÓN

La comunicación interauricular (CIA) es una condición congénita caracterizada por un orificio en el septo auricular, afectando el desarrollo estructural del corazón. Es la cardiopatía congénita más frecuente diagnosticada en edad adulta, debido a que los pacientes que la padecen suelen permanecer asintomáticos en las primeras décadas de la vida en adultos (7-10%)[1]. Se clasifica en varios tipos según su ubicación:

- **Tipo ostium secundum:** representa el 80% de las CIA, con el orificio en la fosa oval, en el centro del septo y es la única susceptible de cierre percutáneo.
- **Tipo ostium primum:** ubicado caudalmente en el septo auricular, cerca de las válvulas atrioventriculares, constituye el 15% de las CIA. Puede presentarse como canal atrioventricular, asociado a malformaciones cardiacas y síndrome de Down.
- **Tipo seno venoso:** situado en la porción superior del septo interatrial, cerca de la desembocadura de la vena cava superior, representa el 5% de las CIA, a menudo asociado al drenaje anómalo de venas pulmonares derechas.
- **Tipo seno coronario:** es la menos frecuente de las CIA. Está localizada a nivel del seno coronario y presenta una abertura hacia la aurícula izquierda.

El foramen oval permeable (FOP) es una condición congénita en la que el orificio oval en la pared entre las aurículas del corazón no se cierra completamente después del nacimiento. Este orificio, esencial durante el desarrollo fetal, es un orificio que, durante la vida fetal, permite el paso de la sangre oxigenada de la aurícula derecha a la izquierda. Ello conlleva que los nutrientes procedentes de la placenta y la vena umbilical puedan llegar al organismo del feto. Aunque en muchos casos no causa síntomas, puede asociarse con riesgo de eventos tromboembólicos, como accidentes cerebrovasculares[2]. El FOP es la causa más prevalente de ictus en pacientes menores de 55-60 años, constituyendo casi la mitad de los ictus hasta ese momento llamados criptogénicos[3]. Este defecto del tabique interauricular es una cardiopatía congénita que se halla presente en el 20-34% de la población[4]. Tras el cierre percutáneo, a los seis meses, este es completo en el 95% de los casos (control ecográfico)[5].

2. INDICACIONES PARA EL CIERRE PERCUTÁNEO DE LA CIA

CIA tipo ostium secundum ≤40 mm asociada a datos de sobrecarga de volumen del ventrículo derecho, o a síntomas como embolia paradójica.

3. CONTRAINDICACIONES DEL CIERRE PERCUTÁNEO DE CIA

Asociación con otras malformaciones congénitas cardiacas que requieran cirugía: bordes septales insuficientes, múltiples defectos no aptos para cierre percutáneo, hipertensión arterial pulmonar con *shunt* bidireccional o RVP mayor de cinco unidades de Wood y respuesta inapropiada al test de oclusión con balón, síndrome de Eisenmenger, alergia al níquel.

4. INDICACIONES PARA EL CIERRE DE FOP

Prevención secundaria en ictus, accidente isquémico transitorio (AIT) u otro embolismo sistémico paradójico cortocircuito derecho-izquierdo importante con maniobra de Valsalva, migrañas con aura, síndrome de platipnea-ortodesoxia, enfermedad por descompresión en submarinismo[6,7].

5. CONTRAINDICACIONES DEL CIERRE DE FOP

Pacientes que no puedan tomar anticoagulantes, pacientes que tengan una infección activa, pacientes que tengan coágulos en el corazón[6,7].

6. CIERRE DE CIA

En la actualidad existen varios tipos de técnicas para el cierre de CIA y FOP, como los sistemas de doble disco, dispositivos metálicos insertados, etc.

6.1 SISTEMA DE DOBLE DISCO

6.1.1 Material

- Equipo estándar estéril.
- Suero salino heparinizado.
- Anestésico local.
- Caja de instrumental.

- Sistema de cierre venoso.
- Seda.
- Ecógrafo.
- Equipo de anestesia.
- Introductores.
- Catéter angiográfico.
- Guía 0,035 x 150 cm “J”.
- Guía 0,035 x 260 cm “J”.
- Suero heparinizado presurizado.
- Balón dimensionador.
- Lazos de gran tamaño.
- **Sistema de liberación.** (Vaina de liberación, con adaptador para liberar el dispositivo, dilatador, llave hemostática, dispositivo de carga, tornillo rotador, cable de liberación y prótesis septal).

6.1.2 Técnica

La técnica de implantación consta de tres tiempos:

1. Ecocardiografía, bien sea transesofágica o intravascular para valorar el tamaño y consistencia de los bordes de la comunicación **(Figura 1)**.
2. Medición de la CIA por ecografía y radioscopia mediante el inflado de catéter balón dimensionador al igual que comprobar efecto hemodinámico tras cierre de la CIA **(Figura 2)**.
3. Despliegue del disco auricular izquierdo, correcta aposición de este al tabique interauricular y despliegue del disco auricular derecho **(Figura 2)**.

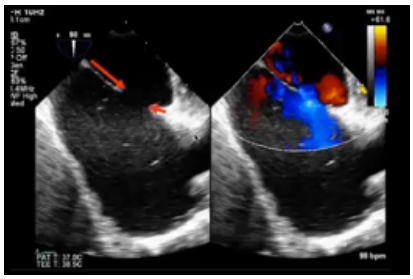


Figura 1

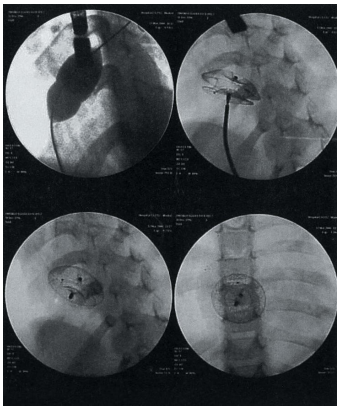


Figura 2

Bajo anestesia general, con intubación endotraqueal si el procedimiento se realiza con apoyo de ecografía transesofágica o con sedación ligera; si es con ecografía endovascular (hoy en día en algún hospital se realiza el procedimiento con sedación y sonda transesofágica pediátrica) se realiza la preparación del campo, preparando el acceso vascular femoral por ambas ingles.

Posteriormente y tras la administración de anestesia local, se procede a obtener el acceso vascular a través de la vena femoral derecha o izquierda. En el caso de usar ecocardiografía endovascular serían necesarios los dos accesos.

Actualmente no se hace necesario realizar ningún estudio de cateterismo derecho previo al cierre, pues los pacientes son previamente estudiados con pruebas de imagen que hacen innecesario este paso. Si aun así se precisara estudiar la hemodinámica o realizar algún tipo de angiografía, sería necesario la obtención de algún acceso arterial a mayores femoral o radial.

Al inicio del cateterismo se administran 100 U/kg de peso (hasta un máximo de 5.000 UI) de heparina y una primera dosis de profilaxis antibiótica, si el paciente no tiene alergias, manteniéndose la heparinización y la profilaxis antibiótica en las siguientes 24 horas. El ACT recomendado durante el procedimiento es de más de 200 segundos.

Por el acceso femoral contrario al seleccionado para el implante de la prótesis, y a través de un introductor 8F, se colocará la sonda del eco intracavitario en caso de ser usada. Por el acceso femoral principal (normalmente el derecho) se sube el catéter multipropósito (MPA) montado sobre una guía 0,035 x 150 “J”, hasta llegar a la aurícula izquierda (AI) a través de la CIA. Si el catéter no fuera de ayuda, se puede tener la necesidad de usar algún otro tipo JR 4 **(Figura 3)**.

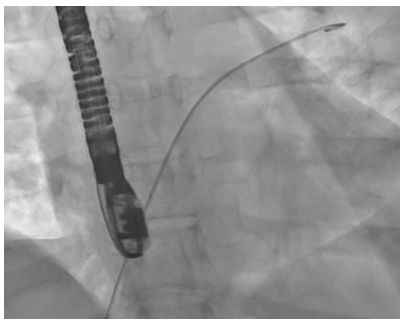


Figura 3

Una vez alcanzada la AI, se comprueba su ubicación mediante ecografía y radioscopia.

Una vez progresado el catéter angiográfico hasta la AI, se sustituye la 0,035 x 150 “J” por una guía de alto soporte 0,035 x 260 “J”, quedando esta alojada en una vena pulmonar izquierda.

Posteriormente se retira el catéter y el introductor venoso femoral, y se sustituye por el balón dimensionador para proceder a la medición del diámetro de la CIA.

Este balón se insertará sobre la guía (sin introductor) y quedará cabalgando entre las dos aurículas cerrando la CIA con la inserción por su interior de un volumen de 60 ml de una mezcla de contraste y suero muy diluido.

Esto nos servirá por una parte para valorar el tamaño de la CIA y por otra para valorar las posibles fugas residuales posimplante.

Tras las mediciones *in situ* se procede a seleccionar el tamaño de la prótesis, cuyo diámetro será de igual tamaño o ligeramente superior sin que supere las 1,5 veces.

Ya en la mesa quirúrgica se irá preparando la vaina con el dilatador con un purgado estricto, y acto seguido será conducida a la AI sobre la guía de alto soporte cuyo extremo distal permanece en alguna vena izquierda de la AI. Una vez conducida hasta la AI, se retira el dilatador y la guía **(Figuras 4, 5 y 6)**.

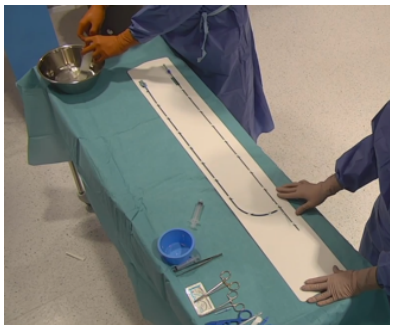


Figura 4

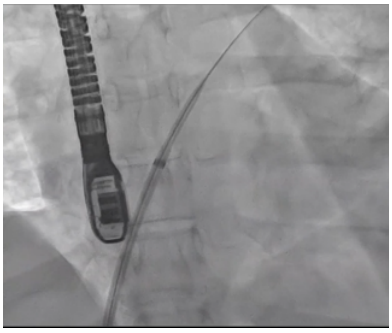


Figura 5

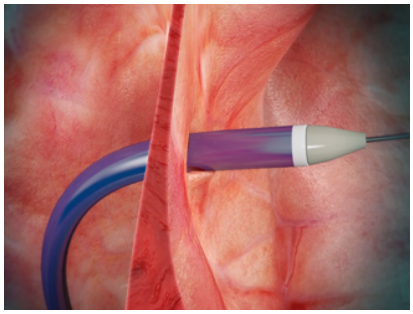


Figura 6

De nuevo en la mesa quirúrgica se inicia la preparación del sistema de liberación con la prótesis seleccionada y atornillada en su extremo distal con giros horarios (cinco vueltas) e introduciéndola en el cargador varias veces con el sistema totalmente sumergido en solución salina para proceder a la eliminación de todas las burbujas de aire que pudiera contener el dispositivo y el cargador **(Figuras 7 y 8).**

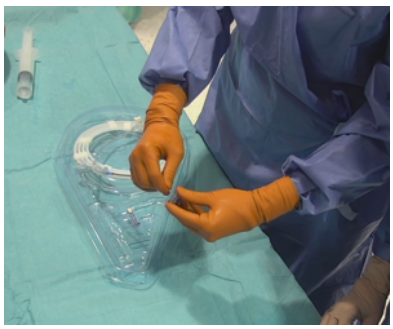


Figura 7

Figura 8



Una vez que el dispositivo está en el interior del cargador y con la válvula proximal cerrada, este se conectará a la vaina a través del *luer* giratorio y se iniciará una perfusión continua de suero fisiológico heparinizado para su lavado continuo **(Figura 9)**.

A continuación, se hace avanzar el cable de liberación y el dispositivo a través de la vaina introductora hasta que el dispositivo llega a la punta, pero solo empujando sin girar el cable de liberación.

La técnica de liberación consiste en mantener el cable estable mientras se retira la vaina hasta que sobresalga el primer disco (el alojado en la parte izquierda del tabique), y parte de la cintura, todo ello comprobado por radioscopia y ecocardiografía **(Figura 10)**.

Manteniendo tensión de retracción sobre el cable se continua con la retirada de la vaina hasta 5-10 cm para desplegar el disco derecho **(Figura 11)**.

Una vez desplegada la prótesis en su totalidad **(Figura 12)**, se recomienda realizar unas maniobras de seguridad realizando movimientos de tracción hacia delante y hacia atrás para comprobar que la prótesis está perfectamente anclada **(Figuras 13 y 14)**.

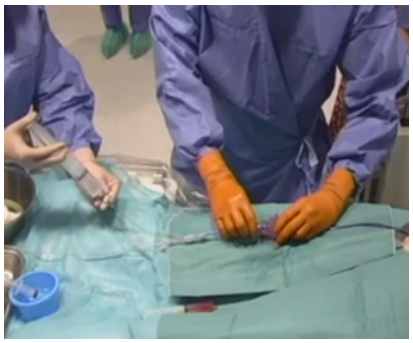


Figura 9

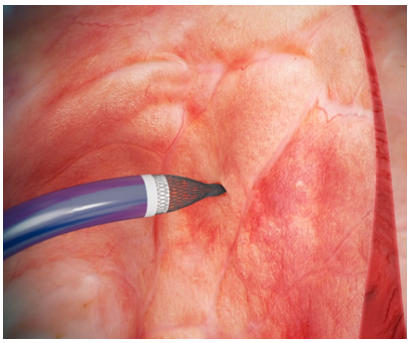


Figura 10

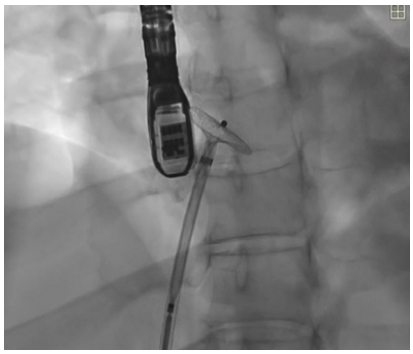


Figura 11

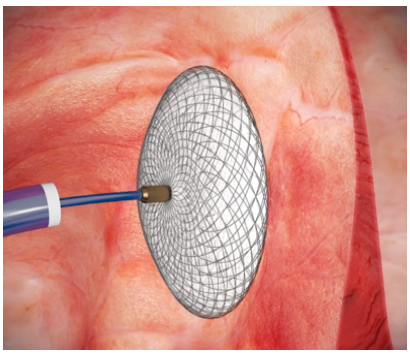


Figura 12

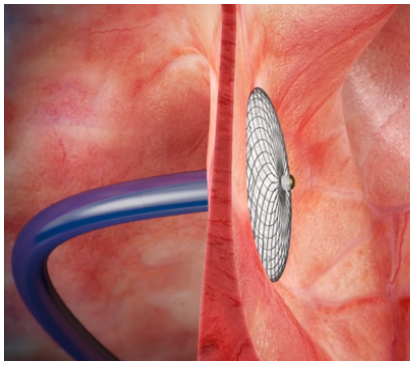


Figura 13



Figura 14

Comprobado todo, posición y anclaje, se procede a su total liberación girando el tornillo de plástico en sentido contrario a las agujas del reloj, realizando esta maniobra con tensión en el cable para evitar el efecto latigazo y que pueda provocar una dislocación de la prótesis **(Figura 15)**.

Una vez realizadas las últimas comprobaciones con la prótesis ya totalmente liberada, se procede a la retirada de las vainas y al cierre de los accesos, bien sea con técnica de cierre tipo Proglide® o con seda en forma de 8 **(Figuras 16 y 17)**. Si el paciente se ha sometido a anestesia general, el anestesista llevará a cabo la extubación, y la decisión de trasladarlo a alguna sala de recuperación posanestésica.



Figura 15

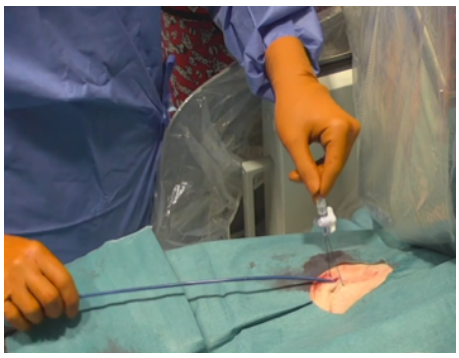


Figura 16



Figura 17

6.2 CIERRE DE FOP

Es un dispositivo autoexpandible de características similares a la prótesis de CIA (el disco izquierdo y menor o igual que el derecho y están unidos por un eje).

El material y el sistema utilizados es el mismo salvo en dos cuestiones:

1. No se utiliza el balón dimensionador para la medición, pues aquí el dato de interés es la morfología y longitud del foramen.
2. La prótesis. Son distintas (suele haber solo tres medidas), pues en estos casos lo que marca la medida es la forma y longitud del canal, no su diámetro, excepto en aquellos FOP muy grandes que pueden requerir para su cierre el uso de prótesis tipo CIA.

7. COMPLICACIONES EN CIERRES CIA Y FOP

Como en cualquier procedimiento, existen riesgos, aunque la técnica es bastante segura cuando la realizan operadores experimentados. Con la técnica de dispositivos metálicos implantados, las complicaciones graves son muy raras, y se considera que algunas se atribuyen a defectos de diseño específicos en dispositivos de generaciones anteriores[8].

Las complicaciones son inferiores al 3%, tales como embolismo aéreo, elevaciones transitorias del ST, accidente isquémico transitorio, desplazamiento del dispositivo y derivación residual grande[9].

El Estudio CLOSE concluyó que el cierre del FOP más antiagregación reduce el riesgo de recurrencia de ACV, pero con mayor riesgo de fibrilación auricular. En el Estudio RESPECT hubo más casos de ACV isquémico en pacientes con terapia médica que en los de cierre de FOP, pero más tromboembolismo venoso en los de cierre, incluyendo embolia pulmonar y trombosis venosa profunda. El Estudio REDUCE concluye que el riesgo de ACV isquémico recurrente es menor entre los pacientes de cierre de FOP con terapia antiplaquetaria que en los que solo tenían tratamiento antiplaquetario, pero con mayores tasas de complicaciones del dispositivo y fibrilación auricular en los de cierre de FOP.

La lesión vascular en la zona del acceso es relativamente común, aunque en pocas ocasiones requirió intervención quirúrgica. Existe riesgo de entumecimiento temporal o debilidad durante las primeras horas, hematomas o pseudoaneurisma, incluyendo pérdida de sangre que requiere transfusión, hemólisis, infección o fístula arteriovenosa.

OTRAS POSIBLES COMPLICACIONES INCLUYEN:

Lesión del plexo braquial, disección, daño o insuficiencia valvular, endocarditis o fiebre. Embolia gaseosa, perforación cardiaca o de vasos sanguíneos (0,1-0,3%) o fractura del dispositivo. Alteraciones del ritmo como la fibrilación auricular, que suele ser autolimitada. Coágulo/s en corazón, pulmón o miembro inferior o episodio tromboembólico. Acumulación de sangre o líquido en el pericardio o taponamiento cardiaco. Reacción adversa a la anestesia, al contraste u otros fármacos administrados durante el procedimiento o a algún componente de los materiales utilizados o del dispositivo implantado: nitinol (níquel, titanio), platino/iridio, acero inoxidable (cromo, hierro, manganeso, molibdeno y níquel). Complicaciones derivadas de la técnica de ETE. Dolor de cabeza/migraña o hipertensión/hipotensión. Pérdida del pulso periférico. Lesión del nervio frénico. Cortocircuito residual. Apnea. Muerte.

8. CUIDADOS DE ENFERMERÍA ANTES DEL CIERRE DE CIA Y FOP

Antes de someterse al procedimiento de cierre de CIA o FOP, es necesario verificar la *checklist* previa. Los datos por verificar serán:

Comprobar: identidad de paciente, firmas en consentimientos informados, última analítica realizada, tratamiento prescrito, antecedentes de alergias/intolerancias alimentarias o medicamentosas, retirada de prótesis dental u otras prótesis removibles. Confirmar ayunas de 6-8 horas, verificar ECG de 12 derivaciones. Una vez dentro de sala de intervención: preparación del paciente, acomodación y sujeción. Monitorización. Verificar permeabilidad de vías venosas o canalización si fuese necesario. Comprobar la correcta preparación de la piel en ambas ingles, así como un rasurado suficiente si procede. Desinfección de las ingles y cobertura con campos estériles. Preparación y manipulación de los materiales necesarios para desarrollar la técnica garantizando la asepsia. Administración de premedicación (si procede) y de antibioterapia profiláctica.

9. CUIDADOS DE ENFERMERÍA DURANTE EL CIERRE DE CIA Y FOP

Durante el cierre de CIA y FOP, los cuidados de enfermería incluyen la instrumentación de la técnica, asegurando que todos los procedimientos se realicen correctamente. Es fundamental mantener una vigilancia respiratoria constante para garantizar que el paciente no presente dificultades respiratorias. Asimismo, se debe realizar un seguimiento hemodinámico, monitoreando los signos vitales y el estado cardiovascular del paciente. La vigilancia neurológica también es crucial para detectar cualquier alteración en el sistema nervioso central. Además, es necesario realizar una valoración continua de la sedación y analgesia; en caso de que se utilice anestesia general, será el anestesista el encargado de estos cuidados. Finalmente, se debe llevar a cabo un control estricto del nivel de anticoagulación para prevenir complicaciones durante el procedimiento.

10. CUIDADOS DE ENFERMERÍA POSCIERRE DE CIA Y FOP

Se debe realizar una vigilancia constante del nivel de consciencia del paciente, evaluando su estado neurológico. Además, es importante valorar el nivel de dolor o ansiedad, administrando los fármacos necesarios si es indicado, y proporcionando apoyo e información adecuada. La vigilancia hemodinámica también debe mantenerse, monitoreando los signos vitales. Se procederá a la valoración o administración de anticoagulación o a su reversión, según corresponda. Es crucial realizar un seguimiento de la hemostasia en la zona de intervención, descartando cualquier sangrado o hematomas. En cuanto a las extremidades afectadas, se debe mantener reposo absoluto, controlando los pulsos distales para asegurarse de que la circulación no se vea comprometida. Además, se valorará la primera micción posprocedimiento, y si es necesario, se realizará un sondaje vesical. Es importante valorar la tolerancia oral a líquidos. Finalmente, se proporcionará información al paciente sobre los cuidados que deberá seguir al alta, como evitar ejercicios violentos durante un año, tomar la medicación prescrita al alta, y la necesidad de profilaxis antibiótica ante intervenciones o extracciones odontológicas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Martín Moreiras J, Cruz Gonzalez I. *Manual de hemodinámica e intervencionismo cardiaco.* Capítulo 49, 903-934. 2022.
2. Jurado-Román A. *Foramen oval permeable: ¿está justificado el cierre percutáneo?* Cardiocore. enero de 2013;48(1):25-30.
3. Martín Mañero C, Medina Durán P, Morales Delgado N, Martín Rioboó E. *Foramen oval permeable. Una actualización para atención primaria.* Medicina de Familia SEMERGEN. abril de 2021;47(3):189-96.
4. García Borges N, Bermúdez García A, Martín Domínguez MÁ. *Migración de dispositivo Amplatzer.* Cirugía Cardiovascular. septiembre de 2017;24(5):320-3.
5. Collado FMS, Poulin M, Murphy JJ, Jneid H, Kavinsky CJ. *Patent Foramen Ovale Closure for Stroke Prevention and Other Disorders.* JAHA. 19 de junio de 2018;7(12):e007146.
6. Alvarado JM, et al. "*Technological Advances in Percutaneous Closure Devices for Patent Foramen Ovale and Atrial Septal Defects.*" Journal of the American College of Cardiology: Cardiovascular Interventions. 2023;16(1):50-62.
7. Williams J, et al. *"Percutaneous Closure of Patent Foramen Ovale: Current Indications and Future Directions."* Cardiology Clinics. 2023;41(1):1-10.
8. Donato G, et al. *"Percutaneous Closure of Atrial Septal Defects: Review of Techniques and Outcomes."* European Heart Journal – Cardiovascular Interventions. 2023;14(9):891-902.
9. Alcántara-Carmona S, Valdivia De La Fuente M, Pérez-Redondo M, Balandín-Moreno B, Villanueva-Fernández H, Ortega-López A. *Perforación cardiaca tardía tras el cierre percutáneo de un foramen oval permeable.* Medicina Intensiva. agosto de 2016;40(6):389-90.

TEMA 33

CIERRE PERCUTÁNEO DE COMUNICACIÓN INTERVENTRICULAR (CIV)

María del Moral de la Flor, Raúl Méndez Castillo, David López García, María José Morales Vicente

Unidad de hemodinámica, Hospital Clínico San Carlos. Madrid.

1. INTRODUCCIÓN

La comunicación interventricular (CIV) es una discontinuidad en el tabique interventricular que puede encontrarse en cualquier punto de este, ser único o múltiple y con tamaño y forma variable. Pueden presentarse aisladas o formando parte de otras cardiopatías más complejas y ser congénita o adquirida[1].

En este capítulo nos centraremos en las CIV adquiridas, que suelen aparecer como complicación tras un infarto agudo de miocardio (IAM) no reperfundido que desarrolla necrosis transmural[2]. Es una complicación mecánica poco frecuente, cuya incidencia ha disminuido (1-3% a 0,1-0,3%) gracias a la revascularización percutánea. Aparece habitualmente a los 3-5 días del infarto, aunque puede hacerlo en las primeras 24 h. Las CIV pos-IAM suelen ser únicas y su localización dependerá del vaso responsable[2].

En el IAM anterior, la CIV suele ser apical, de trayecto simple, mientras que en el IAM inferior suele ser basal, amplia, de trayecto tortuoso y no restrictiva, con peor pronóstico por presentar mayor *shunt* y afectación ventricular derecha.

El tratamiento definitivo es la reparación quirúrgica, que tiene una alta tasa de mortalidad (hasta el 40%). El momento óptimo de la cirugía es controvertido: las guías de práctica clínica recomiendan cirugía urgente, aunque en centros experimentados se realiza diferida, cuando la aparición del tejido cicatricial permite una buena sutura[3].

El cierre percutáneo puede ser una alternativa para los pacientes de riesgo alto o como puente para la cirugía, aunque no todos los pacientes son candidatos por los bordes irregulares o el tejido friable de la CIV.

El ecocardiograma es la técnica diagnóstica principal ante la sospecha clínica de CIV. El ecocardiograma transesofágico (ETE) es necesario en la valoración previa al cierre percutáneo y como guía durante dicho procedimiento[1,2,4].

2. INDICACIONES

El cierre percutáneo de CIV está indicado en:

Pacientes con CIV residual, muy mal acceso para el cierre quirúrgico[1] o que presentan dilataciones o disfunción ventricular, hipertensión pulmonar con Qp/Qs >1,5:1 valvulopatías o endocarditis previa[2,5].

CIV musculares cuya localización sea lo más central posible en el septo interventricular y CIV perimembranosas en casos seleccionados pues existe mayor riesgo de defectos en la conducción[1,6].

Es importante en la selección de estos pacientes para el tratamiento percutáneo tener en cuenta las estructuras adyacentes para evitar dañarlas[6].

Los factores favorables para la técnica percutánea son: defecto simple, de tamaño menor a 24 mm y bordes suficientes[7].

En CIV pos-IAM se realiza el cierre percutáneo en casos seleccionados que presentan características más favorables, tamaño <15 mm y CIV septoanterior medioapical[2].

Está contraindicado el cierre de CIV con nivel de evidencia IIIC según guía de práctica clínica en pacientes con fisiología de Eisenmenger o HAP grave que sufran desaturación durante el ejercicio[1,2]. También el tratamiento percutáneo si el trayecto de la CIV es cónico[6], el tamaño del defecto sea mayor a 35 mm, distancia menor a 4 mm de las válvulas adyacentes[8] y cercanía a nodo auriculoventricular por alto riesgo de bloqueo[9].

3. DESCRIPCIÓN Y PREPARACIÓN DEL MATERIAL

El acceso vascular será arterial o venoso según el tipo de técnica (retrógrada o anterógrada) y dispositivo que se use para la realización de la técnica[6], se debe tener en cuenta el tamaño de la vaina del dispositivo.

Se usa un catéter *pigtail* para la realización de angiografías previas para definir tipo y tamaño del defecto y valoración posterior.

Los dispositivos son autoexpandibles y recapturables para poder asegurar la correcta colocación de este respecto al defecto y a las estructuras adyacentes, y evitar así daños estructurales o de conducción. Existen dispositivos con estructura diferente según tipo de defecto siendo la más común la morfología de doble disco.

TABLA 1.

	AMPLATZER VSD[1]	NIT-OCCLUD LÊ VSD COIL[2]	CERA VSD[3]	KONAR-MF VSD OCCLUDER[4]	OCCLUTECH VSD OCCLUDERS[5]
	Abbott	Pum Medical	Lifetech	Lifetech	Occlutech
Tipos	Muscular P.I Muscular Membranous	PDA (tipo coil)	Membranoso simétrico y asimétrico Muscular	KONAR - MF	mVSD PmVSD
Material	Nitinol y poliester	Coil con fibras de poliéster	Nitinol y titanium Nitride	Nitinol y titanium Nitride	Nitinol y PET

Forma	Doble disco	Coil	Doble disco	Doble disco	Doble disco
Vaina	Vaina 6-13Fr	Vaina 6-7Fr	Vaina 5-12Fr	Vaina 4-7Fr	Vaina 6-11Fr
Indicación	Muscular y perimembranoso	Muscular y perimembranoso	Muscular y perimembranoso	Muscular y perimembranoso	Muscular y perimembranoso
Tamaños disco	9-34 mm	8-16 mm	8-31,6 mm	10-18 mm	10-28 mm
Tamaño cintura	4-24 mm	No cintura	4-24 mm	3-14 mm	4-20 mm

- Manual especificaciones Amplatzer Muscular VSD Occluder y P.I. Muscular VSD Occluder[1] distribuido por Abbott.
- Manual especificaciones de sistema oclusor VSD Nit-Occlud Lê VSD[2] distribuido por pfmmedical.
- Manual especificaciones de Cera Membrance VSD Occluder simétrico y asimétrico y Cera Muscular VSD Occluder[3] distribuido por LifeTech.
- Manual especificaciones de Konar-MF VSD Occluder[4] distribuido por LifeTech.
- Manual especificaciones de Occlutech VSD Occluders[5] distribuido por Occlutech.

4. DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

El procedimiento puede realizarse bajo anestesia general o bajo sedación, dependiendo de la situación basal del paciente, complejidad o si se va a usar en el procedimiento ecografía transesofágica (ETE)[1].

Se debe administrar profilaxis antibiótica antes del procedimiento.

Después de administrar la anestesia local en las zonas de punción, se canaliza una arteria femoral y una vena femoral o yugular, mediante técnica de Seldinger.

Una vez canalizados los accesos, se administra la dosis de heparina sódica según peso del paciente.

Mediante la realización de ETE, se toman y se confirman medidas para la selección del tamaño de introductor y dispositivo oclusor idóneo para el tratamiento del defecto.

A través de la arteria femoral se introduce un catéter Judkins derecho (JR), mamario (IM) o multipropósito (MULTI) y una guía hidrofílica de 260 cm, para realizar el cruce de la comunicación interventricular (CIV) de izquierda a derecha, pudiendo alojar la guía a nivel de la arteria pulmonar[9].

A través del acceso venoso, se introduce un lazo tipo Goose Neck Snare de 15 o 20 mm, con el que capturaremos la guía hidrofílica, anteriormente introducida, con el propósito de realizar un *loop* o circuito venoso-arterial[10].

Realizado el circuito, a través del acceso venoso y sobre la guía se introduce el sistema de liberación (vaina y dilatador) y se pasa al ventrículo izquierdo a través del defecto.

Una vez en el ventrículo izquierdo, se procede a retirar el dilatador del sistema y se realiza una inyección de contraste a través de la vaina liberadora para la identificación

de la CIV. Identificado el defecto, se procede a la retirada de la guía e introduciremos el dispositivo a través de la vaina[11].

Además, es posible utilizar un catéter *pigtail* introducido a través del acceso arterial y alojarlo en el ventrículo izquierdo (VI) para realizar inyección de contraste y facilitar la liberación del dispositivo.

Posteriormente se progresa el dispositivo a través de la vaina hasta abrir el disco del ventrículo izquierdo y se va retirando hasta que toque con el septo.

En este paso se comprueba mediante ETE y con inyección de contraste que la posición del dispositivo es la idónea.

De ser así, se procedería a liberarlo mediante el sistema de liberación, rotando el cable liberador del dispositivo en sentido antihorario, para facilitar la apertura del conector y disco del ventrículo derecho.

Si no fuera correcta la posición del dispositivo, procederíamos a capturarlo, estabilizándolo mediante el cable liberador del dispositivo y la vaina para recogerlo de forma completa y retirarlo si fuera preciso.

Se vuelve a realizar una comprobación a través de ETE, del correcto posicionamiento del dispositivo ya abierto y la ausencia de posibles interferencias con la válvula adyacentes.

Para finalizar el procedimiento se realiza una ventriculografía izquierda de control, se retiraría la vaina liberadora, el catéter *pigtail* del VI y se cerrarían los accesos vasculares.

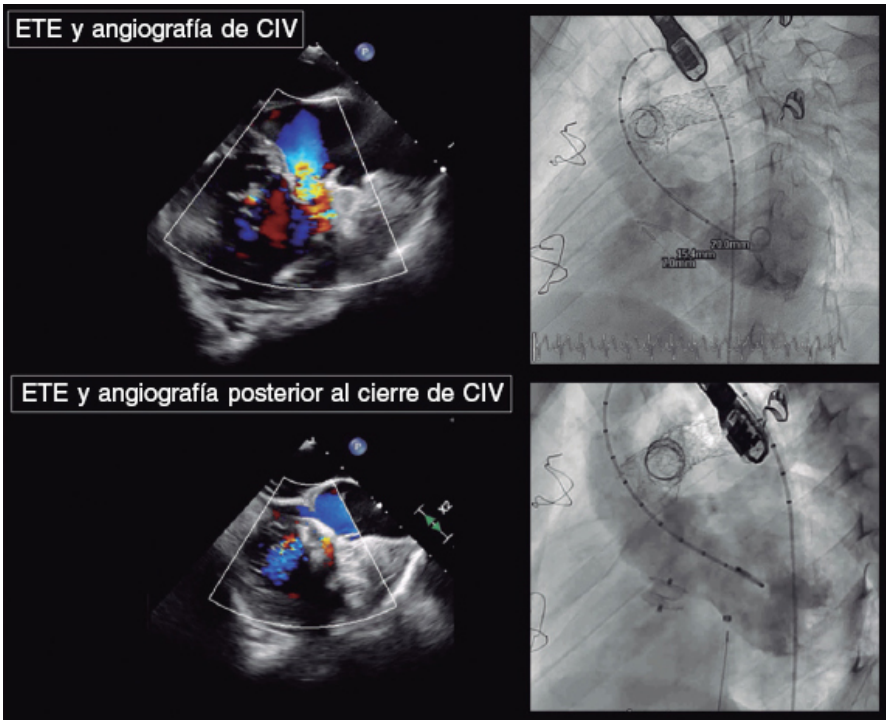


Figura 1. ETE. Cierre percutáneo de comunicación interventricular. Recintervcardiol.org[10].

5. COMPLICACIONES

Las complicaciones más habituales pueden ser hemorrágicas de la zona de punción, persistencia de un *shunt* residual, interferencias con válvulas adyacentes, alteraciones con el sistema de conducción.

También pueden darse complicaciones en el manejo del dispositivo y catéteres que puedan derivar en embolismo aéreo, trombosis del dispositivo, perforación de las cavidades o embolización del dispositivo.

Además, existen otro tipo de complicaciones para tener en cuenta, como el tamaño insuficiente de los discos para el defecto a tratar o la endotelización tardía, lo que conlleva la persistencia del *shunt*.

6. CUIDADOS DE ENFERMERÍA

CUIDADOS PREPROCEDIMIENTO

Dado que los pacientes que requieren el cierre de una comunicación interventricular (CIV) suelen presentar sobrecarga del ventrículo izquierdo (VI) y, en ocasiones, insuficiencia aórtica (IA), es fundamental conocer su estado basal antes de su ingreso al laboratorio de hemodinámica[1]. Esto nos permitirá identificar rápidamente cualquier cambio que requiera una respuesta del personal para detectar y prevenir complicaciones.

Es importante verificar que el paciente haya recibido la dosis profiláctica de antibiótico antes del procedimiento; en caso contrario, se administrará antes de comenzar[1]. Además, palparemos los pulsos arteriales dorsales de ambos pies y los marcaremos para poder reconocer cualquier cambio posterior al procedimiento[12].

CUIDADOS INTRAPROCEDIMIENTO

La sobrecarga del VI puede disminuir el gasto cardiaco y provocar disnea. Por lo tanto, vigilaremos la frecuencia, ritmo, profundidad y esfuerzo de las respiraciones[1,13]. Aunque es poco frecuente, existe la posibilidad de que el paciente desarrolle arritmias durante el procedimiento; por ello, es crucial registrar y notificar cualquier cambio electrocardiográfico que se presente[14,15,16].

Es necesario comprobar la integridad del dispositivo para detectar posibles defectos de fabricación antes de su inserción en el corazón del paciente. Esto ayudará a evitar la embolización y el daño a las estructuras cardiacas[1].

El procedimiento se realiza bajo sedación o anestesia general, por lo que debemos estar atentos a cualquier movimiento o gesto que pueda indicar incomodidad o dolor mientras el paciente se encuentre en este estado[13].

CUIDADOS POSPROCEDIMIENTO

Evaluaremos la mucosa oral del paciente y cualquier posible daño causado por los movimientos del ecógrafo transesofágico (ETE) y el tubo traqueal durante el procedimiento.

También vigilaremos la aparición de náuseas tras la retirada de la sonda del ecógrafo y el tubo traqueal para evitar que el paciente se aspire. Puede ser necesario aspirar al paciente o administrar medicación antiemética[13].

Dada la posibilidad de que el paciente desarrolle bloqueo AV completo tras el procedimiento habremos de monitorizarle mediante telemetría[14,15].

Finalmente, revisaremos los puntos de acceso del paciente, asegurándonos de que el método de hemostasia sea efectivo, que no haya signos de sangrado y que los pulsos sigan conservados[12,13].

BIBLIOGRAFÍA

1. Baumgartner et al. *Guía ESC 2020 para el tratamiento de las cardiopatías congénitas del adulto.* Grupo de Trabajo sobre el tratamiento de las cardiopatías congénitas del adulto de la Socidad Europea de Cardiología (ESC). Respaldado por: Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC), International Society for Adult Congenital Heart Disease (ISACHD). Revista Española de Cardiología. 2021; 74(5): 436.e1–436. https://doi.org/10.1016/j.recesp.2020.10.023.
2. Martin Moreiras J, Cruz González I. *Manual de hemodinámica e Intervencionismo Cardiaco*. 3ª Edición. Madrid.Mc Graw Hill.2022. p.928-93.
3. Ronco D, Matteucci M, Kowalewski M, De Bonis M, Formica F, Jiritano F, Fina D, Folliguet T, Bonaros N, Russo CF, Sponga S, Vendramin I, De Vincentiis C, Ranucci M, Suwalski P, Falcetta G, Fischlein T, Troise G, Villa E, Dato GA, Carrozzini M, Serraino GF, Shah SH, Scrofani R, Fiore A, Kalisnik JM, D'Alessandro S, Lodo V, Kowalówka AR, Deja MA, Almobayedh S, Massimi G, Thielmann M, Meyns B, Khouqeer FA, Al-Attar N, Pozzi M, Obadia JF, Boeken U, Kalampokas N, Fino C, Simon C, Naito S, Beghi C, Lorusso R. *Surgical Treatment of Postinfarction Ventricular Septal Rupture*. JAMA Netw Open. 2021 Oct 1;4(10):e2128309. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2021.28309. PMID: 34668946; PMCID: PMC8529403.
4. Eiriz Parra MM, Arbas Redondo E. *Ruptura del septum interventricular post-infarto.* Rev Ecocardiogr Pract Otras Tec Imag Card (RETIC) [Internet]. 24 de abril de 2024 [citado 21 de enero de 2025];7(1):15-9. Disponible en: https://imagenretic.org/RevEcocarPract/article/view/631
5. Harsimran S. Singh, Lee N. Benson, Mark Osten, Eric Horlick. *Cardiac Catheterization in Adult Congenital Heart Disease* En: Michael A. Gatzoulis, Gary D. Webb and Piers E.F. Daubeney. Diagnosis and Management of Adult Congenital Heart Disease. Philadelphia: Elseiver; 2018, p. 111-15.
6. Turner ME, Bouhout I, Petit CJ, Kalfa D. *Transcatheter Closure of Atrial and Ventricular Septal Defects:* JACC Focus Seminar. J Am Coll Cardiol. 2022 Jun 7;79(22):2247-2258. doi: 10.1016/j.jacc.2021.08.082. PMID: 35654496.
7. Cadogan D, Daghem M, Snosi M, Williams LK, Weir-McCall J, Calvert PA, Giblett JP. *Percutaneous Transcatheter Closure of Post-infarction Ventricular Septal Defect: An Alternative to Surgical Intervention*. Interv Cardiol. 2023 May 26;18: e19. doi: 10.15420/icr.2023.01. PMID: 37435604; PMCID: PMC10331564.

8. Christian Spies, Qi-Ling Cao, Ziyad M. Hijazi, *Transcatheter closure of congenital and acquired septal defects*, European Heart Journal Supplements, Volume 12, Issue suppl_E, September 2010, Pages E24–E34, https://doi.org/10.1093/eurheartj/suq006.
9. Elman G. *Frantz Catheter-Based Therapies for Adult Congenital Heart Disease* en: Stouffer GA, Marschall Stevens Runge, Patterson C, Rossi JS. Netter's Cardiology. Netter's Cardiology. Philadelphia: Elseiver 2019 p. 361-368.
10. Lock JE, Block PC, McKay RG, Baim DS, Keane JF. *Transcatheter closure of ventricular septal defects.* Circulation. 1988 Aug;78(2):361-8. doi: 10.1161/01.cir.78.2.361. PMID: 3396173.
11. Revespcardiol.org. [citado el 19 de enero de 2025]. Disponible en: https://www.revespcardiol.org/es-cierre-percutaneo-interventricular-con-dispositivo-articulo-13061124.
12. Rasines Rodríguez A, Aristoy Zabaleta MM, Abelleira Pardeiro C, Balbacid Domingo EJ, Valero y SJ, Gutiérrez-Larraya Aguado F. *Cierre percutaneo de comunicaciones interventriculares perimembranosas por via retrograda. Cambio de paradigma.* REC: interventional cardiology [Internet]. 2023 [citado el 19 de enero de 2025];5(1):73–5. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2604-73062023000100014.
13. Suárez Rodríguez L, Molina Nieto A. Capitulo IV. *Vías de acceso vascular percutáneo*. Tema 13. Vía femoral.
14. Herramienta online para la consulta y diseño de Planes de Cuidados de Enfermería. [Internet]. NNNConsult. Elsevier; 2015 [cited 2018Jun21]. Available from: http://www.nnnconsult.com/
15. Xian-Jun S, Wei G, Zhou AQ, Zhi-Qing YU, Fen U, Huang MR, et al. *Estudio sobre los factores de riesgo de arritmia temprana tras el cierre transcatéter de comunicación interventricular perimembranosa.* Vol. 43. 2005.
16. Yang L, Tai BC, Khin LW, Quek SC. *A systematic review on the efficacy and safety of transcatheter device closure of ventricular septal defects* (VSD). J Interv Cardiol. 2014 Jun;27(3):260-72. doi: 10.1111/joic.12121. Epub 2014 Apr 29. PMID: 24773223.

TEMA 34

INTERVENCIONISMO EN LA COARTACIÓN DE AORTA

Juan Carlos Sánchez, Bárbara Gaviro

Fundación Jiménez Díaz. Madrid.

1. DEFINICIÓN

La coartación de aorta es considerada como parte de una arteriopatía generalizada y no solo como un estrechamiento de la aorta. Se manifiesta como una estenosis o hipoplasia en la zona donde se inserta el ductus, es decir, justo distal al origen de la subclavia izquierda **(Figura 1)**, apareciendo raramente en otras localizaciones (aorta ascendente, descendente o abdominal).[1,2] Esta estenosis produce un aumento de presión en la parte superior del cuerpo causando hipertensión en los miembros superiores, hipertrofia ventricular y, en ocasiones, episodios de insuficiencia cardiaca.

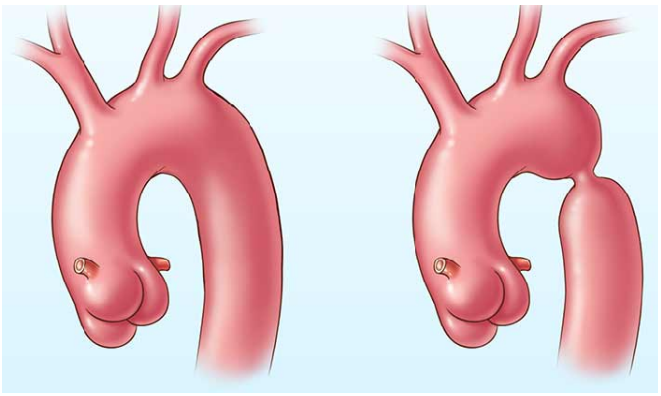


Figura 1. Aorta normal (izquierda), coartación de aorta (derecha).[3]

Esta patología está asociada a:

- Válvula aórtica bicúspide, hasta en el 85% de las ocasiones.
- Aneurismas intracerebrales (hasta el 10%) y de aorta ascendente.
- Estenosis de válvulas subaórtica, supraaórtica o mitral.
- Síndrome de Shone: membrana mitral supravalvular, válvula mitral en paracaídas, estenosis subaórtica y coartación de aorta.
- Síndrome de Turner (un 35% de ellos padecen coartación de aorta).
- Síndrome de Williams-Beuren.

Tiene una incidencia estimada de 1/2.500 nacidos vivos y afecta con mayor frecuencia a los varones con una proporción de aproximadamente 2:1.[4,5]

2. CLÍNICA

Los casos leves se diagnostican en la edad adulta mediante los signos y síntomas provocados por la hipertensión preestenosis como cefalea, epistaxis o mareos. Además, pueden ocurrir acúfenos, dificultad respiratoria, dolor abdominal o claudicación intermitente. En cambio, en neonatos se presenta como una situación de extrema gravedad en las primeras 1-2 semanas de vida, ya que cuando el ductus se cierra, aumenta la poscarga apareciendo signos de insuficiencia cardiaca severa y shock cardiogénico, siendo fundamental instaurar precozmente un adecuado tratamiento médico y quirúrgico.[1,2,5]

3. DIAGNÓSTICO

Tras una completa anamnesis y examen físico, las pruebas para confirmar el diagnóstico y determinar la gravedad pueden incluir:[1,2,5]

- **Medición de la presión arterial:** una coartación de aorta significativa está definida por un gradiente sistólico no invasivo entre extremidades superiores e inferiores, o por un gradiente invasivo pico-pico, mayor o igual a 20 mmHg. Si existen vasos colaterales o el ventrículo izquierdo (VI) posee una función disminuida, podría enmascarar la gravedad de la coartación. Igualmente, en pacientes bajo anestesia general, este gradiente invasivo podría estar disminuido.
- **Ecocardiograma:** es la prueba de imagen más utilizada y permite conocer localización, morfología y tamaño de la coartación, así como detectar la función e hipertrofia del VI además de anomalías estructurales asociadas.
- **Otras técnicas de imagen:** la resonancia y el TAC permiten apreciar con gran detalle, además de la propia coartación, el resto de vasos y estructuras de alrededor para ayudar en la toma de decisiones sobre el tratamiento más adecuado y para realizar el seguimiento tras la intervención terapéutica **(Figura 2)**.



Figura 2. De izquierda a derecha: recostrucción 3D de angio-TAC de coartación pretratamiento; reconstrucción 3D de angio-TAC con stent implantado en zona de coartación; reconstrucción 3D de angio-TAC de seguimiento del mismo paciente al año del implante.

Fuente: imágenes obtenidas del servicio de radiología del Hospital Universitario Fundación Jiménez Díaz.

- **Electrocardiograma:** puede mostrar un aumento de voltaje en las derivaciones precordiales laterales provocado por la hipertrofia ventricular.
- **Radiografía de tórax:** podría apreciarse una muesca desde la tercera a la octava costilla debido a la circulación colateral a través de las arterias intercostales. También podría observarse la "imagen del 3": dilatación preestenosis, hendidura y dilatación posestenosis.
- **Pruebas invasivas:** el cateterismo cardiaco con angiografía actualmente ya no se usa tanto como método diagnóstico, sino más bien como procedimiento terapéutico debido a la gran resolución de las pruebas de imagen disponibles hoy en día. La cateterización de la aorta permite una medición precisa del gradiente de presión, así como una evaluación anatómica detallada tras la administración de contraste.

4. TRATAMIENTO

La coartación de aorta sin tratamiento tiene una evolución desfavorable, siendo las causas de mortalidad más frecuentes: shock cardiogénico, rotura aórtica, endocarditis bacteriana y hemorragia intracraneal.

Se recomienda el seguimiento por parte de un equipo interdisciplinar con comunicación fluida entre el equipo formado por cardiólogos (diagnostican y pautan el tratamiento adecuado), cirujanos, radiólogos, enfermeras (garantizan la educación sanitaria, el seguimiento y la adherencia al tratamiento) y otros profesionales sanitarios para mejorar el tratamiento y optimizar los resultados en estos pacientes.[5]

El **tratamiento médico** con prostaglandinas es fundamental en neonatos en estado crítico para mantener permeable el ductus distal a la coartación. En adultos, se debe tratar la hipertensión acorde a las recomendaciones de las guías de hipertensión de la Sociedad Europea de Cardiología.[1,6]

La **angioplastia con balón** solo está indicada en el caso de reestenosis de un stent previamente implantado, ya que se asocia con un aumento de riesgo de aneurisma aórtico. La técnica fue descrita por primera vez en 1982 por Singer *et al.* cuando realizaron una angioplastia con balón a la coartación aórtica de un recién nacido.[7]

El **implante de stent cubierto de manera percutánea** es el tratamiento de elección de la coartación nativa o la recoartación, especialmente en niños mayores y adultos, que ha demostrado ser seguro y eficaz, con resultados iguales o superiores al tratamiento quirúrgico, con altas tasas de éxito, aceptable tasa de complicaciones y baja incidencia de recoartación.[4,8,9,10]

Entre los tipos de stents que existen podemos encontrar **(Figura 3)**:

- **Stent simple:** Cheatham Platinum Stent® (CP Stent), que se monta de forma manual sobre un catéter que tiene dos balones denominado *ballon-in-ballon* (BIB balón; NuMED, Inc).

- **Stents cubiertos:** Covered CP Stent ® (NuMED Inc.), que también puede presentarse en versión premontada sobre sistema de introducción y liberación NuDEL® (NuMED, Inc); otro stent cubierto es el BeGraft ® (Bentley InnoMed GmbH). Están recubiertos de politetrafluoroetileno expandible (ePTFE). Para el implante habitualmente se requiere el uso de introductores de entre 9Fr y 18Fr, en caso de prótesis de gran tamaño.

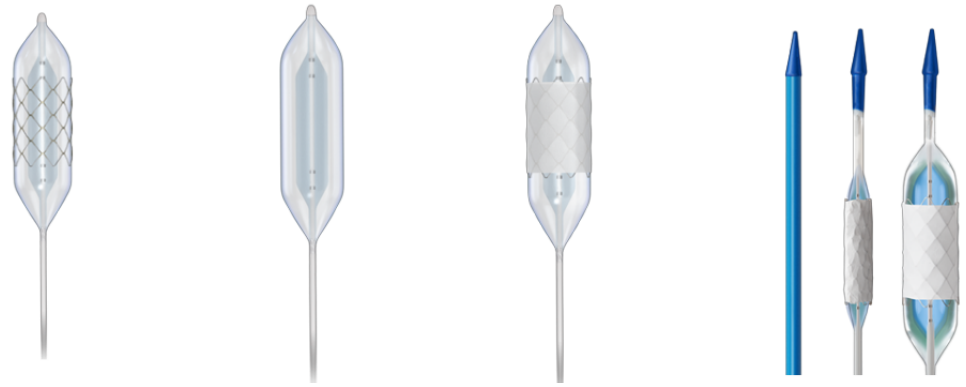


Figura 3. Tipos de stents. De izquierda a derecha: CP Stent® (NuMED Inc.); BIB Baloon® (NuMED Inc.); Covered CP Stent® (NuMED Inc.); Sistema NuDEL® (NuMED Inc.).

En el año 2022, se realizaron en España 73 procedimientos intervencionistas sobre coartaciones de aorta según el Registro Nacional de Actividad en Cardiología Intervencionista.[11]

La **reparación quirúrgica** suele ser de elección en niños o cuando no se puede llevar a cabo el implante de un stent. Las técnicas pediátricas más habituales y que poseen un pronóstico favorable incluyen la resección de la zona de la coartación y anastomosis termino-terminal, aortoplastia con parche protésico o colgajo de subclavia, colocación de injerto tubular o derivación con injerto tubular. Solo estas dos últimas técnicas son factibles en adultos.

Todos los pacientes con coartación de aorta requieren un seguimiento crónico con resonancia o TAC cada 3-5 años para detectar precozmente las complicaciones más habituales como la recoartación o los aneurismas aórticos o cerebrales, además de un control exhaustivo de la presión arterial.[1,2]

5. TÉCNICA PERCUTÁNEA

MATERIAL NECESARIO

- Funda estéril de ecógrafo.
- Tres introductores de 6F (accesos arteria radial, arteria femoral y vena yugular o femoral).

- Dos catéteres *pigtail*.
- Guía en J de 0,035 x 260 cm.
- Guía de alto soporte Stiff de 0,035 x 260 cm.
- Electrocatéter de 6F (en ocasiones) conectado a marcapasos externo.
- Manómetro de presión para inflado de balón relleno de contraste diluido al 25% con suero fisiológico 0,9%. Pueden ser necesarios dos manómetros en función del tipo de catéter utilizado (de uno o dos balones), y es recomendable que al menos uno de los manómetros sea de más de 20 ml de capacidad.
- Introductor para balón/stent según tamaño escogido.
- Catéter balón o stent.

PROCEDIMIENTO

Para disminuir el dolor producido por las punciones y el propio procedimiento, se suele administrar anestesia local y sedación en adultos, aunque en niños es necesaria la anestesia general.

Como accesos, es necesario canalizar una arteria radial (para hacer aortografías con catéter *pigtail*), una arteria femoral (por donde acceder con el dispositivo) y una vena femoral (para colocación de electrocatéter). Al menos las punciones femorales se recomienda realizarlas ecoguiadas con base en la evidencia publicada.

A través de la arteria femoral se introduce una guía en J que atraviesa la coartación aórtica y, mediante la utilización de un catéter *pigtail* (que puede ser centimetrado), se realizan los registros basales de presión transcoartación. La aortografía permitirá medir los diámetros de la aorta pre-, intra- y poscoartación, además de la anatomía de la zona a tratar para seleccionar el tamaño del catéter-balón y stent más adecuado.

El tamaño del catéter-balón no debe sobrepasar el diámetro de la aorta descendente diafragmática o 1-2 mm el diámetro del istmo aórtico. El diámetro final del stent se elige también en función de estos parámetros. La longitud se decide de acuerdo con la lesión estenótica y calculando un acortamiento promedio del stent de entre el 10 y el 30%, dependiendo del modelo de stent y el diámetro del balón.

Tras obtener las mediciones, se introduce la guía de alto soporte por el catéter *pigtail* femoral hasta la aorta ascendente. No debemos olvidar la heparinización sistémica según protocolo. En caso de angioplastia con balón, se introduce el catéter-balón a través de la guía de alto soporte, conectado a un manómetro realizando presión negativa, con dilución al 25% de contraste y suero fisiológico. Una vez situado en la zona estenótica, se procede a su inflado. La presión, tiempo y número de inflados dependerán de las características del balón utilizado y de la resistencia que ofrezca la lesión.

En los casos de angioplastia con implante de stent **(Figura 4)**, se introduce en el introductor el stent montado sobre el balón y conectado al manómetro con la dilución antes descrita. A la altura de la coartación se retira el introductor, quedando el stent a

nivel de la estenosis. Se comprueba con contraste la correcta ubicación, se ajusta en caso necesario y se implanta en la zona a tratar. Ocasionalmente se podría posdilatar el stent para optimizar el resultado.

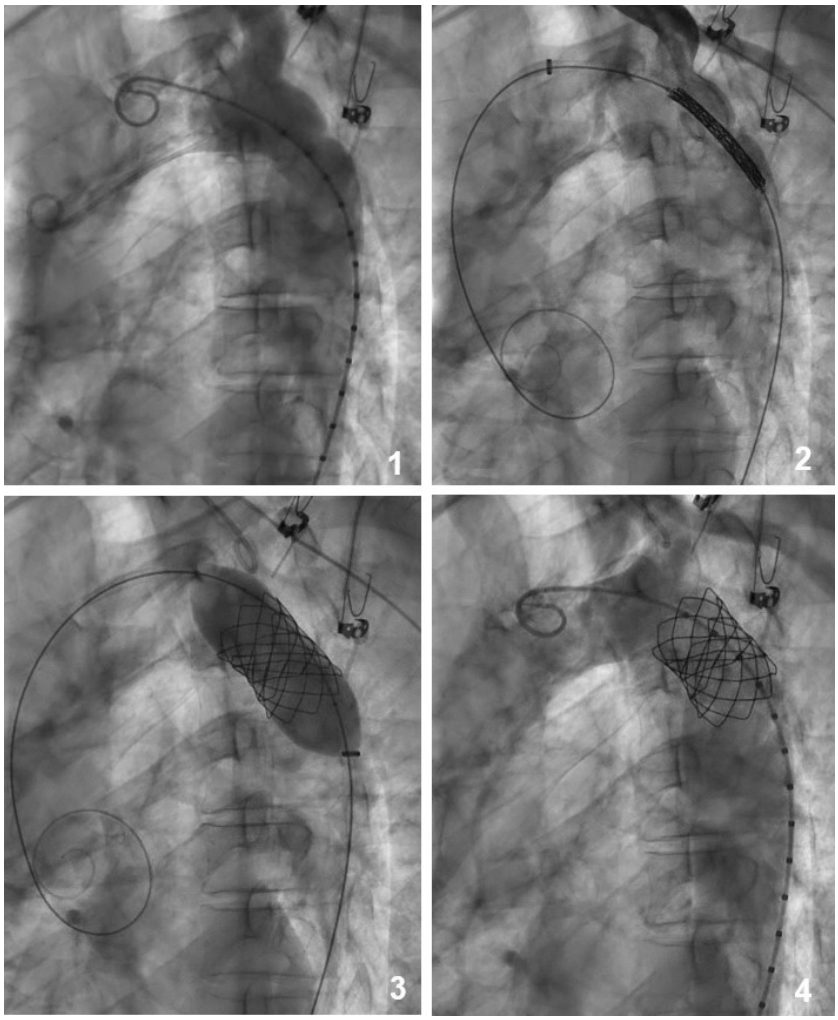


Figura 4. Secuencia de implante de stent cubierto en coartación de aorta de varón de 47 años con gradiente de 25 mmHg. 1: aortografía inicial para valorar la coartación; 2: posicionamiento del stent en la zona de la coartación; 3: inflado del balón; 4: Covered CP stent ® (NuMED Inc.) 24 x 45 mm implantado, gradiente final de 0 mmHg.

Fuente: imágenes tomadas en el laboratorio de hemodinámica del Hospital Universitario Fundación Jiménez Díaz.

Algunos autores recomiendan la utilización de maniobras para la reducción del gasto cardiaco durante el inflado del balón para evitar el desplazamiento del stent durante su liberación, como el *pacing*. Para ello, se inserta un electrocatéter a través del introductor venoso hasta alojar la punta en el ventrículo derecho y, conectándolo a un marcapasos externo, se aumentaría la frecuencia cardiaca en torno a 180-200 latidos por minuto en función del paciente, provocando una hipotensión severa momentánea para evitar desplazamientos del stent durante su liberación. En ocasiones, esta

estimulación se podría hacer con la propia guía de alto soporte alojando su punta en el ventrículo izquierdo y conectándola a un marcapasos externo (polo negativo) y el otro polo a la piel (positivo). Esto evitaría canalizar un acceso venoso, progresar un electrocatéter al ventrículo derecho y, con ello, sus posibles complicaciones.

Una vez liberado el stent, se retira el catéter-balón realizando presión negativa con el manómetro y se valora el resultado del implante con una nueva medición del gradiente y con una aortografía a través del *pigtail*. El éxito terapéutico de esta técnica se consigue con un gradiente sistólico residual inmediato inferior a 20 mmHg. Finalmente, se retirarían los introductores y se realizaría la hemostasia según protocolo del servicio.[12]

6. COMPLICACIONES

Como sugiere el metaanálisis de Bao *et al*.[13] publicado en 2024, los principales problemas posoperatorios son el engrosamiento de la íntima-media y la disfunción endotelial, lo cual favorece las siguientes complicaciones:

- Hipertensión arterial sistémica: puede aparecer incluso después de la reparación de la coartación, con una prevalencia del 47,3%.[14]
- Recoartación: del 10% al 20% de pacientes sometidos a reparación inicial.
- Formación de aneurismas en zonas de reparación quirúrgica o percutánea.
- Enfermedad coronaria.
- Eventos cerebrovasculares: en relación con la hipertensión.
- Enfermedad de la válvula aórtica: especialmente si es una válvula bicúspide.
- Disfunción ventricular.

7. CUIDADOS DE ENFERMERÍA

CUIDADOS ANTES, DURANTE Y EN EL POSOPERATORIO INMEDIATO

El objetivo de todos los cuidados de enfermería irá encaminado a garantizar la seguridad del paciente:[12]

- Proporcionar al paciente y la familia información sobre el procedimiento y resolver las dudas brindando apoyo emocional con el fin de disminuir la posible ansiedad que pudieran sentir.
- Preparación quirúrgica adecuada en función del protocolo hospitalario.
- Monitorización hemodinámica continua con especial vigilancia de arritmias y de la hipertensión arterial.
- Manejo adecuado del dolor para minimizar la estimulación simpática y así disminuir el riesgo de hipertensión, a la vez que proporciona mayor confort al paciente.

- Monitorización de la saturación de oxígeno.
- Control de la temperatura ambiental para evitar el riesgo de desequilibrio de la temperatura corporal durante el procedimiento.
- Prevención de posibles complicaciones, especialmente las relacionadas con la alteración de la presión arterial y con las posibles hemorragias, vigilando a su vez los pulsos distales para garantizar una adecuada perfusión.

CUIDADOS A LARGO PLAZO

Es esencial el seguimiento de una dieta equilibrada, realización de ejercicio físico regular y control del peso.

Control de la presión arterial, seguimiento periódico y apoyo psicosocial, de especial relevancia en adolescentes y adultos jóvenes que afrontan el aspecto crónico de la enfermedad. Los grupos de apoyo pueden aportar interesantes recursos de afrontamiento.

La educación sanitaria al paciente y la familia es clave en el tratamiento a largo plazo, reforzando la adherencia al tratamiento, enseñando a reconocer signos y síntomas de alarma y explicando la importancia de asistir a las consultas de seguimiento periódicas. Un paciente bien formado que comprende su patología, los efectos sobre su salud y la importancia de su diagnóstico y tratamiento es más adherente al tratamiento y a los hábitos de vida saludables, disminuyendo así la incidencia de posibles complicaciones.[5]

8. CONSIDERACIONES ADICIONALES

- **Ejercicio:** los pacientes sin obstrucción residual y normotensos, tanto en reposo como con el ejercicio, pueden realizar deporte libremente. Si existe hipertensión arterial, estenosis residual u otras complicaciones, deben evitar ejercicio intenso proporcionalmente a la gravedad de su patología.
- **Embarazo:** tras un tratamiento exitoso, la mayoría de las mujeres toleran adecuadamente el embarazo. Sin embargo, las mujeres no tratadas o con hipertensión o estenosis residual tras el tratamiento, incluso con aneurismas aórticos, poseen mayor riesgo de rotura aórtica y aneurismas cerebrales durante el embarazo y el parto. También se ha descrito una alta tasa de abortos espontáneos.
- **Profilaxis de endocarditis infecciosa:** cualquier cardiopatía congénita reparada con material protésico posee mayor riesgo de endocarditis que la población general, por lo que se aconseja una buena higiene dental y cutánea, evitar *piercings* y tatuajes, y proporcionar al paciente una adecuada educación sanitaria.[2]

BIBLIOGRAFÍA

1. Mazzolai L, Teixido-Tura G, Lanzi S, Boc V, Bossone E, Brodmann M, Bura-Rivière A, De Backer J, Deglise S, Della Corte A, Heiss C, Kałużna-Oleksy M, Kurpas D, McEniery CM, Mirault T, Pasquet AA, Pitcher A, Schaubroeck HAI, Schlager O, Sirnes PA, Sprynger MG, Stabile E, Steinbach F, Thielmann M, van Kimmenade RRJ, Venermo M, Rodriguez-Palomares JF; *ESC Scientific Document Group. 2024 ESC Guidelines for the management of peripheral arterial and aortic diseases.* Eur Heart J. 2024 Sep 29;45(36):3538-3700. doi: 10.1093/eurheartj/ehae179. PMID: 39210722.
2. Baumgartner H, De Backer J, Babu-Narayan SV, Budts W, Chessa M, Diller GP, Lung B, Kluin J, Lang IM, Meijboom F, Moons P, Mulder BJM, Oechslin E, Roos-Hesselink JW, Schwerzmann M, Sondergaard L, Zeppenfeld K; ESC Scientific Document Group. 2020 *ESC Guidelines for the management of adult congenital heart disease.* Eur Heart J. 2021 Feb 11;42(6):563-645. doi: 10.1093/eurheartj/ehaa554. PMID: 32860028.
3. Cleveland Clinic [Internet]. Ohio: Cleveland Clinic; 2024. [citado 19 noviembre 2024]. Disponible en: https://my.clevelandclinic.org/health/diseases/16876-aortic-coarctation.
4. Centella T, Stanescu D, Stanescu T. *Coartación aórtica. Interrupción del arco aórtico.* Circ Cardiov 2014; 21 (2): 97-106.
5. Law MA, Collier SA, Sharma S, Tivakaran VS. *Coarctation of the aorta.* Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024.
6. McEvoy JW, McCarthy CP, Bruno RM, Brouwers S, Canavan MD, Ceconi C, Christodorescu RM, Daskalopoulou SS, Ferro CJ, Gerdts E, Hanssen H, Harris J, Lauder L, McManus RJ, Molloy GJ, Rahimi K, Regitz-Zagrosek V, Rossi GP, Sandset EC, Scheenaerts B, Staessen JA, Uchmanowicz I, Volterrani M, Touyz RM; ESC Scientific Document Group. *2024 ESC Guidelines for the management of elevated blood pressure and hypertension.* Eur Heart J. 2024 Oct 7;45(38):3912-4018. doi: 10.1093/eurheartj/ehae178. Erratum in: Eur Heart J. 2025 Apr 7;46(14):1300. doi: 10.1093/eurheartj/ehaf031. PMID: 39210715.
7. Singer MI, Rowen M, Dorsey TJ. *Transluminal aortic balloon angioplasty for coarctation of the aorta in the newborn.* Am Heart J. 1982 Jan;103(1):131-2. doi: 10.1016/0002-8703(82)90539-7. PMID: 6459728.
8. Cheng W, Li Z, Ye Z, Zhu Y, Ding N, Yan D, Yi H, Zhang J, Ni X. *Stent Implantation and Balloon Angioplasty for Native and Recurrent Coarctation of the Aorta.* Int Heart J. 2023 Mar 31;64(1):10-21. doi: 10.1536/ihj.21-643. Epub 2023 Jan 23. PMID: 36682763.
9. He F, Cao Z, Wang C, Premaratne S, Starnes BW, Shu C, Zhang WW. *Endovascular treatment of aortic coarctation using covered balloon-expandable stents-a systematic review and meta-analysis.* Front Cardiovasc Med. 2024 Oct 17;11:1439458. doi: 10.3389/fcvm.2024.1439458. PMID: 39484013; PMCID: PMC11524840.
10. Nana P, Spanos K, Brodis A, Kouvelos G, Rickers C, Kozlik-Feldmann R, Giannoukas A, Kölbel T. *A Systematic Review and Meta-analysis on Stenting for Aortic Coarctation Management in Adults.* J Endovasc Ther. 2025 Jun;32(3):548-557. doi: 10.1177/15266028231179919. Epub 2023 Jun 7. PMID: 37287255.
11. Asociación de Cardiología Intervencionista. Registro Nacional de Actividad en Cardiología Intervencionista 2023 [Internet]. Santander: Sociedad Española de Cardiología; 2023 [citado 19 noviembre 2024]. Disponible en: https://www.aci-sec.es/images/site/registro_actividad/Registro-Actividad-2022.pdf
12. Plou Y, Fernández R, Guzmán M, Pasto E. *Intervencionismo en la coartación de aorta.* En: Manual de procedimientos de Enfermería en Hemodinámica y Cardiología Intervencionista. Madrid; 2014. P385-90.

13. Panzer J, Bové T, Vandekerckhove K, De Wolf D. Hypertension after coarctation repair-a systematic review. Transl Pediatr. 2022 Feb;11(2):270-279. doi: 10.21037/tp-21-418. PMID: 35282025; PMCID: PMC8905104.

14. Bao Y, Wang Z, Shan S, Wang X, Gong Y. A Meta-Analysis for Postoperative Alternations of Aortic Coarctation. Heart Surg Forum. 2024 Jan 21;27(1):E068-E075. doi: 10.59958/hsf.7001. PMID: 38286643.

Asociación Española de
Enfermería en Cardiología

CAPÍTULO VIII

PROCEDIMIENTOS INTERVENCIONISTAS PERCUTÁNEOS ESPECIALES

Asociación Española de
Enfermería en Cardiología

TEMA 35

ENDOPRÓTESIS AÓRTICA

Cristina Polonio Molero, Yolanda Bartolomé Fernández, Pau Buigues Caravaca, Iu Serra Elias, Ícar Tribó Miró

Hospital del Mar. Barcelona.

ABREVIATURAS

ACC: American Collage of Cardiology.
ACT: Tiempo de Coagulación Activada.
AHA: American Heart Association.
EACTS: European Association for Cardio-Thoracic Surgery.
ECG: Electrocardiograma.
ESVS: European Society for Vascular Surgery.
ETE: Ecógrafo Transesofágico.
FC: Frecuencia Cardiaca.
FG: Filtrado Glomerular.
NANDA: North American Nursing Diagnosis Association.
PA: Presión Arterial.
Rx: Radiografía.
SAA: Síndrome Aórtico Agudo.
SpO2: Saturación de Oxígeno en Sangre.
TAC: Tomografía Axial Computarizada.
TP: Tiempo de Protombina.
TTPA: Tiempo de Tromboplastina Parcial Activado.
UPP: Úlceras por presión.

1. INTRODUCCIÓN Y EVOLUCIÓN HISTÓRICA

La aorta es la arteria más importante y sirve como tronco de todo el sistema arterial, de ella se ramifican todas las demás arterias y arteriolas que llevan la sangre a todos los órganos del cuerpo. Nace en el anillo valvular aórtico y se divide en cuatro segmentos: aorta ascendente, arco aórtico, aorta torácica y aorta abdominal.

La patología aórtica que puede beneficiarse de tratamiento endovascular la podemos dividir en dos grandes grupos:

LOS ANEURISMAS

El aneurisma aórtico se define comúnmente como una dilatación patológica del vaso, generalmente causada por arteriosclerosis, que supera 1,5 veces su diámetro normal o alcanza los 3 cm en el caso de la aorta abdominal, medidos en sentido anteroposterior.

Según su morfología, se clasifican en fusiformes (75%), cuando afectan toda la circunferencia del vaso, y saculares (25%), cuando solo comprometen una porción de la misma. La localización más frecuente de los aneurismas aórticos es la porción abdominal.

La complicación más grave y potencialmente fatal es la ruptura del aneurisma, cuyo riesgo aumenta con el diámetro de la dilatación. Otras complicaciones frecuentes incluyen tromboembolias y la compresión de estructuras adyacentes, lo que puede generar síntomas adicionales y afectar la función de órganos cercanos[1].

SÍNDROME AÓRTICO AGUDO (SAA)

El SAA es un proceso de la pared aórtica que cursa con afectación de la capa media y que condiciona un riesgo potencial de rotura aórtica. Los SAA incluyen las siguientes entidades: disección aórtica, hematoma intramural y úlcera arterioesclerótica penetrante.

- La disección aórtica se caracteriza por la creación de una falsa luz en la capa media de la pared aórtica.
- El hematoma intramural es una hemorragia contenida en la capa media aórtica por rotura de los vasa vasorum.
- La úlcera penetrante es una ulceración de una lesión arteriosclerótica aórtica que penetra en la lámina elástica interna formando un hematoma en la capa media de la aorta torácica descendente.

La patología aórtica representa uno de los mayores desafíos en el ámbito cardiovascular, debido a la complejidad de su diagnóstico y tratamiento. Tanto las aortopatías agudas como las crónicas requieren un enfoque altamente especializado.

La cirugía abierta de la aorta continúa evolucionando con el objetivo de lograr reparaciones más extensas y duraderas. Paralelamente, la terapia endovascular ha revolucionado el manejo del arco aórtico, la aorta descendente y sus ramas, ofreciendo alternativas menos invasivas con resultados prometedores.

Un aspecto clave en el abordaje de la patología aórtica es la estrecha colaboración interdisciplinar entre los especialistas involucrados en el proceso diagnóstico y terapéutico, lo que exige una coordinación precisa para optimizar los resultados clínicos[2].

El tratamiento endovascular consiste en un injerto sintético montado sobre un stent expandible comprimido dentro de un catéter, introduciéndolos a través de mínimas incisiones arteriales. El objetivo del procedimiento es la exclusión del área lesionada de la circulación, recurriendo a la intubación entre el lumen proximal y distal, mediante la inserción de un dispositivo tubular impermeable a la sangre, anclable por stents metálicos fijados mediante su propia fuerza radial.

Las primeras implantaciones clínicas se realizaron por Nikolay Volodos en 1986 y por J.C. Parodi en 1990. En estos 30 años, los materiales y la técnica se han ido refinando hasta que ya no se la puede considerar como una técnica experimental; al contrario, tiene aplicaciones clínicas precisas y unos criterios de selección rigurosos[3].

Con respecto a la aorta descendente, la terapia endovascular se ha consolidado como la primera elección cuando se requiere una intervención sobre el segmento de la aorta. En este sentido se ha desarrollado un documento de consenso conjunto impulsado por la Sociedad Europea de Cardiología y la European Association for Cardio-Thoracic Surgery[4] en el que se detallan las recomendaciones, indicaciones y contraindicaciones de la reparación endovascular en la patología aórtica aguda y crónica.

De acuerdo con las recomendaciones actuales, la reparación endovascular del arco aórtico se puede considerar en pacientes con riego prohibitivo para cirugía abierta y con anatomía adecuada. Por lo tanto, para pacientes con alto riesgo quirúrgico existe la necesidad de alternativas menos invasivas es pertinente. La reparación endovascular es una técnica con amplio uso en la aorta torácica descendente, y suele ser la primera elección en estos pacientes; sin embargo, existe poca evidencia sobre la aplicación de esta técnica en el arco aórtico[5].

2. INDICACIONES

Las publicaciones de las últimas Guías de Práctica Clínica de la ACC/AHA[6] (American Collage of Cardiology/American Heart Association), EACTS[7] (European Association for Cardio-Thoracic Surgery) y ESVS[8] (European Society for Vascular Surgery) han consensuado que existe suficiente evidencia científica para recomendar la reparación endovascular en las siguientes patologías.

ANEURISMA DE AORTA TIPO B[6,7,8]

Son todas aquellas disecciones que afectan la aorta descendiente, incluyendo el arco aórtico.

- Hombres con aneurisma de aorta ≥ 55 mm.
- Mujeres con aneurisma de aorta ≥ 50 mm.
- Pacientes con un aneurisma de aorta < 55 mm que hayan mostrado un rápido crecimiento ≥ 10 mm/año.

SÍNDROME AÓRTICO AGUDO[6,7]

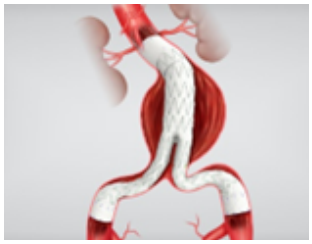
- Disección de aorta tipo B complicada (rotura aórtica, mala perfusión u oclusión de una rama principal, dolor intratable, extensión de la disección, ensanchamiento progresivo de la aorta o hipertensión incontrolable).

- Hematoma Intramural tipo B[9].
- Úlcera aórtica penetrante en la zona distal del arco aórtico, aorta torácica descendiente o aorta abdominal.
- Lesión traumática de aorta grado 3 (pseudoaneurisma) o grado 4 (rotura).

3. MATERIAL

Material que se utilizará durante la intervención:

- Material quirúrgico para disección de vasos femorales o ilíacos.
- Inyectora contraste para angiografía.
- Bol de contraste.
- Dispositivo de inflado con o sin manómetro.
- Introductores de 4 a 11F para cateterismo inicial.
- Guías hidrofílicas 0,035" longitud 150 cm y 260 cm (útiles en caso de tortuosidades arteriales).
- Guía de alto soporte (Amplatz Superstiff® 0,035" J y R longitud 260 cm Lunderquist ®).
- Guía diagnóstica vascular 0,35" x 150 O 260 cm.
- Guía Back-Up (útil para la rectificación ilíaca y asegurar anclaje).
- Lazos para captura de guía.
- Catéter *pigtail* centimetrado.
- Catéter Multipropósito 4F de 125 cm, Catéter Cobra 4F C1 y C2 de 80 cm, Catéter Vertebral 4F de 120 cm.
- Dilatadores de 12 a 22Fr (su tamaño y progresión variará en función del diámetro de la prótesis y de la arteria).
- Dispositivos de cierre arterial percutáneo PROGLIDE® (el número dependerá de la cantidad de accesos y del diámetro de los dispositivos empleados).
- Balones de dilatación aórticos para asegurar o reforzar la apertura de stent.
- Endoprótesis (existen numerosas prótesis en el mercado). La elección del tamaño se basará en el resultado de los estudios de imagen, principalmente Angio-Tac. El diámetro externo del conjunto de prótesis y sistema de liberación suele oscilar entre los 18 y 24F.



Cook (ZENITH FLEX®)



Gore (EXCLUDER®)



Medtronic (Endurant®)

Figura 1. Endoprótesis de diferentes marcas comerciales.

4. MÉTODO DEL PROCEDIMIENTO

En la realización de este tipo de tratamiento es imprescindible un cambio en la forma de preparación del paciente y fundamentalmente en la del cirujano, que deberá cambiar sus procedimientos quirúrgicos de forma radical.

TÉCNICA QUIRÚRGICA

La patología de la aorta torácica suele ser compleja, y su tratamiento endovascular puede ser simple o asociado a cirugía del arco aórtico o troncos supraaórticos. Por otro lado, una complicación grave puede comportar una intervención urgente con cirugía abierta. Estos dos motivos hacen que un quirófano o quirófano radiológico sea el lugar ideal para realizar estos procedimientos: sistemas radiológicos digitales semirrígidos o móviles con arco en C, mesas quirúrgicas (único pie, movimientos laterales y accesorios), monitorización por techo, bombas inyectoras y material de protección endovascular, sala de material endovascular y necesidades habituales de un quirófano. El arco digital debe de tener un diámetro mínimo que se adecue al campo, poder realizar cine y repetición de la angiografía y sustracción digital.

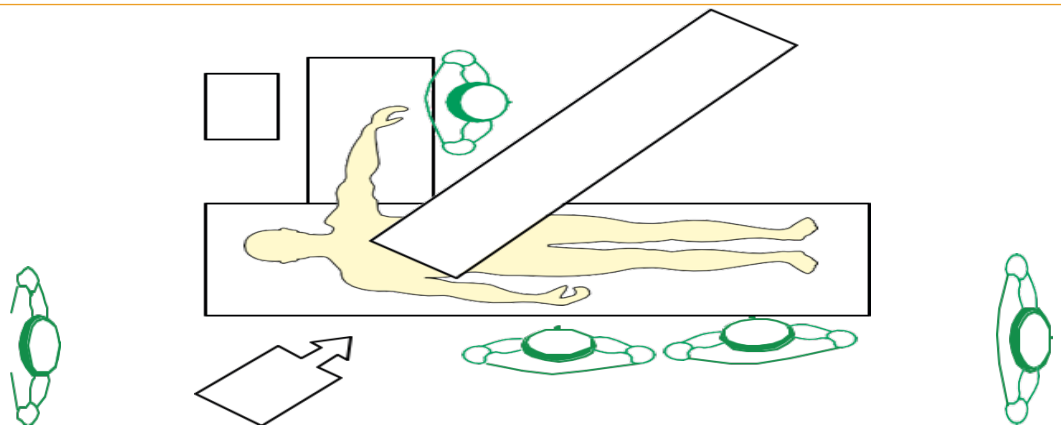


Figura 2. Disposición del paciente en la sala de intervencionismo.

Fuente: elaboración propia.

IMPLANTACIÓN

- **Accesos:** el acceso femoral es el más común; una incisión pequeña inguinal suele ser suficiente para exponer la arteria femoral común (si el tamaño arterial lo permite, el lado derecho es el más cómodo para trabajar). Debe hacerse una incisión inguinal alta para controlar la arteria femoral al nivel del arco inguinal y poder movilizar la arteria ilíaca externa si es necesario (acodaduras o elongaciones importantes). En ocasiones, si el calibre de las arterias femoral común o ilíaca externa es pequeño, comparado con el diámetro de los introductores, será necesario realizar un abordaje de la arteria ilíaca común mediante una vía retroperitoneal (habitualmente izquierda), colocar un injerto protésico, transitorio o definitivo, término lateral o término terminal en la misma y tunelizarlo hasta arteria femoral común izquierda para mayor comodidad de uso. Adicionalmente, se obtiene un acceso percutáneo de la arteria femoral común izquierda o arteria braquial derecha (dependerá de la patología a tratar, las características del arco, elongaciones aórticas e ilíacas y preferencia del cirujano).
- **Cateterización arterial:** punción de arteria femoral común abierta mediante Abbocath n.º 16 e introducción de guía hidrofílica de 280 cm hasta el arco aórtico, extracción de Abbocath® y colocación de introductor de 7-9F al nivel femoral. En la región inguinal izquierda se punciona de forma percutánea la arteria femoral común y se procede del mismo modo anterior. Si fuera necesario puncionar la arteria braquial inicialmente se introduciría guía de 180 cm hasta la aorta ascendente, y se colocaría introductor de 5F. Tanto la vía arterial femoral izquierda como la braquial derecha servirán para realizar angiografía del arco y aorta torácica lesionada. En las disecciones aórticas tipo B, la utilización del ecógrafo transesofágico (ETE) nos permitirá saber la ubicación exacta de cada guía y al nivel de qué luz arterial se encuentran. Una vez puncionados los dos accesos se procede a la anticoagulación completa del paciente (heparina sódica: 1 mg/kg).
- **Intercambio de guía y angiografía:** colocación de catéter largo (100 cm) tipo vertebral o multipropósito sobre guía derecha hasta el arco, extracción de la guía hidrofílica e introducción de guía rígida o muy rígida (si es el lado por el cual se va a introducir la prótesis). En el lado izquierdo se coloca un catéter centimetrado, tipo *pigtail*, hasta la aorta ascendente; si se ha utilizado una vía braquial el catéter centimetrado puede colocarse esta.
- **Colocación de la prótesis:** se habrá decidido, dadas las características de las arterias ilíacas, el lado por el que se va a introducir la prótesis. En este habrá que realizar un intercambio de introductor (dependiendo de la prótesis a utilizar será independiente o se utilizará el propio sistema del dispositivo). Introducción de la prótesis hasta cayado aórtico habitualmente. La realización de una angiografía (sustracción, *road mapping*) del cayado es necesaria para marcar el inicio de los troncos supraórticos y donde se va a realizar la liberación del cuello proximal; para ello se utilizará el catéter centimetrado que nos permitirá realizar las oportunas medidas de longitud necesarias.

- Después de la liberación, se procede a la extracción del catéter de *pigtail*. Si su paso era por vía femoral puede volverse a cateterizar la prótesis con guía y posterior introducción del *pigtail*; si era braquial no es necesario que se extraiga. Se añadirán del mismo modo cuantas extensiones sean necesarias o se hayan previsto. Se procede a la remodelación y baloneado de la prótesis con diámetros adecuados. En los casos de disección aórtica y traumatismos se debe valorar la necesidad de la remodelación. Se realizará una angiografía final para evaluar el procedimiento, colocación y existencia de fugas.
- Retirada de los dispositivos, catéteres y guías, control arterial y sutura de la arteriotomía, cierre inguinal o retro-peritoneal. Compresión de las zonas de punción o utilización de dispositivos de cierre arterial percutáneo.

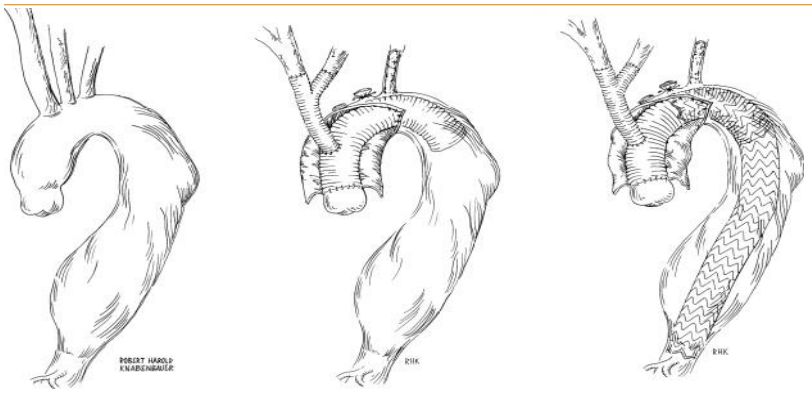


Figura 3. Imagen reparación quirúrgica y endovascular de la aorta[10].

5. CUIDADOS DE ENFERMERÍA

Se llevará a cabo una valoración de las 14 necesidades de enfermería, según Virginia Henderson para así poder realizar un plan de cuidados basado en la taxonomía NANDA.

MANEJO PERIPROCEDIMIENTO

Antes de empezar el procedimiento deberemos realizar un correcto *checklist*, tanto si el paciente ingresa de forma programada como en fase aguda. En el supuesto que el paciente ingrese en fase aguda deberemos estabilizarlo hemodinámicamente antes de empezar la intervención.

A continuación, se enumerarán las actividades que deberá incluir un correcto *checklist*[11].

- Anamnesis del paciente (alergias, antecedentes personales, antecedentes médicos y medicación).
- Comprobación pruebas de laboratorio: hemograma, coagulación (TP, TTPA) y bioquímica (iones, creatinina, FG).
- Revisar que la reserva de sangre esté cursada.
- Visita con anestesista (ECG y Rx tórax).

- TAC previo.
- Vías venosas permeables de gran calibre (2 periféricas o 1 periférica y otra central).
- Profilaxis antibiótica.
- Verificar preparación renal, si el paciente lo precisa (Acetilcisteína + Bicarbonato, según protocolo del hospital).

MANEJO INTRAPROCEDIMIENTO

- Monitorización hemodinámica del paciente (ECG, SpO_2 y presión arterial invasiva).
- Preparación de material para anestesia (sedación vs. anestesia general vs. anestesia raquídea).
- Preparación de drogas vasoactivas para inestabilidad hemodinámica.
- Sondaje vesical y vigilancia horaria de diuresis.
- Vigilancia niveles de ACT.
- Vigilancia termoregulación (colocación de manta térmica para conservar temperatura corporal durante el procedimiento).
- Prevención de UPP (colocación de protectores en zonas expuestas como brazos, talones y escápulas).
- Facilitar el material para el procedimiento.
- Conocer y facilitar material para complicaciones, si fuera necesario.
- Colaborar en la coordinación de los equipos multidisciplinares.

MANEJO POSPROCEDIMIENTO

Como se ha comentado anteriormente, el plan de cuidados posintervención se basará según taxonomía NANDA. Enumeraremos las actividades más importantes y describiremos aquellas que consideramos más importantes para el manejo del paciente.

- Monitorización y vigilancia hemodinámica del paciente (PA, FC y SpO_2).
- Vigilancia de pulsos pedios y tibiales (marcaje) así como de cualquier alteración de las características de la piel (color y temperatura) **(Tabla 1)**.
- Vigilancia del punto de punción para prevenir o alertar de cualquier sangrado activo u hematoma **(Tabla 2)**.
- Evaluar con escalas validadas el nivel de dolor y administrar analgesia si procede **(Tabla 3)**.
- Medir el perímetro abdominal cada 2-3 h[12] para detectar cualquier aumento imprevisto de dicho abdomen provocado por un hematoma retroperitoneal, una de las principales complicaciones tras la colocación de la endoprótesis.

TABLA 1.

<table>
<tr><td colspan="5">[00204] PERFUSIÓN TISULAR PERIFÉRICA INEFICAZ R/C PROCEDIMIENTO INVASIVO M/P ALTERACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA PIEL (COLOR Y TEMPERATURA).</td></tr>
<tr><td rowspan="4">NOC</td><td colspan="4">[2115] Severidad de la enfermedad arterial periférica.
[0422] Perfusión tisular.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Indicadores</td><td>[211503] Alteración del color de la piel en las extremidades.</td><td>I: 1</td><td>A: 4</td></tr>
<tr><td>[211504] Alteración de la temperatura de la piel en las extremidades.</td><td>I: 1</td><td>A: 4</td></tr>
<tr><td>[42209] Flujo de sangre a través de los vasos periféricos.</td><td>I: 1</td><td>A: 5</td></tr>
<tr><td>NIC</td><td colspan="4">[2020] Manejo de líquidos/electrólitos.
[4062] Cuidados circulatorios: insuficiencia arterial.
ACTIVIDADES:
• Realizar una valoración exhaustiva de la circulación periférica (comprobar pulsos periféricos, edemas, relleno capilar, color y temperatura).
• Observar si existe pérdida de líquidos (hemorragia).
• Vigilar los signos vitales.</td></tr>
</table>

Fuente: elaboración propia.

TABLA 2.

<table>
<tr><td colspan="5">[00205] RIESGO DE SHOCK R/C SANGRADO.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">NOC</td><td colspan="4">[0419] Severidad del shock: hipovolémico.
[0416] Perfusión tisular: celular.</td></tr>
<tr><td>Indicadores</td><td>[41902] Disminución de la presión arterial media.
[41906] Aumento de la frecuencia cardiaca.
[41907] Pulso débil, filiforme.</td><td>I: 1
I: 2
I: 1</td><td>A: 5
A: 5
A: 5</td></tr>
<tr><td>NIC</td><td colspan="4">[2080] Manejo de líquidos/electrólitos.
[4175] Manejo de la hipotensión.
[4044] Cuidados cardiacos: agudos.
ACTIVIDADES:
• Realizar una evaluación exhaustiva del estatus cardiaco, incluida la circulación periférica.
• Administrar agentes farmacológicos (vasoconstrictores).
• Vigilar las tendencias de la presión arterial y los parámetros hemodinámicos.
• Evitar la formación de trombos periféricos (administración de anticoagulantes en dosis bajas).
• Monitorizar la eficacia de la medicación.</td></tr>
</table>

Fuente: elaboración propia.

TABLA 3.

[00132] DOLOR AGUDO R/C AGENTES LESIVOS FÍSICOS M/P EXPRESIÓN FACIAL DE DOLOR.				
NOC	[1605] Control del dolor. [2102] Nivel del dolor.			
	Indicadores	[210201] Dolor referido	I: 2	A: 4
NIC	[1400] Manejo del dolor. [2210] Administración de analgésicos. ACTIVIDADES: • Proporcionar a la persona un alivio del dolor óptimo mediante analgésicos prescritos. • Administrar los analgésicos o fármacos complementarios cuando sea necesario para potenciar la analgesia. • Evaluar la eficacia de las medidas de alivio del dolor a través de una valoración continua de la experiencia dolorosa. • Instaurar y modificar las medidas de confort de dolor en función de las respuestas del paciente. • Evaluar la eficacia del analgésico a intervalos regulares después de cada administración.			

Fuente: elaboración propia.

6. COMPLICACIONES

Las complicaciones pueden presentarse de forma aguda durante el mismo procedimiento o, de manera tardía, al cabo de horas e incluso días.

- **Complicaciones del acceso vascular:** lesión de la arteria femoral como por ejemplo la estenosis, el hematoma retroperitoneal o la disección, más frecuentes en pacientes con arteriopatía severa.
- **Síndrome posimplantación:** se trata de una respuesta inflamatoria que se produce en el posoperatorio inmediato caracterizado por un cuadro gripal en ausencia de infección.
- **Endofugas:** presencia de un flujo de sangre por fuera de la prótesis, dentro del saco aneurismático, evitándose así que se trombose.
- **Isquemia de la médula espinal:** se produce cuando, en el momento del implante, se ven comprometidas la arteria espinal anterior o alguna de las ramas de la espinal posterior.
- **Accidente cerebrovascular:** puede ser isquémico, causado por el embolismo durante la manipulación del arco aórtico; o hemorrágico, relacionado con la anticoagulación con heparina o la hipertensión mantenida.
- **Patología aórtica de novo:** son un grupo de patologías poco frecuentes pero muy graves, requiriendo un diagnóstico precoz y un tratamiento emergente. La

perforación aórtica, la disección de novo, la extensión de la disección existente o las fístulas aorto-bronquiales o aorto-esofágicas son las más destacadas.

- **Alteraciones de la prótesis:** malaposición, rotura o infraexpansión del dispositivo que puede requerir la colocación de una nueva prótesis para corregir el defecto en el momento del implante. La migración de la prótesis puede propiciar la endofuga y en consecuencia aumentar el riesgo de rotura del saco aneurismático.
- **Enfermedad residual o recurrente:** se detecta en los controles posteriores a la intervención y puede presentarse en forma de crecimiento del saco aneurismático, disección de novo o progresión de una disección ya tratada.

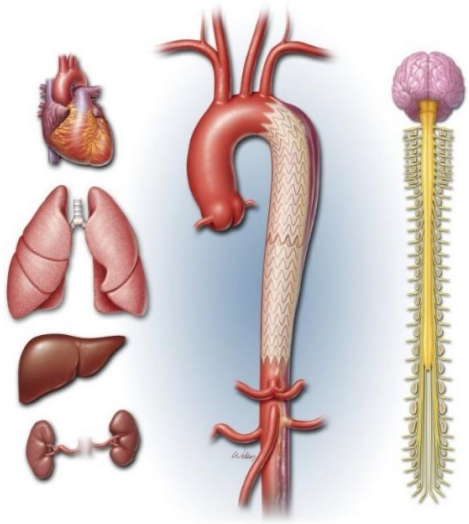


Figura 4. Principales sistemas afectados posreparación del aneurisma aórtico toracoabdominal: cardiaco, pulmonar, hepático, renal y neurológico[11].

BIBLIOGRAFÍA

1. J. Albertos, J. Pueyo, J. Zarzar, E. Moran, P. de Miguel, R. Jorda, A. Merino. *Enfermedades de la aorta y su tratamiento con endoprótesis aórticas.* Medicina Balear 2009; 24 (2); 12-18
2. Ferrera C, Evangelista A, Forteza A, Hernández Mateo MM, Martínez I, Rodríguez Palomares JF, et al. *Selección de lo mejor del año 2022 en patología aórtica.* REC: CardioClinics [Internet]. 2023;58:S55–61. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.rccl.2022.10.011
3. Vaquero Puerta C, San Norberto García EM, Brizuela Sanz JA, Revilla Calavia Á, Estévez I, Fuente R, et al. *Apuntes de la historia del tratamiento de los aneurismas.* 2015 [citado el 22 de febrero de 2024];(52):85–99. Disponible en: https://uvadoc.uva.es/handle/10324/23870
4. Acuña B, Legarra JJ, Vidal J, Encisa JM, Piñón MÁ. *Tratamiento endovascular del arco aórtico con la prótesis NEXUSTM: experiencia inicial de un centro.* Cir Cardiovasc [Internet]. 2022;29(2):72–8. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.circv.2021.12.011
5. Riambau V, Böckler D, Brunkwall J, Cao P, Chiesa R, Coppi G, et al. *Editor's choice – management of descending thoracic aorta diseases.* Eur J Vasc Endovasc Surg [Internet]. 2017;53(1):4–52. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.ejvs.2016.06.005
6. Isselbacher E, Preventza O, Hamilton J, Augoustides J, Beck A, Bolen M et al. 2022 ACC/*AHA Guideline for the Diagnosis and Management of Aortic Disease.* 2022; 80 (24): 223-393.

7. Czerny M, Schmigli J, Adler S, Van den Berg JC, Bertoglio L, Carrel T et al. *Current options and recommendations for the treatment of thoracic aortic pathologies involving the aortic arch: an expert consensus document of the European Association for Cardio-Thoracic surgery (EACTS) and the European Society for Vascular Surgery (ESVS).* Eur J Cardiothorac Surg. 2019; 55: 133-62. doi: 10.1093/ejcts/ezy313.

8. Wanhainen A, Van Herzeele I, Bastos Goncalves F, Bellmunt Montoya S, Berard X, Boyle JR, et al. Editor's choice -- *European society for vascular surgery (ESVS) 2024 clinical practice guidelines on the management of abdominal aorto-iliac artery aneurysms.* Eur J Vasc Endovasc Surg [Internet]. 2024;67(2):192–331. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.ejvs.2023.11.002.

9. Chakos A, Twindyawardhani T, Evangelista A, Maldonado G, Piffaretti G, Yan TD, Tian DH. *Endovascular versus medical management of type B intramural hematoma: a meta-analysis.* Ann Cardiothorac Surg. 2019 Jul;8(4):447-455. doi: 10.21037/acs.2019.06.11. PMID: 31463207; PMCID: PMC6687962.

10. López A, Rodríguez R, Zebdi N, et al. *Guía anestésico-quirúrgica en el tratamiento de la cirugía de la aorta ascendente y del arco aórtico.* Documento de consenso de las Sociedades Española de Cirugía Cardiovascular y Endovascular y la Sociedad Española de Anestesiologia, Reanimación y Terapéutica del Dolor. Cirugía Cardiovascular. 2020; 27 (2): 47-74. doi: 10.1016/j.circv.2020.02.004.

11. Chatterjee S, Preventza O, Orozco-Sevilla V, Coselli JS. *Perioperative management of patients undergoing thoracic endovascular repair.* Ann Cardiothorac Surg. 2021 Nov;10(6):768-777. doi: 10.21037/acs-2021-taes-74. PMID: 34926179; PMCID: PMC8640883.

12. Peña I. *Aneurisma de aorta abdominal*. NPunto. 2022; 5 (49): 46-68.

TEMA 36

PERICARDIOCENTESIS. PERICARDIOTOMÍA

1. PERICARDIOCENTESIS

Carlos Maganto Garrido, Juan Antonio Barroso Pellico, Samara Lopéz Pérez, Tania Martín Peláez, Ana María Medina Reina, María Pilar Núñez Méndez

Hospital Universitario de Fuenlabrada. Fuenlabrada.

1. INTRODUCCIÓN

La pericardiocentesis es el procedimiento diagnóstico o terapéutico utilizado para extraer líquido pericárdico[1].

Hacia mediados del siglo XIX, el cirujano austriaco Franz Schuh realizó en 1840 la que se considera la primera pericardiocentesis exitosa, llevada a cabo de manera "a ciegas". Ya en el siglo XX, destaca el trabajo de Adolf Kussmaul, cuyo profundo conocimiento sobre la enfermedad pericárdica permitió identificar los signos físicos característicos de esta afección. Entre sus contribuciones más relevantes, se encuentra la descripción del pulso paradójico, también denominado pulso de Kussmaul, que consiste en un descenso anormal de la presión sistólica y la amplitud del pulso durante la inspiración.

El hallazgo del ultrasonido y su incorporación a las actividades médicas durante la década de 1940 supuso un avance definitivo para el diagnóstico no invasivo de enfermedades, como esta que nos ocupa.

2. ANATOMÍA DEL PERICARDIO

El pericardio normal es un saco fibroelástico compuesto de tejido conectivo denso que envuelve la superficie externa del corazón. Está formado por una doble membrana que envuelve el corazón. Una de estas membranas está en contacto directo con el corazón y se llama *pericardio visceral*; la otra, la capa más externa, se denomina *pericardio parietal,* una capa fibrosa de grosor normal inferior a 2 mm. Entre ambas capas, se crea un espacio virtual que contiene una pequeña cantidad de líquido de hasta 30 ml y que en condiciones normales es claro y translúcido. El líquido ejerce una función lubricante, permitiendo que ambas capas se deslicen durante los movimientos cardiacos[1].

El pericardio tiene una serie de funciones mecánicas, como son:

1. Trasmitir las presiones de la cavidad torácica al corazón, aislándolo de las estructuras vecinas, sobre todo, durante la contracción del músculo cardiaco.
2. Limita el llenado ventricular evitando una dilatación aguda excesiva en las cámaras cardiacas.
3. Facilita los movimientos cardiacos durante la sístole y la diástole.

Al estar el pericardio anclado a otras estructuras torácicas, ejerce también la función de ligamento[2].

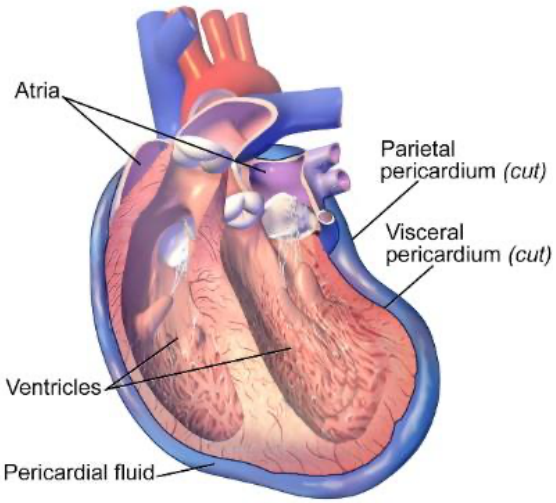


Figura 1. Pericardio.

Fuente: blausen.com staff.

3. FISIOPATOLOGÍA DEL DERRAME PERICÁRDICO/ TAPONAMIENTO CARDIACO

La presencia de una cantidad de líquido superior a 50 ml en pericardio se define como derrame pericárdico. El derrame pericárdico puede ser secundario a un incremento en su producción debido a un proceso inflamatorio (exudado), o a una disminución de su reabsorción por aumento de la presión venosa sistémica (trasudado).

El derrame pericárdico se clasifica según diferentes criterios **(Tabla 1).**

TABLA 1. Clasificación del derrame pericárdico.

EVOLUCIÓN TEMPORAL (DESDE INICIO)	• Agudo. • Subagudo (4-6 semanas). • Crónico (> 3 meses).
LOCALIZACIÓN	• Localizado. • Circunferencial.
TAMAÑO	• Leve (< 10 mm). • Moderado (10-20 mm). • Grave (>20 mm).
REPERCUSIÓN HEMODINÁMICA	• Ninguna. • Taponamiento cardiaco. • Efusivo-constrictiva.
COMPOSICIÓN	• Trasudado. • Exudado.

En países desarrollados, la mayoría de los casos de derrame pericárdico permanecen como etiología idiopática, mientras que otras causas comunes pueden incluir el cáncer, las infecciones, causas iatrogénicas y enfermedades del tejido conectivo[3].

El taponamiento cardiaco es un síndrome secundario a la compresión del corazón, que impide el llenado efectivo de las cámaras cardiacas. Una elevada proporción de pacientes que sufren un derrame pericárdico permanecen asintomáticos, siendo un hallazgo incidental tras la realización de pruebas diagnósticas por otros motivos.

Los síntomas pueden englobar la disnea de esfuerzo, el dolor torácico o la sensación de plenitud. Además, pueden aparecen síntomas inespecíficos como debilidad, astenia, fiebre o palpitaciones. La exploración física puede ser anodina en aquellos pacientes sin repercusión hemodinámica. Sin embargo, una vez producido el taponamiento cardiaco aparecen los síntomas típicos de este.

TABLA 2. Signos y síntomas del taponamiento cardiaco[4].

HIPOTENSIÓN	Taquicardia.
AUMENTO DE LA PRESIÓN VENOSA YUGULAR	Disnea o taquipnea.
PULSO PARADÓJICO	Disminución de ruidos cardiacos.

La magnitud del trastorno clínico y hemodinámico depende de la velocidad de acumulación y la cantidad de líquido pericárdico, además de las características físicas del pericardio y la distensibilidad de las cámaras cardiacas.

4. INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES

La prioridad o indicación para practicar el drenaje pericárdico puede ser clasificada entre electiva o emergente. La premura en realizar la pericardiocentesis va a venir determinada por la inestabilidad hemodinámica del paciente. Cuanto más aguda y súbita sea la formación del derrame, mayor inestabilidad hemodinámica sufrirá el paciente[5]. Teniendo en cuenta estos aspectos, las indicaciones para la práctica de pericardiocentesis se recogen en la siguiente tabla[6]:

TABLA 3. Indicaciones de pericardiocentesis.

PERICARDIOCENTESIS ELECTIVA	PERICARDIOCENTESIS URGENTE
• Derrame pericárdico moderado/severo que no responde a tratamiento médico. • Derrame pericárdico sin categorizar etiología con sospecha de pericarditis tuberculosa, bacteriana o neoplásica. • Derrame pericárdico crónico severo sin repercusión hemodinámica.	• Derrame pericárdico con compromiso hemodinámico. • Taponamiento cardiaco por perforación coronaria. • Taponamiento cardiaco por perforación miocárdica.

En cuanto a las contraindicaciones para el desarrollo de la técnica, no presenta contraindicaciones absolutas ante la presencia de taponamiento cardiaco y shock. Ante una disección aórtica o una rotura cardiaca, la pericardiocentesis percutánea está contraindicada, ya que puede agravar la situación si la descompresión se realiza de manera rápida, aunque si se realiza el drenaje de manera controlada, puede ser una solución temporal hasta establecer manejo quirúrgico. Por último, la coagulopatía severa, la terapia anticoagulante y la trombocitopenia (PLTc <50,000/mm^3) pueden suponer contraindicaciones relativas[6].

5. TÉCNICA: PERICARDIOCENTESIS PERCUTÁNEA

La pericardiocentesis es una técnica que todo personal de hemodinámica debe dominar y conocer a la perfección, ya que, en ocasiones, la pronta instauración de la técnica juega un papel crucial en el pronóstico del paciente. Para ello, la gran mayoría de las casas comerciales cuentan con un pack de pericardiocentesis en el que incluyen todo el material necesario para la realización de la técnica como se observa en la **Figura 2**.

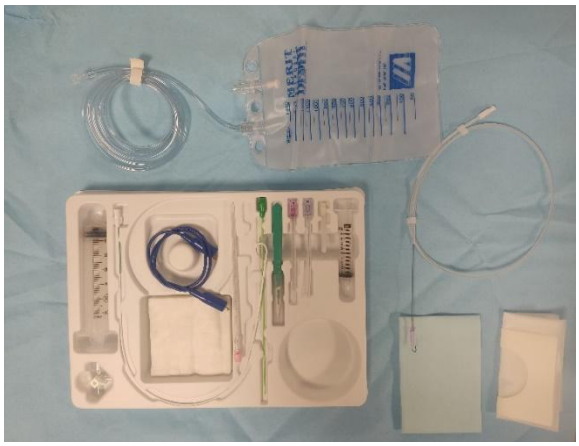


Figura 2. Fuente: elaboración propia.

TABLA 4.

Campo quirúrgico estéril	Dilatador 6Fr	Llave de 3 pasos, jeringa *luer-lock* 60cc	Jeringas 10cc
Aguja de punción 18G	Catéter de drenaje pericárdico 6Fr	Bolsa de drenaje Apósito fijación Seda de fijación	Aguja intramuscular
Guía metálica J 0,035" 80 cm	Adaptador de electrodo	Bisturí	Anestésico local (Mepivacaína 1%)

El abordaje por excelencia utilizado en este caso es el subxifoideo, puncionando con ángulo de 30°-45°, previa infiltración de anestesia local, justo debajo del apéndice xifoides, desplazado 1 cm a la izquierda de la línea media orientando la aguja hacia el hombro izquierdo[7].

Este abordaje es el más seguro en caso de pericardiocentesis de emergencia y reduce el riesgo de neumotórax.

Durante el desarrollo de la técnica, se puede hacer uso de un adaptador de monitorización electrocardiográfica para evitar así el daño miocárdico y orientar al cardiólogo intervencionista en la punción. Al conectar una derivación precordial al adaptador y este a la aguja de punción, el EKG puede ayudar a identificar su ubicación. El contacto de la aguja con el pericardio genera un supradesnivel del segmento ST, mientras que cualquier elevación del ST, presencia de extrasístoles o deflexión negativa del QRS indica contacto con el miocardio, lo que requiere la retirada inmediata de la aguja[7].

Una vez confirmado que la aguja está en el pericardio, se procede al avance de la guía J, verificando en la fluoroscopia que su morfología sea compatible con la cavidad pericárdica.

A través de dicha guía previa dilatación del punto de inserción con un dilatador, se avanza el catéter que quedará alojado en el pericardio. A continuación, se procederá a realizar la extracción del líquido acumulado de manera manual para posteriormente conectarlo a una bolsa de drenaje y fijarlo adecuadamente para evitar la extracción del catéter. Finalmente, si la pericardiocentesis tiene fines diagnósticos, etiquetaremos correctamente las muestras pertinentes.



Figura 3. Avance catéter pericardiocentesis.

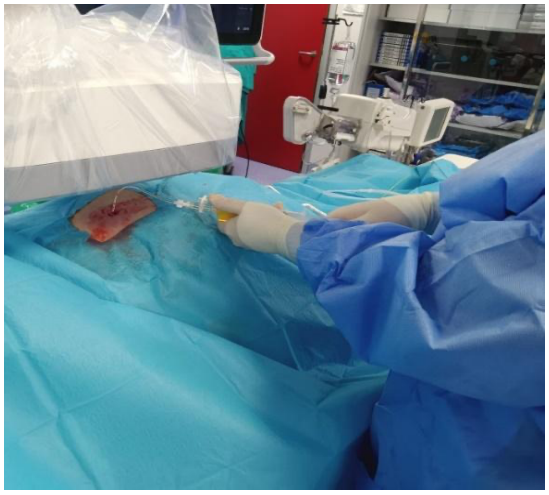


Figura 4. Extracción manual líquido pericárdico.

Fuente: elaboración propia.

6. CUIDADOS DE ENFERMERÍA

Los cuidados de enfermería irán dirigidos a una detección temprana de los signos y síntomas del derrame pericárdico/taponamiento cardiaco, acompañado de una actuación óptima de acuerdo con la situación de mayor o menor urgencia que nos encontremos[8]. Podemos distinguir tres momentos claves en la actuación enfermera:

PREVIO AL PROCEDIMIENTO

- **Valoración del paciente:** evaluación de los signos y síntomas, registro de los signos vitales y situación global, y revisión de la historia clínica y antecedentes: patologías previas, alergias medicamentosas.
- **Preparación del paciente:** explicación del procedimiento enumerando riesgos y beneficios, siempre que la situación nos lo permita comprobaremos que el paciente entiende la actuación que vamos a llevar a cabo. Se colocará al paciente en posición de semi-Fowler y se procederá a comprobar los accesos venosos, a ser posible dos vías venosas periféricas. Por último, se monitorizará al paciente EKG, tensión arterial y saturación, y se preparará la medicación necesaria, administrando antibioterapia en el paciente con alto riesgo de infección si fuera requerido.
- **Preparación de la zona de punción:** desinfección de la zona con antiséptico (Clorhexidina 2%) y colocación del campo estéril.
- **Preparación de la mesa quirúrgica y el material necesario.**

DURANTE EL PROCEDIMIENTO

- Ayudar a mantener la posición del paciente.
- Colaboración con el facultativo durante el procedimiento.
- Vigilancia continua de los signos vitales y EKG.
- Preparación para intubación si fuera necesario. Administración de volumen y drogas si precisa.
- Soporte emocional al paciente. Dar información y apoyo.

POSPROCEDIMIENTO

- Valoración continua y control de los signos vitales y del estado hemodinámico del paciente.
- Cuidados del drenaje:
  - ✓ Mantener el apósito seco y limpio. Observar cualquier signo de sangrado o pérdida peridrenaje. Vigilar y registrar el volumen y características del líquido drenado.
  - ✓ Colocar la bolsa colectora por debajo del punto de inserción del drenaje y comprobar periódicamente la permeabilidad del drenaje.
- Educación del paciente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Santos de Soto, J.; Merino, R.; *Pericardiocentesis*. An Pediatr Contin. 2008;6(6):364-8, Elsevier.
2. Sapira, J. *The art and science of bedside diagnosis*. Baltimore, USA: Williams &Wilkins, 1990.
3. A.C Martín García, E. Díaz Peláz, A. Martín- García y P.L Sánchez. Servicio de cardiología. Hospital Universitario de Salamanca. IBSAL. Medcine. 2017;12 (44): 2621-8
4. Maisch B, Seferović PM, Ristić AD, et al. *Guía de Práctica Clínica para el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades del pericardio*. Versión resumida [Guidelines on the diagnosis and management of pericardial diseases. Executive summary]. Rev Esp Cardiol. 2004;57(11):1090-1114. doi: 10.1016/s0300-8932(04)77245-0
5. Pennacchioni A, Nanni G, Sgura FA, Imberti JF, Monopoli DE, Rossi R, et al. *Percutaneous pericardiocentesis for pericardial effusion: predictors of mortality and outcomes*. Intern Emerg Med [Internet]. 2021;16(7):1771–7. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1007/s11739-021-02642-x
6. Chiara de Carline C, Maggliolini S. *Pericardiocentesis in cardiac tamponade: indications and practical aspects* [Internet]. Escardio.org. [Acceso Febrero de 2024]. Disponible en: https://www.escardio.org/Journals/E-Journal-of-Cardiology-Practice/Volume-15/Pericardiocentesis-in-cardiac-tamponade-indications-and-practical-aspects
7. Luis SA, Kane GC, Luis CR, Oh JK, Sinak LJ. *Overview of optimal techniques for pericardiocentesis in contemporary practice*. Curr Cardiol Rep [Internet]. 2020;22(8). Disponible en: http://dx.doi.org/10.1007/s11886-020-01324-y
8. Kaplow R, Iyere K. *Cuando el taponamiento cardiaco presiona*. Nursing (Ed española). 2017;34(5):26-32.

TEMA 36

2. PERICARDIOTOMÍA

Carlos Maganto Garrido, Juan Antonio Barroso Pellico, Samara Lopéz Pérez, Tania Martín Peláez, Ana María Medina Reina, María Pilar Núñez Méndez

Hospital Universitario de Fuenlabrada. Fuenlabrada.

1. INTRODUCCIÓN

Los pacientes con enfermedad oncológica avanzada pueden presentar complicaciones como derrame pericárdico severo debido a afectación cardiaca metastásica. En la mayoría de los casos, estos derrames severos con gran cantidad de volumen hemático pueden llegar a producir taponamiento cardiaco, siendo necesario en estas ocasiones un drenado urgente que se realiza de forma generalizada con pericardiocentesis. Este derrame pericárdico maligno tiene una alta tasa de recurrencia después de la pericardiocentesis.

Como alternativa a la pericardiocentesis, tenemos el procedimiento de pericardiotomía percutánea con balón (PBP por sus siglas en inglés), un procedimiento antiguo, descrito en 1991 por el Dr. Igor Palacios, que consiste en la realización de un orificio en la hoja parietal del pericardio mediante un balón de valvuloplastia para evitar la acumulación de líquido en el saco pericárdico. Es una técnica relativamente sencilla, segura y mínimamente invasiva que puede ser eficaz en la prevención de la recurrencia en muchos pacientes con derrame pericárdico maligno grave. Este enfoque podría reducir la necesidad de reintervenciones y mejorar la calidad de vida de los pacientes oncológicos.

2. INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES

La indicación fundamental es el derrame pericárdico de origen neoplásico maligno donde se ha demostrado que es un tratamiento seguro y eficaz, incluso en aquellos casos recurrentes después de un primer procedimiento[1]. Además, este procedimiento es especialmente útil en este grupo de pacientes para evitar abordajes más agresivos y mal tolerados, ya que tienen muy mal pronóstico respecto a su enfermedad oncológica.

Por otro lado, se ha demostrado que esta técnica es segura y factible en el tratamiento del derrame pericárdico basado en enfermedad no maligna[2]. También en los derrames pericárdicos recurrentes, después de la pericardiocentesis inicial, la pericardiotomía percutánea con balón puede considerarse, en lugar de la cirugía, como una estrategia alternativa con una alta tasa de éxito tanto en población infantil como adulta[3].

En cuanto a las contraindicaciones de esta técnica, no tenemos contraindicaciones absolutas, salvo situaciones de urgencia inmediata como el taponamiento cardiaco con compromiso hemodinámico donde se indicaría la pericardiocentesis o el taponamiento cardiaco con disección de aorta (indispensable el tratamiento cardioquirúrgico inmediato). Otras contraindicaciones más relativas, aparte de las propias de falta de material técnico o desconocimiento de la técnica, serían trastornos de la coagulación no corregidos o derrame de difícil acceso percutáneo.

3. PROCEDIMIENTO: PERICARDIOTOMÍA PERCUTÁNEA CON BALÓN

El objetivo principal de la pericardiotomía percutánea con balón[4] (*PBP* en inglés) es desgarrar el pericardio y crear una comunicación directa entre los espacios pericárdico y pleural, permitiendo de esta manera el drenaje de líquido desde el primero hacia el segundo. Con esto, se lograría evitar la aparición de taponamiento cardiaco y la necesidad de reintervenciones.

Dicho procedimiento, excepto en escenarios emergentes, se realiza en una sala de hemodinámica, a disposición de monitorización electrocardiográfica, fluoroscopia y ecocardiografía.

3.1 PREPARACIÓN DE LA INTERVENCIÓN

- Comprobación del aparataje de la sala.
- Revisar material en sala, stock de farmacia, etc.
- Identificar al paciente y monitorización pertinente.
- Asegurar accesos vasculares (vía venosa periférica de buen calibre).
- Informar al paciente sobre el procedimiento.
- Administrar antibioterapia profiláctica y la medicación de sedoanalgesia[5] que precise, con frecuencia se busca un estado de sedación consciente[6].

TABLA 1. Medicación necesaria durante intervención.

Cefazolina, vancomicina.	Lidocaína 1-2%, Levobupivacaína 1-2%.
Midazolam.	Contraste radiológico diluido al 50% con SSF.
Cloruro mórfico, Fentanilo.	Suero salino fisiológico heparinizado.

3.2 MATERIAL NECESARIO

Dado que se ha descrito con anterioridad la técnica de la pericardiocentesis, se adicionará el material que requiere la PBP:

- Introductor 8-10 French[6].
- Guía de 0,035'' de 150 cm de longitud.
- Balón de dilatación de 30-40 x 16-20 mm.
- Jeringa 20cc con conexión *luer-lock*.

3.3 DESARROLLO DE LA TÉCNICA

Se coloca al paciente en decúbito supino en posición Fowler >45º. Será necesario durante el desarrollo de la técnica tener al paciente bajo monitorización continua electrocardiográfica, de presión arterial y saturación de oxígeno.

La PBP se realiza bajo anestesia local tras dosis pertinente de antibioterapia profiláctica y sedoanalgesia.

La primera elección a la hora de puncionar el espacio pericárdico es el abordaje subxifoideo[4,5,6], ya descrito con anterioridad en este capítulo. Posteriormente, se introduce la guía de 0,035'' bajo fluoroscopia[5] y se aloja el introductor en la cavidad pericárdica, utilizando contraste radiológico para localizar el pericardio parietal[4].

A continuación, se avanza el balón de dilatación hasta el borde pericárdico[7] y posicionar sobre éste la zona media del balón[5,6] para posteriormente inflarlo suavemente, creando así en la imagen radiológica la forma de reloj de arena que se observa en la **Figura 1**[7]. Se realizan inflados sucesivos[4] hasta alcanzar el diámetro objetivo del globo, provocando un estiramiento y desgarro del pericardio parietal[6], como se observa en la **Figura 2**[7].



Figura 1.

Fuente: *case report in cardiology*.

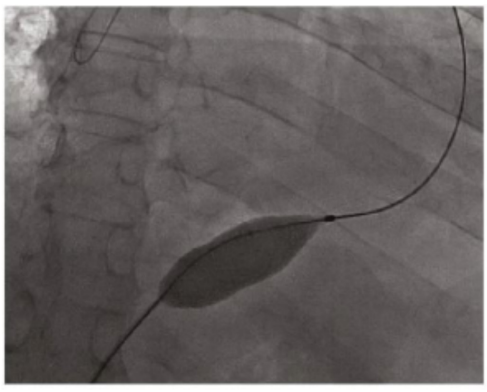


Figura 2.

Fuente: *case report in cardiology*.

En la mayoría de los pacientes se deja un drenaje pericárdico al finalizar el procedimiento[4,6,7] y se realiza un control posterior de posibles complicaciones mediante radiografía de tórax, ecografía o EET[4,7]. Adicionalmente, se realizará la recogida de muestras de líquido pericárdico necesarias para su análisis en laboratorio[5].

En 2021, destacan los autores Matute-Blanco et al[4] que la pericardiotomía percutánea con balón se realiza inicialmente con un balón único. Sin embargo, estudios posteriores alegan que la utilización de dos balones mejoraba el anclaje de éstos al pericardio parietal, reduciendo la necesidad de administración de contraste y creando comunicaciones pleuro-pericárdicas de mayor tamaño que facilitan la evacuación de líquido pericárdico, todo ello sin haberse reportado mayor tasa de complicaciones respecto a la técnica clásica.

4. CUIDADOS DE ENFERMERÍA PERICARDIOTOMÍA

Distinguimos tres momentos claves en la actuación enfermera:

PREVIO AL PROCEDIMIENTO:

- **Valoración del paciente.**
- **Evaluación y registro** de los signos y síntomas y revisión de la historia clínica y antecedentes.
- **Preparación del paciente:** el paciente se colocará en posición de *semifowler* y se explicará el procedimiento, riesgos y beneficios. Comprobaremos los accesos venosos y prepararemos la medicación y la zona de punción.
- **Preparación de la mesa quirúrgica y el material necesario:** preparación del introductor/es, del balón/balones de pericardiotomía y todo el material previamente mencionado en el anterior apartado.
- **Preparar y revisar el material de emergencia** (carro de parada respirador, bomba, etc.).

DURANTE EL PROCEDIMIENTO

La actuación enfermera durante el procedimiento no difiere de la enumerada en la pericardiocentesis, asegurando una adecuada asepsia y seguridad durante el procedimiento.

POSTERIOR AL PROCEDIMIENTO

La atención posterior a la pericardiotomía es similar a la ofrecida ante una pericardiocentesis (ver apartado 37.1: pericardiocentesis).

BIBLIOGRAFÍA

1. Borja Rivero-Santana MD, Santiago Jimenez-Valero MD, Alfonso Jurado-Roman MD, PhD, Guillermo Galeote MD, PhD, Teresa Lopez-Fernandez MD, PhD, Raul Moreno MD, PhD. *The BALTO Registry: Long-term results of percutaneous BALloon pericardioTomy in oncological patients*. First published: 11 January 2024 https://doi.org/10.1002/ccd.30953
2. Holger H. Sigusch, Wolff Geisler, Ralf Surber, Marc Schönweiss & Jens Gerth. *Percutaneous balloon pericardiotomy: efficacy in a series of malignant and nonmalignant cases*. Pages 331-336 | Received 04 May 2022, Accepted 05 Aug 2022, Published online: 18 Aug 2022. https://doi.org/10.1080/14017431.2022.2111463
3. Herron C, Forbes TJ, Kobayashi D. *Single center experience of pediatric percutaneous balloon pericardiotomy.* Cardiol Young [Internet]. 3 de noviembre de2020 [Acceso Febrero 2024]:1-4. Disponible en: https://doi.org/10.1017/s1047951120003686
4. Matute-Blanco L, Casanova-Sandoval J, Rivera K, Fernández-Rodríguez D. *Derrame pericárdico severo recurrente y amiloidosis cardíaca senil: utilidad de la pericardiotomía con balón*. Rev Espanola Geriatr Gerontol [Internet]. Septiembre de 2021 [Acceso Febrero 2024];56(5):320-2. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.regg.2021.02.009
5. Irazusta FJ, Jiménez-Valero S, Gemma D, Meras P, Galeote G, Sanchez-Recalde A, Rial V, Moreno R, Lopez-Sendon JL. *Percutaneous balloon pericardiotomy: Treatment of choice in patients with advanced oncological disease and severe pericardial effusion.* Cardiovasc Revascularization Med [Internet]. Julio de 2017 [Acceso Febrero 2024];18(5):S14—S17. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.carrev.2017.03.029
6. Herron C, Forbes TJ, Kobayashi D. *Single center experience of pediatric percutaneous balloon pericardiotomy.* Cardiol Young [Internet]. 3 de noviembre de 2020 [Acceso Febrero 2024]:1-4. Disponible en: https://doi.org/10.1017/s1047951120003686
7. Aqel R, Elqadi M, Hammouri A, Alqadi MS. *Percutaneous Balloon Pericardiotomy (PBP) Revisited: A Case Report and Review of Literature*. Case Rep Cardiol [Internet]. 1 de junio de 2020 [Acceso Febrero 2024]; 2020:1-3. Disponible en: https://doi.org/10.1155/2020/8121763

TEMA 37

ABLACIÓN MIOCÁRDICA SEPTAL TRANSLUMINAL PERCUTÁNEA

Raquel Fernández Sánchez, Eva María Alba Navarro, Sergio Hinojosa Sanz, Lorena Navarro Vegas, Alba Márquez Gallego

Unidad de Hemodinámica del Hospital Universitario de la Vall d'Hebron de Barcelona. Barcelona.

1. INTRODUCCIÓN

La ablación septal con alcohol (ASA) es un procedimiento dirigido a reducir el gradiente subaórtico en pacientes con miocardiopatía hipertrófica obstructiva (MCHO) sintomática provocando necrosis septal[1].

La miocardiopatía hipertrófica obstructiva es un trastorno cardiovascular hereditario autosómico dominante que produce una hipertrofia grave del ventrículo izquierdo[2]. En esta entidad, existe obstrucción del flujo a través del tracto de salida del ventrículo izquierdo (TSVI)[3]. Los pacientes frecuentemente presentan fatiga, disnea, dolor torácico, síncope, palpitaciones y muerte súbita cardiaca[4].

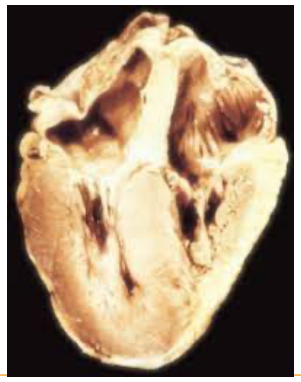


Figura 1. Miocardiopatía hipertrófica.

Fuente: *Miocardiopatía hipertrófica: enfoque y manejo del paciente asintomático.* Sociedad Castellana de Cardiología. Monocardio N° 2 Vol.II 102-115.

El diagnóstico por excelencia es el ecocardiograma, coexistiendo con otras pruebas diagnósticas como son el electrocardiograma, la resonancia magnética y la prueba de esfuerzo, entre otras.

Históricamente, el tratamiento médico se ha limitado al uso de betabloqueantes (propanolol, bisoprolol, etc.), la disopiramida, el verapamilo y el diltiazem. Los pacientes que tienen síntomas médicamente refractarios de obstrucción dinámica del tracto de salida del ventrículo izquierdo pueden beneficiarse de la terapia de reducción septal, incluida la miectomía septal o ASA[2].

Tanto el ASA como la miectomía septal, pueden usarse para tratar la MCHO; el ASA ofrece resultados similares en pacientes adecuadamente seleccionados con, potencialmente, menos complicaciones importantes[2].

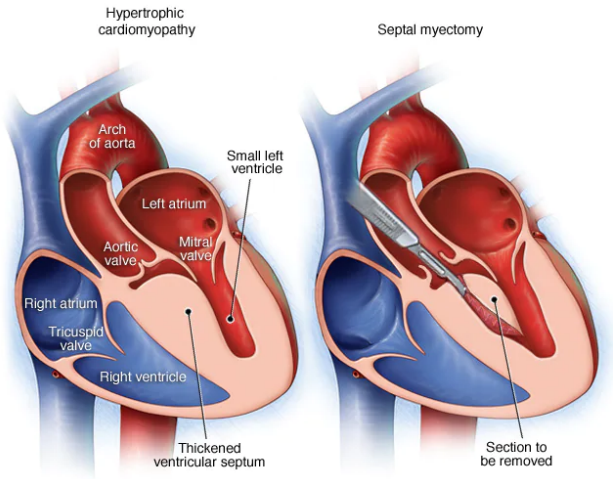


Figura 2. Miectomía septal quirúrgica.

Fuente: *Miectomía septal quirúrgica* (https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/hypertrophic-cardiomyopathy/multimedia/septal-myectomy-image/img-20123847).

2. OBJETIVO

La ASA implica la infusión de alcohol en una arteria septal epicárdica que irriga el tabique basal para generar un infarto iatrogénico y, por tanto, reducir la obstrucción del tracto de salida debido a la hipocontractilidad específica temprana, el adelgazamiento del tabique a plazo intermedio y la remodelación tardía[2].

El factor determinante de la eficacia de la ASA es la reducción o la resolución completa de la obstrucción del TSVI y la mejora del estado funcional; la mayor parte del efecto se produce dentro de los 3 a 6 meses posteriores al procedimiento[2].

3. INDICACIONES

El éxito de la ASA depende de la selección del paciente, la experiencia del operador y la adecuada elección de la rama septal donde se colocará el alcohol.

Los criterios de selección específicos para proceder son los siguientes[2,5-7]:

1. Pacientes con síntomas severos (angina de pecho clase III/IV de la CCS; disnea clase III/IV de la NYHA o episodios recurrentes de síncope) refractarios a pesar de tratamiento medicamentoso óptimo.
2. Grosor del septo interventricular (SIV) ≥15 mm y menos de 30 en la ecografía.
3. Obstrucción dinámica en el TSVI con un gradiente máximo ≥30 mmHg en reposo o ≥50 mmHg inducido (maniobra de provocación-valsalva).
4. Válvula mitral sin enfermedad intrínseca importante.
5. Arteria septal de calibre adecuado.
6. Ausencia de necesidad de otra cirugía cardiaca concomitante.

4. METODOLOGÍA

a) Estudios previos requeridos

1. **Ecocardiograma:** Se realizará una ecocardiografía transtorácica (ETT). Solo en caso de mala calidad de estudio, se requerirá estudio transesofágico. En el ETT se recomienda las visiones en 2 cámaras, 5 cámaras y subcostal; utilizando el Eco Doppler continuo a color para localizar el área generadora de gradiente, así como la cuantía del mismo en reposo y tras maniobra de Valsalva.

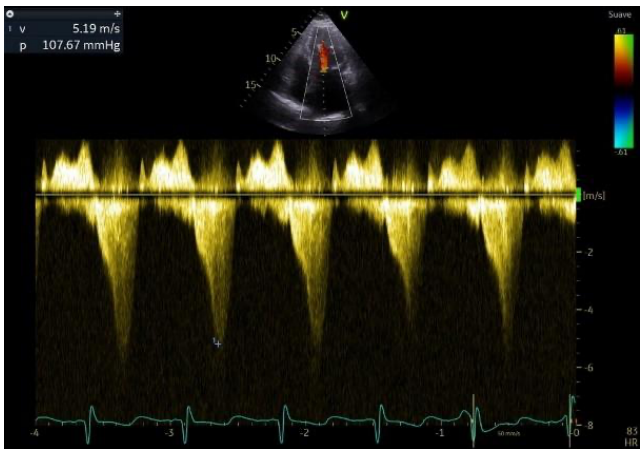


Figura 3. Eco Doppler. Preablación.

Fuente: Fotografía del Gabinete de Ecocardiografía del Hospital Universitario de la Vall d'Hebron.

2. **Cateterismo cardiaco diagnóstico:** Ha de realizarse una coronariografía previa para valorar las ramas septales que son susceptibles de ablación, así como un estudio de las presiones intracavitarias para evaluar el gradiente intraventricular. La medición de estas presiones (AO) y (VI) debe realizarse de manera simultánea, además de realizar por parte del paciente una maniobra de Valsalva o en latidos pos extra sistólicos (fenómeno Brockenbrough). Los accesos que necesitaremos para este procedimiento serán dos arterias y una vena femoral.



Figura 4. Medición simultánea de presiones de ventrículo izquierdo y aorta.

Fuente: Fotografía Unidad de Hemodinámica del Hospital Universitario de la Vall d'Hebron.

b) Preparación del paciente

1. Información al paciente y familiares acerca de en qué consiste el procedimiento, así como la obtención del consentimiento médico.
2. Preparación del paciente como en cualquier cateterismo programado: obtención vía periférica, rasurado de muñecas e ingles y administración de premediación sublingual para que el paciente esté más tranquilo.

c) Técnica

Este procedimiento debería realizarse en centros con experiencia mínima de diez procedimientos al año y dentro de un equipo multidisciplinar que realice una valoración y tratamiento global de estos pacientes[7].

En los accesos arteriales colocaremos un catéter guía y en el otro un *pigtail* en VI. El acceso venoso femoral lo utilizaremos para la colocación del marcapasos transitorio en ventrículo derecho, dado el riesgo de bloqueos auriculoventriculares durante el procedimiento y en las horas posteriores.

El procedimiento se lleva a cabo de manera similar a una angioplastia coronaria convencional. La anticoagulación recomendada consiste en la administración habitual de 100 U/kg de peso de heparina sódica al 1%.

Dado que la ablación con alcohol (etanol) de las ramas septales puede generar un cuadro doloroso similar a un infarto de miocardio espontáneo, se recomienda una sedación adecuada para mejorar la tolerancia del paciente durante el procedimiento.

Es fundamental que el operador haya seleccionado previamente las ramas a evaluar, basándose en una valoración detallada de la coronariografía diagnóstica. Generalmente, se eligen las ramas septales más significativas, especialmente aquellas que emergen de la porción más proximal de la arteria descendente anterior, ya que el objetivo es ablacionar la porción más basal del septo intraventricular.

La eficacia y seguridad del procedimiento han mejorado notablemente con la incorporación del ecocardiograma transtorácico, que permite una mejor visualización y control durante la intervención.

Una vez seleccionada la rama a estudiar, se avanza una guía convencional de angioplastia de 0,014” hacia dicha rama. Es recomendable avanzar la guía lo más distal posible, tomando las precauciones necesarias para evitar la perforación vascular.

Posteriormente, se introduce un balón coaxial, cuyo tamaño debe estar ligeramente sobredimensionado en relación con el diámetro de la rama, generalmente entre 2 mm y 2,5 mm.

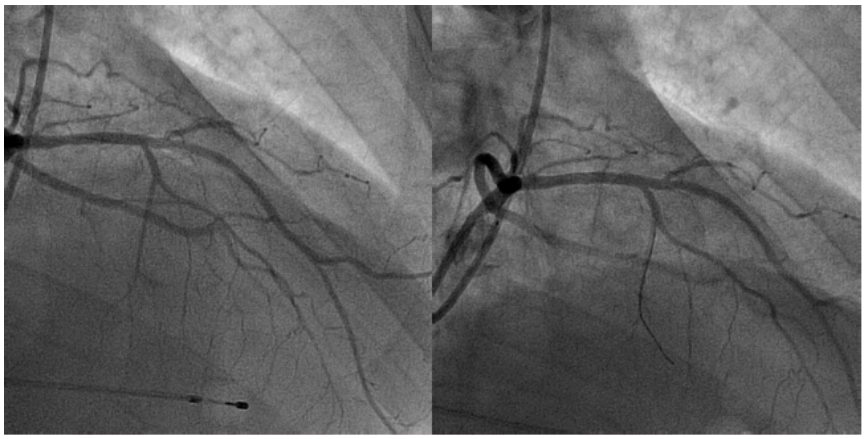


Figura 5. Angiografía que muestra anatomía septal. Electrocatéter en primera imagen en VD. Guía coronaria 0,014 en 1.ª septal.

Fuente: Fotografía de la Unidad de Hemodinámica del Hospital Universitario de la Vall d'Hebron.

En este punto se realizan dos comprobaciones de seguridad:

I. Con el balón coaxial inflado y a través de la luz (retirando la guía angioplastia) se inyecta una pequeña cantidad de contraste radiológico con una jeringa de 1 ml *luer*, para comprobar que no hay extravasación de contraste a la rama principal donante ni existan colaterales desde la rama septal a otras ramas lo que pudiera provocar un infarto extenso.

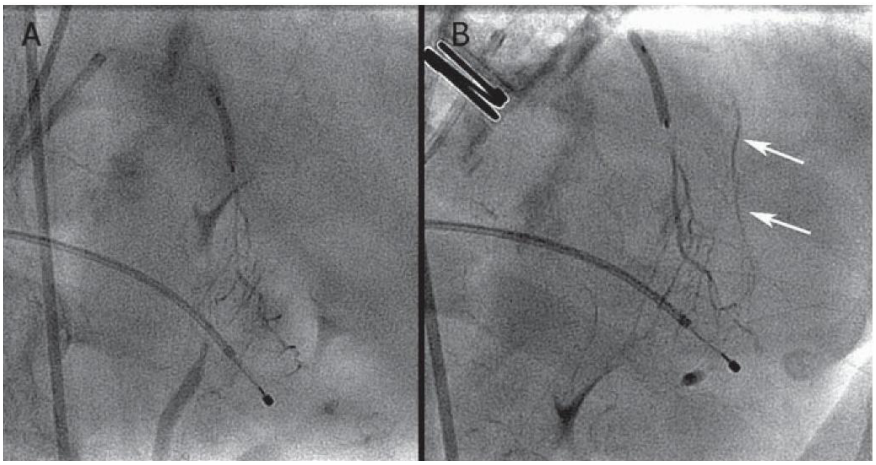


Figura 6. Balón coaxial inflado comprobando la oclusión de la septal.

Fuente: *Ablación septal de la miocardiopatía hipertrófica obstructiva: atención a las colaterales.* Vol. 62. Num 8. Revista Española de Cardiología.

II. Con el ecocardiograma inyectando posteriormente por la misma luz contraste ecocardiográfico, se comprueba el área del septo interventricular afectada por esa rama, lo que va a predecir la zona infartada cuando hagan la ablación. Con esta

maniobra también nos permite descartar que la ablación de la rama vaya a afectar a otras zonas del septo que no nos interesa ablacionar.

Una vez seleccionada la rama y hechas las comprobaciones, se realiza la inyección de alcohol con el balón inflado. Se recomienda avisar al paciente del posible dolor y medicar (cloruro mórfico o fentanilo) antes de inyectar entre 1-3 ml de alcohol siguiendo la regla de 1 ml por cada 10 mm de septo. Asimismo, se comprueba mediante el ecocardiograma la efectividad de la ablación valorando la pérdida de motilidad de la zona septal ablacionada. Una vez desinflado el balón, se comprueba la oclusión del vaso mediante angiografía, como el correcto flujo de la descendente anterior.

El procedimiento se considerará exitoso si ha logrado reducir significativamente el gradiente, lo que se asocia a una hipoquinesia del músculo cardiaco en la zona ablacionada. Si no existe una mejoría del gradiente puede intentar la ablación de otra rama en el mismo procedimiento. No obstante, se ha de tener en cuenta que la mejoría del gradiente no puede ser adecuadamente valorada hasta transcurridos unos 3-6 meses una vez producida la cicatriz y el remodelado tras el infarto.

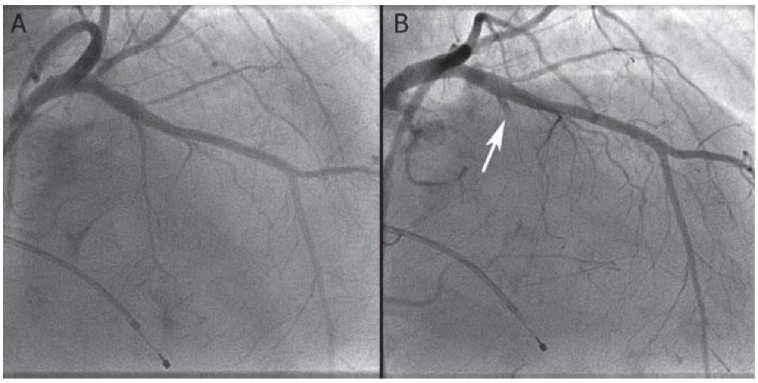


Figura 7. Oclusión de la rama septal tras inyección de alcohol.

Fuente: *Ablación septal de la miocardiopatía hipertrófica obstructiva: atención a las colaterales.* Vol. 62. Num 8. Revista Española de Cardiología.



Figura 8. Reducción del gradiente AO-VI.

Fuente: Fotografía de la Unidad de Hemodinámica del Hospital Universitario de la Vall d'Hebron.

Además de registrar las presiones, se realiza un Eco Doppler para evaluar la disminución del gradiente.

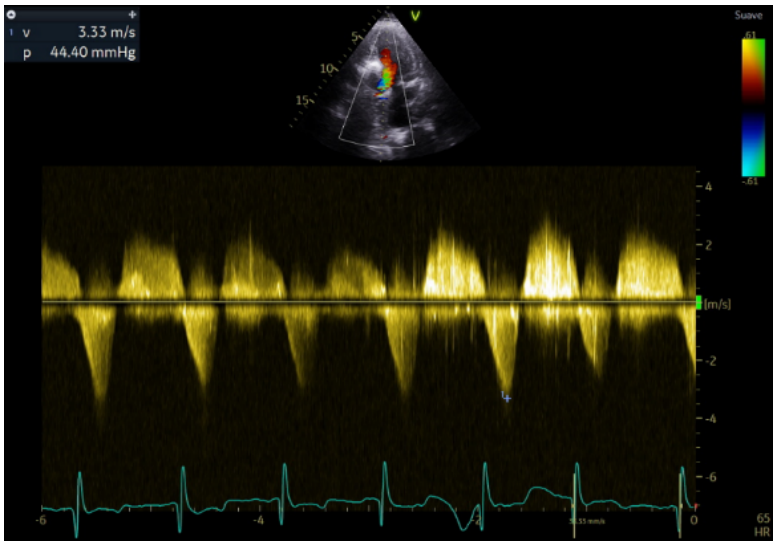


Figura 9. Eco Doppler. Reducción del gradiente posablación.

Fuente: Fotografía del Gabinete de ecocardiografía del Hospital Universitario de la Vall d'Hebron.

Una vez finalizado el procedimiento, los accesos deben ser tratados como cualquier angioplastia y protocolo de cada hospital.

d) Seguimiento

1. **Estancia hospitalaria:** el paciente ingresará en la UCI y permanecerá con el cable de marcapasos hasta pasadas las primeras 24 horas por el riesgo de bloqueos auriculoventriculares. También deberá realizarse una monitorización de las enzimas cardiacas para controlar la evolución del infarto. Administrar analgesia para el dolor residual según pauta médica y ECG de 12 derivaciones cada 24 horas.
2. **Al alta:** se recomienda el uso de betabloquedores a dosis bajas. A los 3 meses deberá acudir a la consulta de cardiología con un ecocardiograma de control. En la visita se le hará hincapié en la sintomatología y evolución de la clase funcional.

BIBLIOGRAFÍA

1. J.M. Hernández de la Torre, M. Masotti, P. Lerena, A. Sánchez, F. Gimeno de Carlos, P. Piñón, et al. *Eficacia y seguridad a más de 10 años de la ablación septal percutánea en la miocardiopatía hipertrófica obstructiva.* Rev Esp Cardiol. 2014; 67(5): 353-358 https://10.1016/j.recesp.2013.09.005
2. Bali, A.D., Khan, S. & Naidu, S.S. State-of-the-Art Review: Alcohol Septal Ablation in Hypertrophic Cardiomyopathy Curr Treat Options Cardio Med.2023; 25:487–499 https://doi.org/10.1007/s11936-023-01002-6

3. Sorajja, Paul; Lim, Michael J; Kern, Michae. *Manual de cateterismo cardíaco*. Edición: 7 Año: 2020: ISBN: 978-84-9113-781-8

4. Teekakirikul P, Zhu W, Huang HC, Fung E. *Hypertrophic Cardiomyopathy: An Overview of Genetics and Management*. Biomolecules. 2019;9(12):878. Published 2019 Dec 16. doi: 10.3390/biom9120878

5. Ospina-Tascón GA, Umaña M, Bermúdez W, et al. *Pericardial effusion and cardiac tamponade: a prospective study of its epidemiology, clinical characteristics and outcomes in a tertiary care hospital*. Rev Colomb Cardiol. 2018;25(3):224-231. doi: 10.1016/j.rccar.2017.12.002.

6. Karabulut U, Yilmaz Can Y, Duygu E, Karabulut D, Keskin K, Okay T. *Periprocedural, Short-Term, and Long-Term Outcomes of Alcohol Septal Ablation in Patients with Hypertrophic Obstructive Cardiomyopathy: A 20-Year Single-Center Experience*. Anatol J Cardiol. 2022 Apr;26(4):316-324. doi: 10.5152/AnatolJCardiol.2022.852. PMID: 35435843; PMCID: PMC9366452.

7. Gragnano F, Pasceri V, Limongelli G, Tanzilli G, Calabrò P, Pelliccia F. *L'alcolizzazione del setto interventricolare nella cardiomiopatia ipertrofica ostruttiva: il ruolo emergente del Cardiomyopathy Team* [*Alcohol septal ablation for hypertrophic obstructive cardiomyopathy: the emerging role of the Cardiomyopathy Team*]. G Ital Cardiol (Rome). 2021 Mar;22(3 Suppl 1):25S-31S. Italian. doi: 10.1714/3578.35631. PMID: 33847320.

8. Harol JG, Bass TA, Bashore TM, Brindis RG, Brush JE, Burke JA, et al. ACCFF/AHA/SCAI *2013 update of the clinical competence statement on coronary artery interventional procedure : A report of the american college of cardiology foundation/american heart association/american college of physicians task forcé on clinical compete*. J Am Coll Cardiol.2013;62(4):357-96. http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0735109713017555

TEMA 38

DENERVACIÓN RENAL

María Sainz González, Mercedes Benito Alfonso, Alonso Rivera Vera, María García Uria, Oria Rodríguez Rambla, Claudia Gómez Muñoz

Unidad Hemodinámica. Hospital Universitario Marqués de Valdecilla. Santander.

ABREVIATURAS

HTA: Hipertensión arterial.
PA: Presión arterial.
HTA-R: Hipertensión arterial refractaria.
MAPA: Monitorización ambulatoria de la presión arterial.
DR: Denervación renal.
PAS: Presión arterial sistólica.
PAD: Presión arterial diastólica.
ACT: Tiempo de coagulación activada.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 EPIDEMIOLOGÍA DE LA HIPERTENSIÓN Y EVOLUCIÓN DE LA TÉCNICA

La hipertensión arterial (HTA) afecta aproximadamente al 30-40% de la población adulta. En España, la prevalencia alcanza el 42,6%, siendo más común en hombres (49,9%) que en mujeres (37,1%), según datos del estudio Di@bet.es[1].

A pesar de la creciente concienciación sobre los riesgos de la HTA y los avances en tratamientos farmacológicos, en los países desarrollados un tercio de los afectados desconoce que padece la enfermedad, más de la mitad recibe tratamiento farmacológico, y menos de un tercio logra un control adecuado de la presión arterial[2].

Desde hace años son muchos los estudios que confirman que un buen control de las cifras de presión arterial (PA) reducen de forma significativa la morbilidad y mortalidad cardiovasculares[3,4]. No obstante, las cifras nos dicen que este control no es óptimo en el 20-30% de los pacientes hipertensos. Estos datos podrían tener su explicación en diversas causas como la hipertensión secundaria, un tratamiento antihipertensivo inadecuado, comorbilidades asociadas y falta de adherencia al tratamiento farmacológico[5,6].

La hipertensión refractaria (HTAR) se define como aquella hipertensión no controlada (PA > 140/90mmHg) a pesar de los cambios en el estilo de vida y el tratamiento con 3 o más fármacos antihipertensivos a dosis óptimas, siendo uno de ellos un diurético, o aquella HTA controlada con 4 o más fármacos, habiéndose descartado una causa

secundaria, siendo ésta confirmada mediante monitorización ambulatoria MAPA de 24 h[7]. Se ha estimado que la prevalencia de HTAR en España oscila entre el 10 y el 13% de los pacientes tratados[8,9]. Este grupo de pacientes además presenta como característica común un fenotipo extremo de fallo del tratamiento antihipertensivo farmacológico. En estas situaciones, queda como única alternativa a los fármacos las terapias no farmacológicas que disminuyen la activación simpática renal, como es el caso de la denervación renal[10]. La fisiopatología de la HTA es compleja y se corresponde con distintos factores, habiéndose identificado a los nervios simpáticos renales como un importante contribuyente en la progresión de la enfermedad[11].

En 1948, el Dr. Peet desarrolló una técnica de denervación renal (DR) quirúrgica, denominada simpatectomía supradiafragmática. Sin embargo, debido a sus múltiples complicaciones y una tasa de mortalidad del 5%, esta técnica dejó de utilizarse[12].

En 2007, se llevaron a cabo las primeras intervenciones de DR para el tratamiento de la hipertensión arterial resistente (HTA-R). Gracias a un mejor conocimiento de la anatomía renal y a diversos estudios, han surgido nuevos dispositivos diseñados específicamente para realizar este procedimiento de manera percutánea.

Entre los dispositivos disponibles destacan: el dispositivo Paradise® de ReCor Medical, el dispositivo Iberis® de Terumo o el dispositivo EnligHTN de St. Jude Medical[13].

Sin embargo, el más utilizado actualmente en los laboratorios de hemodinámica y que además cuenta con una mayor evidencia en estudios clínicos es el catéter Symplicity Spyral® de Medtronic, en el que nos vamos a basar para describir la técnica.

En 2009, se publicó el primer estudio sobre denervación renal (DR) en pacientes con hipertensión arterial resistente (HTA-R), el SYMPLICITY HTN-1, seguido posteriormente por el HTN-2[14]. La discrepancia entre los resultados obtenidos en estos estudios y los del HTN-3 permitió identificar áreas de mejora en la intervención, lo que llevó al desarrollo de un nuevo catéter de DR, el Symplicity Spyral[15].

Este catéter tetrapolar tiene la capacidad de realizar hasta cuatro aplicaciones simultáneas de radiofrecuencia, reduciendo el tiempo de aplicación a la mitad (60 segundos). Su diseño en espiral permite una cobertura óptima de los cuatro cuadrantes de la arteria renal, mientras que su calibre optimizado posibilita el tratamiento de arterias de hasta 3 mm de diámetro.

2. PERFIL DEL POSIBLE PACIENTE CANDIDATO

Es fundamental identificar qué pacientes pueden responder mejor a este procedimiento, debido a la complejidad de la fisiopatología de la HTA. Los datos obtenidos de los registros y ensayos clínicos aleatorizados demuestran que la denervación renal puede ser una opción a tener en cuenta en[16]:

- Pacientes con hipertensión resistente (PA>140/90 mmHg a pesar de estar en tratamiento con ≥3 antihipertensivos en dosis óptimas, uno de los cuales es un diurético, y habiendo realizado cambios en el estilo de vida.

- Pacientes con hipertensión controlada con ≥4 fármacos.
- Pacientes con hipertensión mal controlada (PA>140/90 mmHg) y que presentan un alto riesgo de sufrir eventos cardiovasculares:
  - ✓ Pacientes con frecuentes crisis hipertensivas. Crisis hipertensivas con valores de PAS >180 mmHg o de PAD >110 mmHg pueden provocar daños cerebrales, cardiacos o microvasculares[17,18].
  - ✓ Pacientes con mala adherencia al tratamiento farmacológico[19,20].
  - ✓ Pacientes con daño orgánico mediado por hipertensión arterial, en quienes el tratamiento convencional no ha logrado evitar el avance de la enfermedad[21,22].
  - ✓ Pacientes de alto riesgo cardiovascular.

En la actualidad, a la vista de los estudios que avalan la denervación renal como una opción de tratamiento válida, se busca empoderar al paciente hipertenso en el marco de un proceso de toma de decisiones compartidas. Con este fin, aparece el programa de denervación renal, fundamentado en un equipo multidisciplinario que realice la valoración integral del paciente, desde la selección de candidatos, pasando por la valoración previa a la intervención, el procedimiento y el seguimiento posterior[23]. Este proceso debe realizarse en unidades específicas especializadas en el tratamiento de la HTA y en colaboración con unidades de cardiología intervencionista. El paciente debe ser examinado tres meses antes del procedimiento. La HTA no controlada debe ser confirmada mediante MAPA durante 24 horas[23]. En caso de confirmarse, identificar y corregir aquellas situaciones que aumentan los niveles de PA, tales como: obesidad, apnea obstructiva del sueño, la sal, algunos fármacos o la no adherencia al tratamiento, entre otras. Es fundamental descartar HTA secundaria o, si se diagnostica, tratarla eficazmente. Sin embargo, algunas no son una contraindicación absoluta para la denervación renal[24].

3. PRECAUCIONES Y CONTRAINDICACIONES DE LA DENERVACIÓN RENAL

El procedimiento no está estudiado en embarazadas, lactantes, mujeres que deseen quedarse embarazadas, diabéticos tipo I, pacientes con angioplastia renal previa, *stents* uretrales permanentes, injertos aórticos o anatomía renal anómala[25].

En el caso de pacientes con marcapasos implantados o portadores de desfibriladores cardioversores, estos dispositivos pueden verse afectados durante el uso de la ablación por radiofrecuencia. En estas situaciones, se recomienda apagar el dispositivo implantable durante el procedimiento y hacer uso de fuentes externas temporales que suplan la función. Una vez finalizada la intervención realizar un análisis completo del correcto funcionamiento del dispositivo[25].

Se debe tener precaución con pacientes en los que una bajada de presión arterial podría ser peligrosa como en el caso de pacientes con valvulopatías significativas.

Se recomienda evitar tratar arteria con diámetros inferiores a 3 mm o superiores a 8 mm. Y arterias con enfermedad significativa u obstrucciones limitantes de flujo[25].

4. OPTIMIZACIÓN DE LA TÉCNICA

Los diferentes estudios, así como un mejor conocimiento de la anatomía de los nervios renales, han permitido el desarrollo de nuevos dispositivos de ablación que han optimizado la técnica, que actualmente se basa en los siguientes objetivos:

- Asegurar el tratamiento de los cuatro cuadrantes de la arteria renal. Múltiples ablaciones en los cuatro cuadrantes son más eficaces para disminuir el contenido tisular renal de norepinefrina[26].
- No sólo tratar el tronco principal de la arteria renal, sino expandir el tratamiento a las ramas secundarias. Al estudiar la anatomía de la inervación simpática se descubrió que, a pesar de que a un nivel más proximal hay más fibras nerviosas, y por ello antes se recomendaba realizar ahí el tratamiento, éstas se encuentran a una distancia de la luz vascular que hace más difícil ser alcanzadas adecuadamente por la energía de radiofrecuencia liberada en el interior del vaso. Por el contrario, en la porción más distal las fibras nerviosas están más cercanas a la luz[27,28].
- Realizar el máximo número posible de puntos de ablación, respetando una distancia de 5 mm entre ellos y distribución de los cuatro cuadrantes[29].



Figura 1. Angiografía de la arteria renal derecha previa a la denervación.

Fuente: elaboración propia.

5. PROCEDIMIENTO SYMPLICITY®

5.1 MATERIAL ESPECÍFICO

- Catéter *pigtail* 6F.
- Catéteres guía 6F "Sherpa" (Medtronic) de 55 cm de longitud: RDN-D1 o RCD-1, IMA O LIMA.
- Catéter de denervación renal multielectrodo Spyral™ de Symplicity de un solo uso que permite ablación controlada de 360 grados, en arterias de 3-8 mm de diámetro. Sistema de intercambio monorraíl. Y utiliza energía de radiofrecuencia.
- Guía de 0,014" de recubrimiento hidrofílico para un mayor control y de punta distal blanda para evitar daños en los vasos sanguíneos y el riñón.
- Generador Symplicity G3™ con control remoto. Administra energía de radiofrecuencia mediante un algoritmo. Sus parámetros incluyen: la duración del tratamiento, la temperatura de los tejidos y en tiempo real suministro de potencia modulado.
- Electrodo dispersivo compatible con el generador Symplicity G3™.
- Mando a distancia y bolsa estéril.

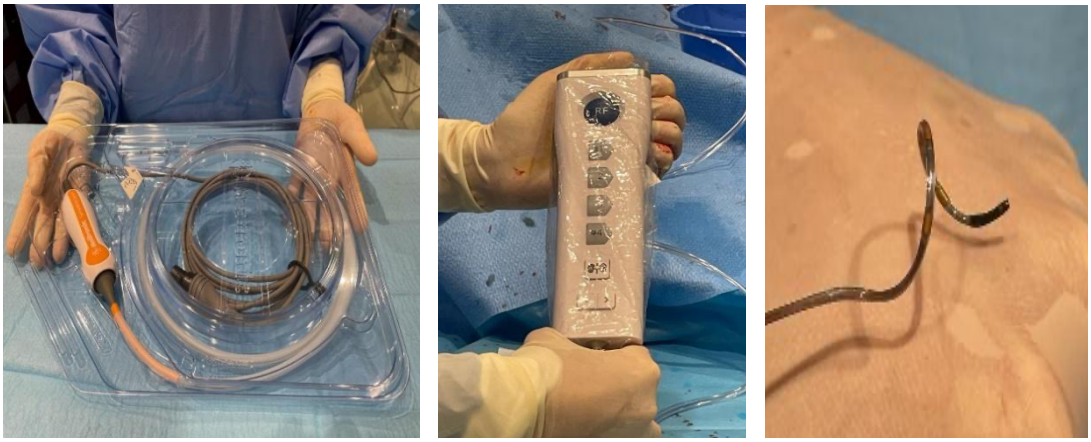


Figura 2. Contenido de la caja del Generador Symplicity G3™, control remoto y detalle del extremo distal del catéter.

Fuente: elaboración propia.

5.2 MATERIAL ADICIONAL

- Introductor de 6Fr de acceso femoral (el catéter está diseñado para uso exclusivo de femoral).
- Guía en "J"de 135 cm x 0,035".
- Contraste no iónico (diluido a 50:50).
- Solución salina heparinizada.

- Cámara de presión.
- Suero de lavado a presión heparinizado.
- Fármacos para sedación y analgesia según protocolo de la unidad.
- Dispositivo de cierre vascular femoral.

5.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

La preparación preprocedimiento del paciente incluye la verificación de la información que tanto el paciente como su familia tienen sobre el procedimiento, con el objetivo de reducir los niveles de ansiedad y resolver cualquier duda de último momento.

Es fundamental asegurarse de que el consentimiento informado esté correctamente firmado y de que el paciente cuente con una vía venosa periférica permeable, garantizando así el acceso adecuado para la administración de medicación o fluidos durante el procedimiento.

Una vez dentro de la sala de hemodinámica se mantendrá monitorizado en todo momento, tendremos que colocar el electrodo dispersivo en un lugar idóneo: que no obstaculice el procedimiento, que no tenga mucho vello, lejos de prominencias óseas, alejado de electrodos de monitorización y de prótesis o implantes metálicos. La función de este electrodo o placa neutra es la de generar junto con el catéter un circuito cerrado para la aplicación segura de la radiofrecuencia, evitando quemaduras. En caso de una mala colocación del electrodo dispersivo, el generador nos avisará y no permitirá la aplicación de radiofrecuencia.

Durante el procedimiento, la aplicación de radiofrecuencia sobre la pared arterial renal resulta considerablemente dolorosa para la gran mayoría de pacientes, es por ello que resulta aconsejable siempre que sea posible la presencia de un anestesiólogo para manejar la sedación consciente o en su defecto un protocolo específico de sedación para este procedimiento.

Tras la preparación del campo y el paciente se procede a canalizar la arteria femoral con un introductor de 6F como mínimo. En caso de dificultad o contraindicación del acceso femoral existen como alternativa registros sobre el acceso radial o braquial izquierdos dependiendo uno u otro de la estatura del paciente teniendo como referencia la longitud del catéter de ablación: en pacientes con altura inferior a 170 cm se puede considerar el acceso radial, mientras que si la altura es superior a 170 cm se puede considerar el acceso braquial.

Durante el procedimiento el paciente debe estar anticoagulado con heparina no fraccionada, se recomienda realizar ACTs como objetivo un tiempo de coagulación activado > 200 segundos.

Tras conseguir el acceso se realiza una aortografía abdominal con el objetivo de identificar la anatomía de las arterias renales y valorar el catéter idóneo para el procedimiento. Una vez conseguida la cateterización de las arterias renales se recomienda la administración de nitroglicerina y realizar una angiografía selectiva para planificar la

ablación. Después de realizar la cateterización selectiva renal, se procede a avanzar una guía de 0,35 mm hacia la zona más distal del árbol arterial renal. Si el árbol arterial presenta muchas curvas se podría considerar el uso de una guía de alto soporte. El uso de guías hidrofílicas, por su riesgo de perforación, no están recomendadas.

Se debe vigilar la temperatura e impedancia durante la administración de radiofrecuencia para garantizar el correcto funcionamiento, debido a las altas temperaturas que se alcanzan durante la ablación se recomienda irrigar la arteria con suero fisiológico tras las aplicaciones. Las aplicaciones de energía del catéter se realizan durante 60 s. Se pueden realizar todas las que sean necesarias, pero habitualmente se realizan entre 4 y 6 aplicaciones por arteria renal.

Una vez finalizado el procedimiento se comprueba la integridad de la pared arterial renal y se cierra el acceso femoral.

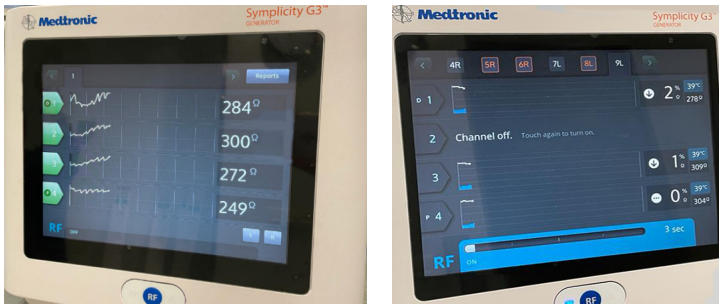


Figura 3. Interfaz de la consola.

Fuente: elaboración propia

6. COMPLICACIONES

La denervación renal ha demostrado ser un procedimiento seguro con una tasa de incidencias muy baja en lo que respecta a complicaciones inmediatas asociadas a la intervención, tanto renal como vascular, a corto y medio plazo (6-12 meses). En la mayoría de los casos se trata de problemas locales en el sitio de punción. La disección o estenosis de la arteria renal son las complicaciones renales graves que pueden aparecer descritas en la bibliografía.



Figura 4. Mensaje de error por desplazamiento del catéter en la interfaz de la consola.

Fuente: elaboración propia.

7. CUIDADOS DE ENFERMERÍA

PREPARACIÓN PREOPERATORIA

- Explicar al paciente el procedimiento que va a realizar y responder a todas sus preguntas.
- Verificar la firma del consentimiento informado.
- Realizar una evaluación preoperatoria completa, incluyendo la historia clínica del paciente, alergias, medicaciones actuales y resultados de pruebas diagnósticas.
- Asegurarse de que el paciente haya ayunado.
- Preparar el equipo necesario para el procedimiento, incluyendo los materiales estériles y el monitor de signos vitales.

APOYO DURANTE EL PROCEDIMIENTO

- Colaborar con el equipo médico durante la colocación del acceso arterial y la administración de la anestesia.
- Garantizar una sedación adecuada y segura durante el procedimiento.
- Monitorear continuamente los signos vitales del paciente, incluyendo la presión arterial, la frecuencia cardiaca, la saturación de oxígeno y la frecuencia respiratoria.
- Monitorizar la temperatura e impedancias del generador para evitar complicaciones en la pared arterial.

POSOPERATORIO INMEDIATO

- Trasladar al paciente a la sala de recuperación y monitorear de cerca su estado.
- Controlar regularmente los signos vitales y evaluar la presencia de cualquier signo de complicación, como sangrado o hipotensión.
- Proporcionar analgesia según sea necesario para controlar el dolor posoperatorio.
- Observar el sitio de punción arterial para detectar signos de sangrado o hematoma.
- Mantener al paciente en reposo y evitar movimientos bruscos que puedan comprometer el sitio de punción.
- Si no aparecen complicaciones el paciente puede irse de alta entre las 24 y 48 horas tras el procedimiento.

EDUCACIÓN Y CUIDADOS POSTERIORES

- Si no aparecen complicaciones, el paciente puede irse de alta entre las 24 y 48 horas tras el procedimiento con el mismo tratamiento antihipertensivo previo a la intervención.
- Informar al paciente sobre los signos de complicaciones que debe vigilar y cuándo buscar atención médica de emergencia.
- Es esencial que el equipo de enfermería proporcione un cuidado integral antes, durante y después del procedimiento de denervación renal para garantizar el bienestar del paciente. Además, la comunicación efectiva con el equipo médico y el paciente y su familia es clave para brindar una atención óptima.

8. DIAGNÓSTICOS DE ENFERMERÍA

Los diagnósticos enfermeros son:

1. Ansiedad R/C conocimientos deficientes. (00146) NOC Autocontrol de la ansiedad. (1402) NIC enseñanza prequirúrgica (5610).
2. Dolor. NOC Control del dolor (1605). Para lo que habrá que realizar una evaluación continua del mismo.
3. Riesgo de hemorragia NOC. Coagulación sanguínea (0409). NIC Prevención de hemorragia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Chow CK, Teo KK, Rangarajan S, et al. *Prevalence, awareness, treatment, and control of hypertension in rural and urban communities in high-, middle-, and low-income countries*. JAMA. 2013;310(9):959-968. doi: 10.1001/jama.2013.184182
2. Menéndez E, Delgado E, Fernández-Vega F, et al. *Prevalencia, diagnóstico, tratamiento y control de la hipertensión arterial en España*. Resultados del estudio Di@bet.es. Rev Esp Cardiol. 2016;69 (6):572-578. https://doi.org/10.1016/j.recesp.2015.11.036
3. MacMahon S, Peto R, Cutler J, et al. *Blood pressure, stroke, and coronary heart disease. Part 1, Prolonged differences in blood pressure: prospective observational studies corrected for the regression dilution bias*. Lancet. 1990;335(8692):765-774. doi: 10.1016/0140-6736(90)90878-9
4. de la Sierra A, Banegas JR, Oliveras A, et al. *Clinical differences between resistant hypertensives and patients treated and controlled with three or less drugs*. J Hypertens. 2012;30(6):1211-1216. doi: 10.1097/HJH.0b013e328353634e
5. Nuesch R, Schroeder K, Dieterle T, Martina B, Battegay E. *Relation between insufficient response to antihypertensive treatment and poor compliance with treatment: a prospective case-control study*. BMJ. 2001;323(7305):142-146. doi: 10.1136/bmj.323.7305.142
6. Espinosa García J, Martell Claros N, Llerena Ruiz A, Fernández Bergés Gurrea D. *Cumplimiento farmacológico en el tratamiento de la hipertensión arterial. Revisión de los estu-*

dios publicados entre los años 1975 y 2011 [*Pharmacological compliance in the treatment of arterial hypertension. A review of studies published between 1975 and 2011*]. Semergen. 2012;38(5):292-300. doi: 10.1016/j.semerg.2012.01.001

7. Williams B, Mancia G, Spiering W, et al. 2018 ESC/ESH *Guidelines for the management of arterial hypertension* [published correction appears in Eur Heart J. 2019 Feb 1;40(5):475. doi: 10.1093/eurheartj/ehy686.]. Eur Heart J. 2018;39(33):3021-3104. doi: 10.1093/eurheartj/ehy339
8. Gijón-Conde T, Graciani A, Banegas JR. *Demografía y características clínicas de la hipertensión arterial resistente en 6.292 paciente en atención primaria.* Rev Esp Cardiol. 2014;67 (4):270-276. https://doi.org/10.1016/j.recesp.2013.09.029
9. de la Sierra A, Segura J, Banegas JR, et al. *Clinical features of 8295 patients with resistant hypertension classified on the basis of ambulatory blood pressure monitoring*. Hypertension. 2011;57(5):898-902. doi: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.110.168948.
10. Acelajado MC, Hughes ZH, Oparil S, Calhoun DA. *Treatment of Resistant and Refractory Hypertension.* Circ Res. 2019;124(7):1061-1070. doi: 10.1161/CIRCRESAHA.118.312156
11. Brook RD, Julius S. *Autonomic imbalance, hypertension, and cardiovascular risk.* Am J Hypertens. 2000;13(6 Pt 2):112S-122S. doi: 10.1016/s0895-7061(00)00228-4
12. Arthur M. Fishberg. *Resultados de la simpatectomía en la hipertensión arterial.* Anales de medicina y ciruguía. Volumen XXV. N.° 46. Abril 1949.
13. Collado M, Morales MJ, López I. *Denervación renal*. En: Manual de procedimientos de enfermería en Hemodinámica y Cardiología intervencionista.Madrid; 2014.
14. Krum H, Schlaich M, Whitbourn R, et al. *Catheter-based renal sympathetic denervation for resistant hypertension: a multicentre safety and proof-of-principle cohort study*. Lancet. 2009;373(9671):1275-1281. doi: 10.1016/S0140-6736(09)60566-3
15. Bhatt DL, Kandzari DE, O'Neill WW, et al. *A controlled trial of renal denervation for resistant hypertension.* N Engl J Med. 2014;370(15):1393-1401. doi: 10.1056/NEJMoa1402670
16. Williams B, Mancia G, Spiering W, et al. 2018 ESC/ESH *Guidelines for the management of arterial hypertension* [published correction appears in Eur Heart J. 2019 Feb 1;40(5):475. doi: 10.1093/eurheartj/ehy686.]. Eur Heart J. 2018;39(33):3021-3104. doi: 10.1093/eurheartj/ehy339
17. Janke AT, McNaughton CD, Brody AM, Welch RD, Levy PD. *Trends in the Incidence of Hypertensive Emergencies in US Emergency Departments From 2006 to 2013*. J Am Heart Assoc. 2016;5(12):e004511. Published 2016 Dec 5. doi: 10.1161/JAHA.116.004511
18. Vlcek M, Bur A, Woisetschläger C, Herkner H, Laggner AN, Hirschl MM. *Association between hypertensive urgencies and subsequent cardiovascular events in patients with hypertension*. J Hypertens. 2008;26(4):657-662. doi: 10.1097/HJH.0b013e3282f4e8b6
19. Ettehad D, Emdin CA, Kiran A, et al. *Blood pressure lowering for prevention of cardiovascular disease and death: a systematic review and meta-analysis*. Lancet. 2016;387:957-967.
20. Gupta P, Patel P, Strauch B, et al. *Risk factors for nonadherence to antihypertensive treatment*. Hypertension. 2017;69:1113-1120.
21. Cordero A, Morillas P, Bertomeu-Gonzalez V, et al. *Prevalence of Peripheral Arterial Disease in Patients with Acute Coronary Syndrome Investigators. Clustering of target organ damage increases mortality after acute coronary syndromes in patients with arterial hypertension*. J Hum Hypertens. 2011;25:600-607.
22. Kordalis A, Tsiachris D, Pietri P, et al. *Regression of organ damage following renal denervation in resistant hypertension: a meta-analysis*. J Hypertens. 2018;36:1614-1621.

23. Banegas JR, Messerli FH, Waeber B, et al. *Discrepancies between office and ambulatory blood pressure:clinical implications*. Am J Med. 2009;122:1136-1141.

24. Rimoldi SF, Scherrer U, Messerli FH. *Secondary arterial hypertension: when, who, and how to screen?* Eur Heart J. 2014;35:1245-1254.

25. Oriol Rodríguez-Leor, Fernando Jaén Aguila, Julián Segura de la Morena, et al. *Denervación renal en el tratamiento de la hipertensión arterial. Posicionamiento conjunto de la SEH-LELHA y la ACI-SEC.* REC: Interventional Cardiology, ISSN-e 2604-7276, ISSN 2604-7306, Vol. 4, Nº. 1, 2022, págs. 39-46.

26. Tzafriri AR, Mahfoud F, Keating JH, et al. *Innervations patterns may limit response to endovascular renal denervation*. J Am Coll Cardiol. 2014;64: 1079-1087.

27. García-Touchard A, Maranillo E, Mompeo B, Sañudo JR. *Microdissection of the Human Renal Nervous System: Implications for Performing Renal Denervation Procedures*. Hypertension. 2020;76:1240-1246.

28. Id D, Kaltenbach B, Bertog SC, et al. *Does the presence of accessory renal arteries affect the efficacy of renal denervation?* JACC Cardiovasc Interv. 2013;6:1085-1091.

29. Kandzari DE, Bhatt DL, Brar S, et al. *Predictors of blood pressure response in the Symplicity HTN-3 trial*. Eur Heart J. 2015;36:219-227.

TEMA 39

TRATAMIENTO PERCUTÁNEO DEL TROMBOEMBOLISMO PULMONAR

David López García, María del Moral de la Flor, Raúl Méndez Castillo, Raquel Rivas Fernández, Alba Ruiz Palacios, María de la Luz Capote Toledo

Unidad de Hemodinámica del Hospital Clínico San Carlos. Madrid.

1. INTRODUCCION

El tromboembolismo pulmonar (TEP) consiste en una obstrucción parcial o total de las arterias pulmonares. Esta obstrucción puede implicar un gran riesgo vital debido al aumento de la poscarga del ventrículo derecho, afectando a la disminución del gasto cardiaco, pudiendo causar shock e incluso la muerte[1].

El TEP tiene una etiología multifactorial con causas tanto genéticas como ambientales. Entre las que implican mayor riesgo, encontramos la inmovilización prolongada del paciente, la insuficiencia cardiaca, la fibrilación auricular, las intervenciones quirúrgicas y la trombosis venosa profunda.

No existe un único diagnóstico diferencial para el TEP, ya que incluso puede presentarse de forma asintomática. Algunas de las pruebas recomendadas serían las pruebas de laboratorio (Dímero D o Troponina) o pruebas de imagen como la radiografía de tórax, el ecocardiograma, la angiografía pulmonar, así como la tomografía axial computarizada (TAC) coronaria o torácica. Existen diferentes tratamientos percutáneos en la actualidad que describiremos a continuación[2,3,4,5,12].



Figura 1. Angiografía PRE.

Fuente: elaboración propia



Figura 2. Angiografía POST.

Fuente: elaboración propia

2. INDICACIONES

Elegir el tratamiento percutáneo del TEP dependerá del riesgo vital del paciente.

Según la Sociedad Europea de Cardiología, el riesgo vital del paciente se puede clasificar en:

- Pacientes de riesgo bajo: se recomienda un tratamiento domiciliario, con anticoagulantes según dosis/peso indicado y control ambulatorio.
- Paciente de riesgo moderado: se recomienda tanto la fibrinolisis sistémica como la trombectomía percutánea.
- Pacientes de riesgo alto: hay que tener un especial cuidado si existe un posible riesgo en la anticoagulación. Se recomienda la trombectomía percutánea o una embolectomía quirúrgica.

La anticoagulación con heparina durante las primeras horas está indicada en todos los casos[2,3,5].

3. CONTRAINDICACIONES

3.1 TRATAMIENTO PERCUTÁNEO

Contraindicaciones absolutas

- Pacientes con TEP no masivo de bajo riesgo.
- Prótesis o vegetaciones tricúspides o pulmonares.
- Bloqueo de rama izquierda.

Contraindicaciones relativas

- Alergia a los contrastes iodados.
- Insuficiencia renal.
- Antecedentes de irritabilidad ventricular[1,2,3,5].

3.2 TRATAMIENTO FIBRINOLÍTICO

Contraindicaciones absolutas

- Accidente cerebrovascular hemorrágico.
- Accidente cerebrovascular isquémico en los últimos 6 meses.
- Daño o neoplasias en el sistema nervioso central.
- Sangrado gastrointestinal en el último mes, riesgo de sangrado conocido.

Contraindicaciones relativas

- Accidente isquémico transitorio en los últimos 6 meses.
- Terapia con anticoagulantes orales.
- Embarazo o primera semana posparto.
- Hipertensión refractaria.
- Enfermedad hepática avanzada.
- Endocarditis infecciosa[2,3,5].

4. TÉCNICAS UTILIZADAS

En el tratamiento del tromboembolismo pulmonar de forma percutánea podemos distinguir dos grandes grupos de tratamiento: el tratamiento percutáneo con trombólisis localizada y el tratamiento percutáneo mecánico sin necesidad de ella[1]. No obstante, no son técnicas excluyentes, sino que pueden ser combinadas[2,4,5].

Previo al inicio de la terapia, ya sea de un modo u otro, realizaremos una angiografía para definir la localización del trombo con más exactitud y tener una referencia[1]. Asimismo, es recomendable realizar medición de las presiones encontradas en AP y extracción de muestra sanguínea para valores gasométricos[2]. Para ello, canalizaremos un acceso venoso femoral y utilizaremos un catéter diagnóstico *pigtail* para inyección de alto flujo.

Previo a esto, valoraremos la necesidad de realizar precierres del acceso para facilitar la hemostasia posterior. Hay que tener en cuenta el calibre del dispositivo que vamos a usar por si es necesario cambiar también el calibre del introductor y que se ajuste a las necesidades de la terapia.

TROMBÓLISIS

Dentro de las técnicas con trombólisis, se puede realizar el inicio de la terapia farmacológica con el propio catéter utilizado para la angiografía, o usar otros catéteres específicos para la infusión del mismo, algunos de ellos multiperforados o con minicatéteres cuyo fin es facilitar la infusión del fármaco de elección[1].

EXTRACCIÓN

Por otra parte, en el tratamiento percutáneo sin trombólisis vamos a encontrar diferentes dispositivos según el modo de extracción del trombo. De este modo, se podrá realizar fragmentación del trombo con el propio catéter de una forma mecánica, es decir, la rotación del catéter facilitará la fragmentación de este, o uso de un dispositivo específico para ello, como puede ser los discos de nitinol. Existen también técnicas de extracción mecánica por presión negativa continua, el catéter se conecta a una bomba de aspiración o de forma discontinua, el catéter se conecta a jeringa específica a la

que hemos realizado una presión negativa creando vacío en la misma. En estas técnicas de extracción, es importante contabilizar la pérdida de sangre si la hubiera (en algunas técnicas existe recuperación de la sangre después de la extracción del trombo, en otras la pérdida es significativa y limita la terapia) y vigilar la caída de parámetros analíticos relacionados con esta[2].

Al finalizar la terapia, sea cual sea, y antes de la retirada del dispositivo elegido, se recomienda la medición de las presiones posteriores al tratamiento y de los valores gasométricos, de forma que se pueda realizar una valoración de la efectividad de este y mejoría del paciente.

TABLA 1. Terapia dirigada por catéter con trombólisis[5].

INFUSIÓN POR CATÉTER DIAGNÓSTICO	*Pigtail*
INFUSIÓN POR CATÉTER ESPECÍFICO	UNIFUSE (ANGIODINAMYCS) CRAGG-MCNAMARA (MEDTRONIC) BASHIR ENDOVASCULAR(TROMBOLEX) ANGIOJET (BOSTON)
INFUSIÓN POR CATÉTER DE ULTRASONIDOS	EKOS (BOSTON)

TABLA 2. Terapia sin trombólisis.

MECÁNICA	FLOWTRIEVER (INARI) 6 
POR ASPIRACIÓN	INDIGO SYSTEM (PENUMBRA/ MERCÉ) 7 ANGIOVAC (ANGIODINAMYCS) 
REOLÍTICA	ANGIOJET (BOSTON) 16 
FRAGMENTACIÓN DE TROMBO CON CATÉTER DIAGNÓSTICO	*PIGTAIL*

Estas terapias pueden ser complementarias o combinadas entre sí.

5. MATERIAL Y DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

A continuación, se detalla el material y los pasos del procedimiento de la trombectomía percutánea.

Se deben seguir las normas universales de protección radiológica.

Revisar la anamnesis del paciente, incluyendo antecedentes, medicación administrada, contraindicaciones para el procedimiento y valores analíticos previos[1].

Preparar al paciente y el material análogo a cualquier procedimiento de hemodinámica (paños, gasas, jeringas, etc.).

Canalizar el acceso venoso femoral. La punción puede realizarse ecoguiada. Valorar el uso de sistemas de cierre percutáneo que requieran su despliegue antes del inicio del procedimiento[10,11].

PASO 1: ANGIOGRAFÍA PULMONAR

Material específico

- Aguja metálica.
- Introductor de 8Fr.
- Guía teflonada en J de 260 cm y 0,35 mm.
- Catéter *pigtail* 125 cm 5Fr (si es trombo bilateral utilizar dos, uno para cada rama)[1,10].

Procedimiento

- Introducir guía de 0,35 mm hasta la arteria pulmonar en la que se sospecha presencia de trombo.
- Avanzar catéter *pigtail* y retirar guía de 0,35 mm.
- Tomar medida de presiones pulmonares previas al tratamiento (si no se dispone de inyectora podrán tomarse con un catéter de Swan-Ganz).
- Realizar inyección de contraste para visualizar el trombo[10].

PASO 2.1 TROMBÓLISIS LOCAL

Material específico

- Válvula hemostática.
- Introductor de 8Fr de 70 cm.
- Fármaco de elección (r-TPA/uroquinasa, estreptoquinasa, alteplasa, etc.).

Procedimiento

- A través del mismo *pigtail* se inyecta una dosis ajustada de fármaco y se deja actuar el tiempo necesario.
- Después tomaremos una angiografía de control para comprobar el éxito del procedimiento y la toma de presiones pulmonares[1,10,12].

PASO 2.2 TROMBECTOMÍA CON OTROS DISPOSITIVOS (ASPIRACIÓN, ULTRASONIDOS, MECÁNICA, REOLÍTICA, ETC.)

Material específico

- Guía de alto soporte 260 mm si el dispositivo es de calibre>16Fr.
- Dilatadores hasta calibre en Fr de dispositivo de elección.
- Dispositivo de elección.
- Catéter multipropósito 125 cm (elegir según técnica diagnóstico o guía).
- Introductor de calibre de los Fr del dispositivo.

Procedimiento

- Introducir guía 0,35 mm y retirar *pigtail*.
- Dilatar el punto de acceso hasta los Fr recomendados para el uso del dispositivo de elección, este puede variar dependiendo de la casa comercial desde los 6 a los 24Fr.
- Si es un dispositivo de calibre <16Fr:
  - ✓ A través de la guía de 0,35 mm avanzar el dispositivo hasta el trombo.
  - ✓ Retirar guía de 0,35 mm.
- Si es un dispositivo de calibre >16Fr:
  - ✓ Avanzar catéter multipropósito hasta AP.
  - ✓ Intercambiar guía de 0,35 mm por guía de alto soporte.
  - ✓ Avanzar el dispositivo y posicionarlo enfrentado al trombo.
  - ✓ Retirar guía de alto soporte.
  - ✓ Extraer, fragmentar o fibrinolizar el trombo con el dispositivo seleccionado siguiendo las instrucciones del fabricante (presión negativa, aspiración continua con consola, activar ultrasonidos, etc.)[6,7,8,10,13].

PASO 3. ANGIOGRAFÍA FINAL, RETIRADA DEL DISPOSITIVO Y CIERRE DEL ACCESO

Procedimiento

- Tras la extracción de trombo en una o ambas ramas pulmonares se realiza una angiografía final y se miden presiones pulmonares.
- Retirar el dispositivo a través de la guía de 0,035 mm.
- Valorar tipo de hemostasia (dispositivo de cierre percutáneo, sutura en ocho, compresión manual, etc.)[10].

6. CUIDADOS DE ENFERMERÍA

TABLA 3. Cuidados de enfermería preprocedimiento.

ENTORNO SEGURO DE ASISTENCIA SANITARIA (NOC:1934) 14	• Comprobar estado de equipos (bomba inyectora, máquina de rayos x, polígrafo, etc.).
	• Comprobar medicación y llevar a cabo su preparación si fuera necesario.
	• Regular iluminación, temperatura, ruido, etc.
PREPARACIÓN ANTES DEL PROCEDIMIENTO PACIENTE (NOC: 1921) 14	• Identificación del paciente. • Presentación del equipo.
	• Informar del procedimiento al paciente.
	• Estado de preparación del paciente (ayunas, rasurado, medicación, pruebas cruzadas, analítica, etc.).
	• Comprobar firma de consentimiento informado.
	• Conocer antecedentes de interés del paciente.
	• Comprobar alergias o reacciones adversas previas a medicamentos.
	• Comprobación de accesos venosos/arteriales y su permeabilidad.
SIGNOS VITALES (NOC: 0802) 14	• Monitorización cardiaca (ECG, FC, PA).
	• Monitorización respiratoria (pulsioximetría, FR, VM, gasometría, etc.).
	• Monitorización neurológica (grado de conciencia del paciente).

Cuidados de enfermería durante el procedimiento

Se deben seguir las normas de protección radiológica reflejadas en el capítulo correspondiente del manual.

Según los diagnósticos NANDA 14 seleccionados tanto reales como potenciales (00024, Perfusión tisular inefectiva, 00206 Riesgo de sangrado, 00291 Riesgo de trombosis, 00311 Riesgo de deterioro de la función cardiovascular), nos encontramos frente a estas actividades comunes individualizadas:

- Valoración continua de signos vitales.
- Asegurar intimidad del paciente y valorar estado de confort durante el procedimiento.
- Dar soporte al operador (instrumentación y entrega de material).
- Infusión de medicación o hemoderivados si fuera necesario para garantizar la estabilidad del paciente.
- Contabilización de volumen sanguíneo extraído.
- Registro de signos vitales, procedimiento, así como material utilizado y medicación administrada.

Cuidados de enfermería posprocedimiento[14]

Cuidados derivados del diagnóstico NANDA 00088 Deterioro de la ambulación:

- Informar del traslado a pacientes y allegados
- Identificación de accesos venosos y arteriales con pegatina correspondiente, así como su correcta fijación (sutura o apósito).
- Movilización del paciente en bloque por la presencia de introductores femorales con el equipo necesario.
- Preparar soporte de traslado (medicación, respirador, bombas de infusión, ambú, etc.).
- Traslado junto con el paciente con su documentación y pertenencias necesarias.

7. COMPLICACIONES

Como todo procedimiento invasivo, existen una serie de complicaciones que se enumeran a continuación[15]:

Relacionadas con la punción venosa

- Hematoma en el sitio de punción.
- Sangrado.

- Hematoma retroperitoneal.
- Pseudoaneurisma.

Relacionadas con el procedimiento

- Hemorragia intracraneal.
- Arritmias secundarias al manejo del material, como FA de novo.
- Embolización distal.
- Sangrado masivo o pérdida abundante de sangre.
- Perforación de la arteria pulmonar.
- Fallo del ventrículo derecho.
- Taponamiento pericárdico.
- Hemólisis.
- Nefropatía por contraste yodado.
- Exitus.

BIBLIOGRAFÍA

1. Konstantinides SV, Meyer G, Becattini C, et al. *2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism developed in collaboration with the European Respiratory Society* (ERS). Eur Heart J. 2020;41(4):543-603. doi: 10.1093/eurheartj/ehz405
2. Sandoval J, Florenzano M. *Diagnóstico y tratamiento del tromboembolismo pulmonar*. Rev Med Clin Condes. 2015; 26(3): 338-43.
3. Sánchez Santiago D, Bartolomé Fernández Y, Garcimartín Cerezo P, Maull Lafuente E. Tema 38. *Tratamiento percutáneo del tromboembolismo pulmonar*. En: Fernández Maese JM, et al. *Manual de Procedimientos de Enfermería en Hemodinámica y Cardiología Intervencionista*, Madrid. Asociación Española de Enfermería en Cardiología; 2014. p. 352-8.
4. Martin C, Sobolewski K, Bridgeman P, Boutsikaris D. *Systemic Thrombolysis for Pulmonary Embolism: A Review*. P T. 2016;41(12):770-5.
5. Marín F, Sánchez PL, coordinadores. *Comentarios a la guía de práctica clínica de la ESC 2014 sobre el diagnóstico y tratamiento de la embolia pulmonar aguda.* Rev Esp Cardiol. 2015; 68(1):10–6.
6. FlowTriever [Internet]. Inarimedical.com. [citado el 28 de febrero de 2024]. Disponible en: https://www.inarimedical.com/flowtriever/
7. INDIGO SYSTEM de Penumbra [Internet]. Mercé V. *Electromedicina* S.L.; 2019 [citado el 28 de febrero de 2024]. Disponible en: https://mercev.com/radiologia-cirugiavascular-intervencionista-penumbra-indigo-system/
8. Giri J, Sista AK, Weinberg I, et al. *Interventional Therapies for Acute Pulmonary Embolism: Current Status and Principles for the Development of Novel Evidence: A Scientific Statement From the American Heart Association*. Circulation. 2019;140(20):e774-e801. doi: 10.1161/CIR.0000000000000707

9. Jaff MR, McMurtry MS, Archer SL, et al. *Management of massive and submassive pulmonary embolism, iliofemoral deep vein thrombosis, and chronic thromboembolic pulmonary hypertension: a scientific statement from the American Heart Association.* Circulation. 2011;123(16):1788-830. doi: 10.1161/CIR.0b013e318214914f

10. Castro-Garay JC, Uribarri A, Cruz-González I, Martín-Moreiras J, Sánchez PL. *Percutaneous management of massive pulmonary thromboembolism.* Med Intensiva. 2017;41(7):437-9. doi: 10.1016/j.medin.2016.07.004

11. Gabriel F, Labiós M, Ferreres J, Ibáñez L. *Classification and treatment of acute pulmonary embolism.* Angiologia. 2013;65:146-54.

12. Harvey JJ, Huang S, Uberoi R. *Catheter-directed therapies for the treatment of high risk (massive) and intermediate risk (submassive) acute pulmonary embolism.* Cochrane Database Syst Rev. 2022(3):CD013083. doi: 10.1002/14651858. CD013083.pub2.

13. Herramienta online para la consulta y diseño de Planes de Cuidados de Enfermería. [Internet]. NNNConsult. Elsevier; 2015 [citado 28 Feb 2024]. Disponible en: http://www.nnnconsult.com/

14. Ismayl M, Ismayl A, Hamadi D, Aboeata A, Goldsweig AM. *Catheter-directed thrombolysis versus thrombectomy for submassive and massive pulmonary embolism: A systematic review and meta-analysis.* Cardiovasc Revasc Med. 2024;60:43-52. doi: 10.1016/j.carrev.2023.10.002

15. Sistema de trombectomía periférica mecánica AngioJet [Internet]. Boston Scientific; [citado 2 Oct 2024]. Disponible en: https://www.bostonscientific.com/es-ES/productos/sistemas-de-trombectomia/sistema-de-trombectomia-periferica-mecanica-angiojet.html

TEMA 40

TRATAMIENTO PERCUTÁNEO DE LA INSUFICIENCIA CARDIACA: CARDIOMEMS™ Y V-WAVE®

Judith Serra Gregori, Laia Cortés Marina, Gloria de Diego Martínez, Beatriz Gil Ambrosio, Francisco Javier Lerena Alonso, Mónica Seseras Morante

Hospital Germans Tries i Pujol. Badalona.

1. INTRODUCCIÓN Y EVOLUCIÓN HISTÓRICA

La insuficiencia cardiaca (IC) ocurre cuando el corazón no puede bombear sangre adecuadamente para satisfacer las necesidades del organismo. Es un proceso lento que empeora con el tiempo, a menudo sin síntomas durante años, ya que el corazón intenta compensar su debilidad aumentando de tamaño y bombeando más rápido.

La IC tiene alta mortalidad, causa hospitalizaciones frecuentes, disminuye la calidad de vida y requiere tratamiento con múltiples fármacos. Es la principal causa de ingreso hospitalario en mayores de 65 años, convirtiéndose en una epidemia entre ancianos.

Estudios indican que el aumento de presiones intracardiacas y pulmonares es un signo temprano de descompensación cardiaca, precediendo a la congestión[1,2]. La detección temprana de estos cambios y la optimización del tratamiento pueden reducir hospitalizaciones, mejorar la calidad de vida y disminuir la mortalidad[3].

La aparición de dispositivos de monitorización y tratamiento ofrece nuevas oportunidades para abordar la IC en nuestros gabinetes.

2. CARDIOMEMS™

El **sistema CardioMEMS™** es un sensor de presión invasivo **(Figura 1)** que se implanta en la arteria pulmonar izquierda a través de la vena femoral. Este dispositivo está destinado para monitorizar continuamente la insuficiencia cardiaca (IC) telemáticamente. El sensor consta de dos placas conductoras separadas por un espacio que forman el capacitador acoplado a una bobina inductiva, creando un circuito resonante. Los cambios de presión alteran el espacio en el capacitor, lo que modifica la frecuencia de resonancia, permitiendo mediciones precisas de hasta 2.000 lecturas por segundo, más fieles que las obtenidas con un catéter.

La energía y comunicación del sensor son inalámbricas, utilizando un SEP (almohada) que capta la frecuencia resonante y envía los datos a la base de datos Merlin.net™.

El paciente debe estar capacitado en el uso del SEP para asegurar la correcta obtención de la señal. Así, CardioMEMS™ ofrece una monitorización ambulatoria de la presión de la arteria pulmonar (PA).

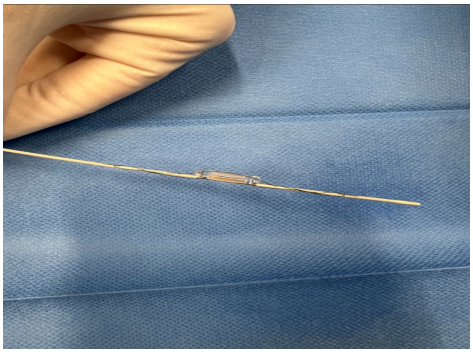


Figura 1. Dispositivo Cardiomems™.

Fuente: imagen propia.

2.1 INDICACIONES

El **sistema CardioMEMS™** reduce significativamente las hospitalizaciones en pacientes con insuficiencia cardiaca, mejorando su calidad de vida. Está destinado a aquellos pacientes con IC clase funcional III, según la clasificación de la New York Heart Association (NYHA) o que han sido hospitalizados por insuficiencia cardiaca en el último año[4].

2.2 CUIDADOS DE ENFERMERÍA ANTES DEL PROCEDIMIENTO

Antes de empezar con la colocación del dispositivo, debemos preparar al paciente de la siguiente manera:

- Colocar una doble sábana debajo del paciente para facilitar la colocación de la antena.
- El paciente permanecerá en posición supino durante el procedimiento.
- Monitorizar el ECG en las extremidades evitando pasar cables por la espalda del paciente, para evitar posibles interferencias con el dispositivo y las imágenes.
- Desinfectar la zona de punción (femorales).
- Si es portador de DAI considerar deshabilitar las terapias para evitar descargas inadecuadas durante el procedimiento.

2.3 MATERIAL

TABLA 1. Material Cardiomems™.

• Sensor Cardiomems™.	• Introductor de 7F.
• Consola CardiomemsTM HS System.	• Introductor de 14F de 33 cm.
• SEP (o almohada).	• Material para el cálculo del gasto cardiaco.
• Catéter Swan Ganz®.	• Guía 0,25'' x 180 (opcional).
• Batea rectangular.	• Guía 0,018'' x 300 cm (Steelcore 18 o V18).

2.4 DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO

Los pasos a seguir para la implantación del dispositivo son los siguientes:

1. Realización del cateterismo derecho:
   - Punción venosa femoral (preferiblemente ecoguiada) y colocar inicialmente un introductor de 7Fr para posteriormente intercambiarlo por otro de 14Fr.
   - Insertar el catéter Swan Ganz® a través del introductor, registrar las mediciones del corazón derecho (aurícula derecha, ventrículo derecho, arteria pulmonar, capilar pulmonar y realizar un gasto cardiaco por Fick o termodilución).
2. Identificación de la arteria óptima para colocar el sensor:
   - Colocar el Swan-Ganz® en AP izquierda y posterior. Inyectar contraste para identificar y medir la arteria más óptima donde se colocará el dispositivo. Se tendrá en cuenta, tanto su localización (procurando que sea lo posterior posible, puesto que presenta menos interferencia con el SEP), como su diámetro para evitar migraciones del dispositivo.
   - El diámetro óptimo del vaso debe ser de entre 7-11 mm para la colocación del sensor y 5-8 mm de distancia para el loop distal (ángulo <30° respecto a la columna vertebral), **(Figura 2)**.

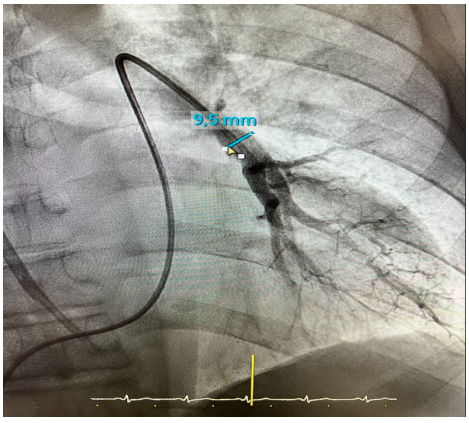


Figura 2. Angiografía A. Pulmonar Izq.
Fuente: imagen propia.

3. Implantación del sensor Cardiomems™:
   - Abrir el dispositivo CardioMEMS™ y purgar la luz interna **(Figura 3)**.

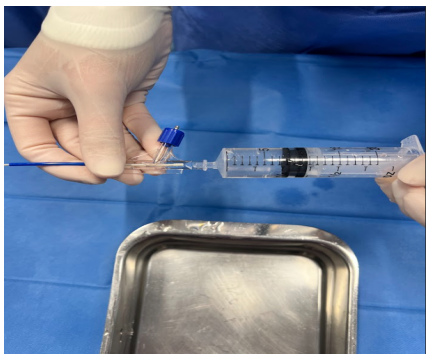


Figura 3.
Purgado del dispositivo.
Fuente: imagen propia.

- Retirar el catéter Cardiomems™ de la vaina **(Figura 4)**, sumergirlo en SF 0,9% sin HepNa en una batea y agitar el sensor dentro de la solución salina para activar el revestimiento hidrofílico del dispositivo **(Figura 5)**.

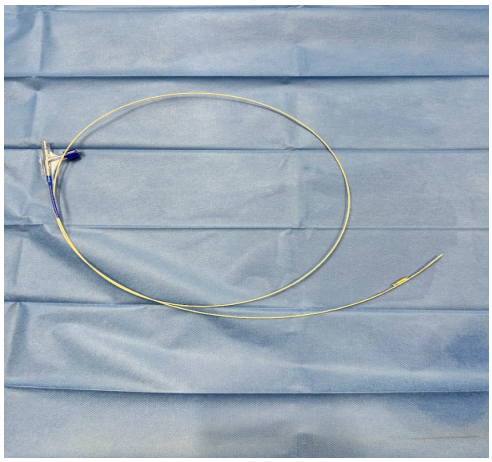


Figura 4. Dispositivo Cardiomems™.
Fuente: imagen propia



Figura 5. Agitar el sensor.
Fuente: imagen propia

- Colocar la guía de 0,018" x 260 cm a través del catéter de Swan Ganz® y retirarlo, dejando la guía en la arteria pulmonar escogida para la implantación del sensor.
- Insertar el catéter del sensor a través de la guía de 0,018'' hasta el lugar seleccionado para la liberación **(Figura 6)**.

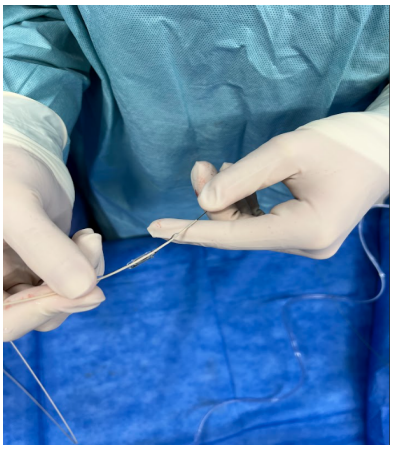


Figura 6. Insertar sensor en guía.
Fuente: imagen propia.

- Solicitar al paciente que contenga la respiración durante la liberación del sensor para evitar la movilización de catéter o la migración del dispositivo.
- Liberar el sensor desenroscando el tapón azul del catéter, retirando lentamente los hilos de liberación.
- Retirar el catéter de liberación del sensor y la guía de 0,018" procurando no movilizar el dispositivo ya implantado **(Figura 7)**.

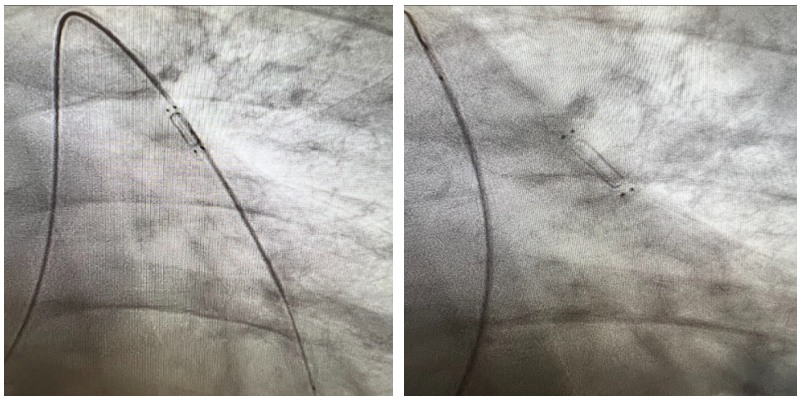


Figura 7. Dispositivo liberado en arteria pulmonar izquierda.

Fuente: imagen propia.

4. Preparación de la consola y calibración del sensor:

- Volver a introducir el catéter Swan Ganz® y realizar de nuevo un estudio de presiones.
- Colocar la antena en la parte posterior del paciente (entre las dos sábanas).
- Verificar la señal adquirida con la antena:
  - ✓ Observar la onda de la arteria pulmonar fisiológica y pulsátil.
  - ✓ Comprobar la intensidad de la señal visualizando la barra vertical verde del monitor.
- Para calibrar el dispositivo:
  - ✓ Introducir el valor de la arteria pulmonar Media. Esperar 10 segundos entre cada medición de presión. Comparar los valores de todas las presiones que aparecen en la consola Cardiomems™. Sólo son válidos los valores con una diferencia máxima de +/-2 mmHg.
  - ✓ Introducir el valor del GC, medido anteriormente, en la consola Cardiomems™.
  - ✓ Finalmente, realizar una medición completa de referencia (PA sistólica, diastólica y media).

2.5 CUIDADOS DE ENFERMERÍA DESPUÉS DEL PROCEDIMIENTO

Una vez finalizada la implantación y la calibración del dispositivo, se procede a:

- Retirar el introductor 14Fr y realizar hemostasia de la vena femoral.
- Mantener al paciente en reposo absoluto y en decúbito supino 4 horas.
- Valorar constantes vitales posprocedimiento.
- Valorar punto de punción revisando el riesgo de sangrado o hematoma.
- Control neurovascular (dolor, palidez, pulsos, parestesias y parálisis) de la extremidad puncionada.

2.6 DIAGNÓSTICOS DE ENFERMERÍA

TABLA 2. Diagnósticos de enfermería Cardiomems™ y V-Wave®.

1. NANDA: Conocimientos deficientes (00126).	
Relacionado con implantación de un dispositivo nuevo manifestado por verbalización del paciente su desconocimiento.	
Resultados **NOC**	Conocimiento: procedimiento terapéutico (1814).
Intervenciones **NIC**	Enseñanza prequirúrgica (5610). Actividades: • Informar al paciente sobre las peculiaridades de la intervención. • Descripción de los cuidados perioperatorios. • Sensaciones que puede experimentar. • Ayudar al paciente a clarificar los conceptos equivocados.
2. NANDA: Temor/miedo (00148).	
Relacionada con cambios o sensación de peligro manifestado por manifestaciones fisiológicas y verbales de preocupación.	
Resultados **NOC**	Control del miedo (1404).
Intervenciones **NIC**	Aumentar el afrontamiento (5230). Administración de medicación (2300). Apoyo espiritual (5420). Actividades: • Proporcionar al paciente un ambiente de seguridad. • Administrar benzodiacepinas. • Comunicación terapéutica para establecer confianza y una asistencia empática. • Realización de educación sanitaria sobre el proceso al cual va a ser sometida la persona.
3. NANDA: Ansiedad (00146)	
Relacionada con cambios o sensación de peligro manifestado por manifestaciones fisiológicas y verbales de preocupación.	
Resultados **NOC**	Control de la ansiedad (1402).
Intervenciones **NIC**	Administración de medicación (2300). Apoyo espiritual (5420). Actividades: • Administrar benzodiacepinas. • Comunicación terapéutica para establecer confianza y una asistencia empática.
4. NANDA: Riesgo de sangrado (00206).	
Relacionado con punción de la vena femoral.	
Resultados **NOC**	Detección del riesgo (1908). Coagulación sanguínea (0409). Estado circulatorio (0401).

Intervenciones **NIC**	Prevención de hemorragias (4010). Cuidados en la emergencia (6200). Regulación hemodinámica (4150). Actividades: • Monitorizar signos y síntomas de sangrado. • Evaluar los signos y síntomas de sangrado.
5. NANDA: Riesgo de infección (00004)	
Relacionado con intervención percutánea compleja.	
Resultados **NOC**	Control del riesgo (1902). Signos vitales (0802).
Intervenciones **NIC**	Cuidado de la zona de incisión (3440). Cuidados de las heridas (3660). Identificación de riesgos (6610). Apoyo espiritual (5420). Actividades: • Realizar una buena asepsia de la zona femoral del paciente. • Administrar antibiótico profiláctico previo a la implantación del dispositivo.
6. NANDA: Riesgo de hipotermia (00253).	
Relacionada con temperatura ambiental baja.	
Resultados **NOC**	Termorregulación (0800). Estado de comodidad: física (2010).
Intervenciones **NIC**	Monitorización de los signos vitales (6680). Regulación de la temperatura (3900). Actividades: • Observar el color y la temperatura de la piel. • Utilizar un colchón de calentamiento. • Administrar la medicación adecuada para evitar o controlar los escalofríos.
7. NANDA: Riesgo de deterioro de la integridad cutánea (00047).	
Relacionado con la inmovilización prolongada de un paciente en una superficie dura.	
Resultados **NOC**	Control del riesgo (1902). Integridad tisular: piel y membranas mucosas (1101).
Intervenciones **NIC**	Prevención de las UPPS (3540). Vigilancia de la piel (3590). Manejo de las presiones (3502). Actividades: • Mantener una buena hidratación de la piel previo al procedimiento. • Proteger las zonas de presión y de mayor exposición.

8. NANDA: Riesgo de disminución del gasto cardiaco (00240).	
Relacionado con sangrado y empeoramiento de la insuficiencia cardiaca del paciente.	
Resultados **NOC**	Estado circulatorio (0401). Estado de los signos vitales (0802). Equilibrio electrolítico y ácido-básico (0600). Equilibrio hídrico (0601).
Intervenciones **NIC**	Regulación hemodinámica (4150). Manejo de los signos vitales (6680). Manejo de líquidos (4120). Monitorización neurológica (2620). Actividades: • Monitorización del estado hemodinámico del paciente. • Control de signos de alarma (hipotensión, arritmia, hemoptisis, desaturación). • Control de pérdida de sangre durante el procedimiento.
9. NANDA: Riesgo de reacción adversa a medios de contraste yodado (00218).	
Relacionada con la administración de contraste yodado durante el procedimiento.	
Resultados **NOC**	Respuesta alérgica sistémica: gravedad de la reacción inmunitaria hipersensible sistémica a un antígeno ambiental específico (exógeno) (0706).
Intervenciones **NIC**	Manejo de la alergia: identificación, tratamiento y prevención de las respuestas alérgicas a medicamentos, material de contraste, sangre y o no tras sustancias (6410). Monitorización respiratoria: recolección y análisis de datos del paciente para asegurar la permeabilidad de las vías respiratorias y un intercambio gaseoso adecuado (3350). Actividades: • Determinar si hay un historial de reacciones anteriores a los agentes de contraste yodado. • Notificar al médico de inmediato si se presenta algún síntoma de reacción.

2.7 COMPLICACIONES

Las complicaciones más frecuentes derivadas del procedimiento son:

- Embolización o migración del sensor tanto en el momento de la liberación como en la retirada del dispositivo de liberación.
- Tromboembolismo pulmonar.
- Colocación inapropiada del sensor.
- Perforación de la arteria pulmonar de elección y sangrado pulmonar.
- Hematoma y sangrado de la zona puncionada.

3. V-WAVE®

El dispositivo V-Wave® **(Figura 8)** es un implante autoexpandible de nitinol, recubierto con un polímero de politetrafluoroetileno, con forma de reloj de arena y un diámetro luminal fijo de 5 mm. Se coloca en la fosa oval del septo interauricular, creando un *shunt* entre las aurículas para reducir la presión en la aurícula izquierda. Está diseñado para pacientes con insuficiencia cardiaca izquierda, aliviando o revirtiendo el edema pulmonar[5,7].

3.1 INDICACIONES

Criterios de inclusión

- Pacientes en seguimiento por una unidad de IC con tratamiento optimizado.
- Pacientes a los que se les ha realizado previamente un implante de dispositivo de resincronización cardiaca.
- Fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) entre el 15-40%.
- Haber obtenido los siguientes resultados de presiones después de la realización de un cateterismo derecho:
  - ✓ Presión del capilar pulmonar (PCP) entre 15-28 mmHg.
  - ✓ Presión de aurícula derecha (PAD) entre 4-11 mmHg.
  - ✓ Gradiente medio PCP-PAD ≤ 16 mmHg.
  - ✓ NT-proBNP > 1500 pg/ml.

Criterios de exclusión

- Miocardiopatía restrictiva.
- Disfunción ventricular derecha grave.
- Hipertensión pulmonar grave (PAP sistólica>70 mmHg, resistencia vascular pulmonar > 4 unidades Wood).
- Valvulopatía grave.
- Trasplante cardiaco previsto en los próximos 6 meses.
- Grosor del tabique a nivel de la fosa oval >3 mm.
- Patología maligna activa.
- Bypass coronario, intervencionismo coronario percutáneo (ICP) o infarto agudo de miocardio en los 90 días previos.
- Alteración de la coagulación.

- AVC en los 6 meses previos.
- FA persistente/permanente.
- Trombo intraventricular.
- Acceso venoso femoral o vena cava inferior no permeable.
- Contraindicación para la realización de ecocardiografía transesofágica.
- Patología ventilatoria pulmonar grave.
- Esperanza de vida menor a un año por causas no cardiovasculares.

3.2 CUIDADOS DE ENFERMERÍA ANTES DEL PROCEDIMIENTO

- Comprobar alergias si el paciente se encuentra en ayunas y si es portador de prótesis dental.
- Monitorización.
- Comprobar que el paciente es portador de dos accesos venosos.
- Preparación de medicación y material para intubación orotraqueal.
- Preparación del material para inserción y monitorización de un catéter de monitorización arterial invasiva.
- Comprobar que el paciente está bajo tratamiento anticoagulante y antiagregante plaquetario.
- Administración de antibiótico profiláctico.

3.3 MATERIAL

TABLA 3. Material V-wave®.

• Catéter Swan Ganz® (Figura 9).	• Guía 0'35'' de 175 cm.
• Introductor de 7Fr femoral.	• Guía 0.25'' x 260cm (opcional).
• Introductor de 14Fr curvo de 85 cm.	• Guía 0'35'' *straight tip* de alto soporte.
• Material para el cálculo del gasto cardiaco.	• Introductor Fast-Cath SL1 8,5Fr de 63 cm.
• Aguja femoral.	• Aguja transeptal BRK-1 o XS de 71 cm.
• Set de mosquitos.	• Catéter diagnóstico multipropósito 5F.
• Recipiente rectangular grande estéril.	• V-Wave® delivery System (Figura 10).
• 3L de SF para el recipiente + 15000 UI de heparina sódica (5000 U.I./L de SF).	• 1 Sistema de cierre tipo Perclose®.



Figura 9. Material.

Fuente: imagen propia.

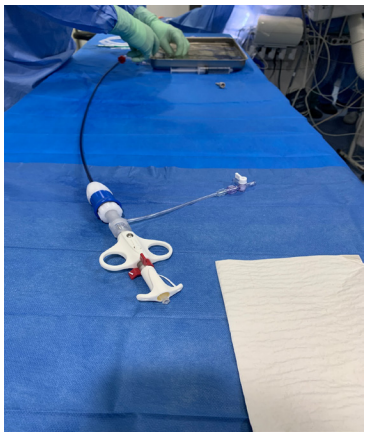


Figura 10. Sistema liberador V-Wave®.

Fuente: imagen propia.

3.4 DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO

El procedimiento se realiza bajo anestesia general guiado por fluoroscopia y ecografía transesofágica **(Figura 11)** o intracardiaca. Colocar un catéter radial para el control hemodinámico del paciente por parte del anestesista y dos vías de acceso venoso periférico.

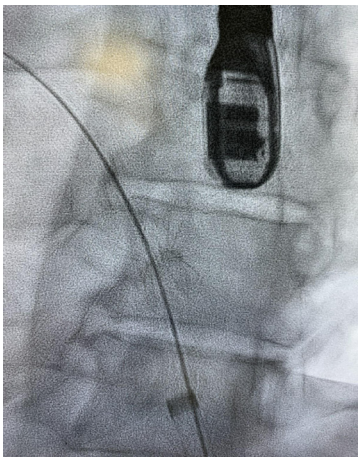


Figura 11. V-wave® liberado.

Fuente: imagen propia.

Realizar un cateterismo derecho previo a la colocación del dispositivo para determinar el grado de hipertensión pulmonar y obtener la medición de las presiones de la cavidad izquierda, además del gasto cardiaco.

Tras la punción transeptal, en medio de la fosa oval, administrar heparina sódica (100U/kg ajustada a un tiempo de coagulación activo >300s).

Una vez realizada la punción transeptal colocar una guía de alto soporte en la vena pulmonar, a través de la cual se avanza el introductor de 14Fr hasta la mitad de la aurícula izquierda.

Subir el dispositivo premontado en el sistema liberador a través del introductor y desplegar inicialmente en la aurícula izquierda. Traccionar todo el sistema hasta hacer *tenting* en el septo y, posteriormente, desplegar la parte del dispositivo restante en la aurícula derecha.

Previo al implante definitivo el dispositivo, realizar comprobaciones ecocardiográficas de su correcta colocación y posteriormente se procede a su liberación definitiva.

Finalmente, retirar los catéteres y cerrar el acceso vascular utilizado.

3.5 CUIDADOS DE ENFERMERÍA DESPUÉS DE LA IMPLANTACIÓN

Una vez finalizada la implantación, se describe la finalización del procedimiento:

- Retirar el introductor y realizar compresión femoral, o bien realizar un punto en 8 de compresión variable. También es factible realizar un cierre percutáneo con un dispositivo tipo Perclose®.
- Realización de ECG de 12 derivadas, por riesgo de bloqueo auriculoventricular.
- Mantener al paciente en reposo absoluto y en decúbito supino 6 horas.
- Valorar constantes vitales posprocedimiento mediante monitorización hemodinámica.
- Valorar punto de punción revisando el riesgo de sangrado o hematoma.
- Control neurovascular (dolor, palidez, pulsos, parestesias y parálisis) de la extremidad puncionada.

3.6 DIAGNÓSTICOS DE ENFERMERÍA

Todos los diagnósticos de la Tabla 1, además de estos diagnósticos específicos:

TABLA 4. Diagnósticos de enfermería W- Wave®.

1. NANDA: Riesgo de aspiración (00039).	
Relacionada con la manipulación de la vía aérea para la anestesia general.	
Resultados **NOC**	Prevención de la aspiración (1958). Estado de la ventilación (0403).
Intervenciones **NIC**	Precauciones para evitar la aspiración: Prevención o disminución al mínimo los factores de riesgo (3200). Actividades: • Comprobación previa a la entrada del paciente al área quirúrgica de los dispositivos necesarios para el manejo ventilatorio del paciente (respirador y sistema de aspiración). • Verificación del mantenimiento del ayuno del paciente.

2. NANDA: Riesgo de lesión perioperatoria (00087).	
Relacionado con la inmovilización y uso de relajantes neuromusculares.	
Resultados **NOC**	Control del riesgo (1902). Integridad tisular: piel y membranas mucosas (1101).
Intervenciones **NIC**	Precauciones quirúrgicas: minimizar las posibilidades de lesiones y atrogénicas en el paciente involucrado. Actividades: • Asegurar que la mesa quirúrgica y sus accesorios estén en óptimas condiciones. • Colocar sistemas de manejo de presiones en las prominencias óseas, asegurando una correcta alineación corporal.
3. NANDA: Riesgo de shock cardiogénico.	
Relacionado con implante de dispositivo en el septo interauricular.	
Resultados **NOC**	Estado circulatorio (0401). Estado de los signos vitales (0802).
Intervenciones **NIC**	Regulación hemodinámica (4150). Manejo de los signos vitales (6680). Monitorización neurológica (2620). Precauciones circulatorias (4070). Actividades: • Monitorización del paciente. • Control del estado neurológico. • Control de la efectividad de la anestesia. • Detección precoz de los cambios en el estado hemodinámico del paciente.

3.7 COMPLICACIONES

Las complicaciones más frecuentes derivadas del procedimiento son:

- Embolización del dispositivo.
- Hematoma o sangrado del punto de punción.
- Taponamiento cardiaco.
- Bloqueo auriculoventricular.

4. CONCLUSIONES

El dispositivo CardioMEMS™ permite detectar y diagnosticar precozmente descompensaciones en pacientes con insuficiencia cardiaca, por otro lado, V-Wave® permite disminuir las presiones en la cavidad auricular izquierda. Esto facilita la intervención médica antes de que se necesite un ingreso hospitalario, mejorando así su calidad de vida[6].

BIBLIOGRAFÍA

1. Abraham WT, Adamson PB, Bourge RC, et al. *Wireless pulmonary artery haemodynamic monitoring in chronic heart failure: a randomised controlled trial* [published correction appears in Lancet. 2012 Feb 4;379(9814):412]. Lancet. 2011;377(9766):658-666. doi: 10.1016/S0140-6736(11)60101-3
2. Abraham WT, Stevenson LW, Bourge RC, et al. *Sustained efficacy of pulmonary artery pressure to guide adjustment of chronic heart failure therapy: complete follow-up results from the CHAMPION randomised trial.* Lancet. 2016;387(10017):453-461. doi: 10.1016/S0140-6736(15)00723-0
3. Amat-Santos I, Nombela-Franco L, García B, Tobar J, Modés-Cobau J, San Román J. *Dispositivo V-Wave® para el tratamiento de la insuficiència cardíaca*. 2015; 68 (9).
4. Assaad M, Sarsam S, Naqvi A, Zughaib M. *CardioMems® device implantation reduces repeat hospitalizations in heart failure patients: A single center experience*. JRSM Cardiovasc Dis. 2019;8:2048004019833290. Published 2019 Feb 24. doi: 10.1177/2048004019833290
5. Rodés-Cabau J, Bernier M, Amat-Santos IJ, et al. *Interatrial Shunting for Heart Failure: Early and Late Results From the First-in-Human Experience With the V-Wave System*. JACC Cardiovasc Interv. 2018;11(22):2300-2310. doi: 10.1016/j.jcin.2018.07.001
6. Del Trigo M, Bergeron S, Bernier M, et al. *Unidirectional left-to-right interatrial shunting for treatment of patients with heart failure with reduced ejection fraction: a safety and proof-of-principle cohort study.* Lancet. 2016;387(10025):1290-1297. doi: 10.1016/S0140-6736(16) 00585-7
7. Rodés-Cabau J, Bernier M, Amat-Santos IJ, et al. *Interatrial Shunting for Heart Failure: Early and Late Results From the First-in-Human Experience With the V-Wave System*. JACC Cardiovasc Interv. 2018;11(22):2300-2310. doi: 10.1016/j.jcin.2018.07.001

TEMA 41

TRATAMIENTO PERCUTÁNEO DE LA ANGINA REFRACTARIA: REDUCER™

Judith Serra Gregori, Rocío Cuenca Arjona, Ester Martínez Pérez, Elvira Porcel Arrebola, Noelia Rodríguez Fernández, Antonio Tovar Martín

Hospital Germans Tries i Pujol. Badalona.

1. INTRODUCCIÓN Y EVOLUCIÓN HISTÓRICA

En Europa, se diagnostican entre 30.000 y 50.000 casos de angina refractaria (AR) al año. Esta condición se define como la presencia de dolor torácico anginoso crónico, con una duración igual o superior a tres meses, asociado a isquemia reversible que persiste a pesar del tratamiento médico óptimo y de procedimientos de revascularización percutánea o quirúrgica[1].

Los pacientes con angina refractaria presentan una tasa media de un ingreso hospitalario anual, con una estancia promedio de tres días. Además, requieren con mayor frecuencia nuevos procedimientos de revascularización y tienen una media de dos visitas ambulatorias anuales, lo que impacta negativamente en su calidad de vida[1].

Los tres pilares del tratamiento de la angina refractaria son:

- Control de los factores de riesgo.
- Fármacos antianginosos.
- Revascularización quirúrgica o percutánea.

A pesar de la optimización en estos tres pilares, cada vez hay más pacientes que siguen teniendo síntomas y por ello se evalúan alternativas terapéuticas en referencia a la farmacología y a los dispositivos.

A finales de la década de 1940, el cirujano cardiaco Claude Schaeffer Beck llevó a cabo una cirugía abierta en la que reducía el tamaño del seno coronario entre un 60% y 70%. Los pacientes tratados con esta técnica mostraban una mejoría en su clase funcional y una reducción en la necesidad de tratamiento farmacológico[2,3].

Sin embargo, estos procedimientos fueron desarrollados antes de la aparición del *bypass* aortocoronario, técnica que revolucionó el tratamiento de la enfermedad coronaria. Como consecuencia, la cirugía de Beck quedó en desuso y fue reemplazada por enfoques más eficaces y menos invasivos[2].

Los estudios evidenciaron que un incremento de la presión en el seno coronario (SC) induce una redistribución del flujo miocárdico en las áreas isquémicas de pacientes con angina refractaria y un consiguiente alivio de los síntomas anginosos[1,4].

Por ello se desarrolla el dispositivo Reducer™ (Neovasc Inc., Canadá) **(Figura 1)** que se trata de un dispositivo percutáneo metálico implantado con un balón expandible

que causa una estenosis focal del seno coronario e incrementa su presión, elevándola también en las vénulas y los capilares. Esto promueve la redistribución del flujo, neovascularización y restablecimiento del gradiente normal de perfusión epicárdica e intramiocárdica[5,6,7].

2. INDICACIONES[1]

- Pacientes con angina de pecho refractaria y evidencia objetiva de isquemia de miocardio reversible que tienen opciones de tratamiento limitadas.
- Pacientes no aptos para una revascularización mediante cirugía de *bypass* (CABG) o mediante intervención coronaria percutánea (ICP).

3. CONTRAINDICACIONES[1]

- Síndrome coronario agudo (SCA) reciente (durante los últimos 3 meses).
- ICP o CABG reciente (durante los últimos 6 meses).
- Angina inestable (angina de aparición reciente, angina in crescendo o angina en reposo con cambios en ECG durante los últimos 30 días).
- Insuficiencia cardiaca congestiva (ICC) descompensada u hospitalización debido a ICC durante los últimos 3 meses.
- Fracción de eyección del ventrículo izquierdo inferior a 30%.
- PAD media superior a 15 mmHg.
- SC con anatomía anómala o anormal (por ejemplo, tortuosidad, rama aberrante, vena cava superior izquierda persistente) confirmada en angiograma.
- SC con un diámetro en el sitio planificado para la implantación superior a 13 mm o inferior a 9,5 mm, según angiograma.
- Arritmias con riesgo para la vida o cualquier arritmia que pudiera requerir la colocación de un desfibrilador o marcapasos interno.
- Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) grave, indicada por un volumen espiratorio forzado en un segundo inferior al 55% del valor previsto.
- Cardiopatía valvular grave.
- Electrodo de marcapasos o desfibrilador en la aurícula derecha o en el SC.
- Sustitución o reconstrucción de la válvula tricúspide.
- Insuficiencia renal crónica (creatinina en suero >2 mg/dL), o hemodiálisis crónica.
- Paciente moribundo o con comorbilidades que limitan su esperanza de vida a menos de un año.

- Contraindicación de la medicación requerida que no puede controlarse de forma adecuada mediante premedicación.
- Alergia comprobada al acero inoxidable o al níquel.
- Resonancia magnética nuclear (RMN) en pacientes a los que se ha implantado el reductor durante las últimas 8 semanas.

4. MATERIAL. DESCRIPCIÓN Y PREPARACIÓN

El SRSC es un stent expansible con balón **(Figura 1)** que se implanta mediante un abordaje transvenoso percutáneo por la vena yugular interna derecha o cualquier otra vena periférica grande. Tiene una forma especial que reduce el diámetro del seno coronario a 3 mm, con lo que, en vez de aumentar la entrada en la circulación coronaria, reduce su salida[8].

El dispositivo consiste en una malla de acero inoxidable premontada en un globo con forma de reloj de arena, que al inflarse se adapta a la conformación crónica del SC. Presenta dos extremidades asimétricas (la proximal más grande que la distal) y una porción central estrecha que, después de la endotelización (duración 4-6 semanas), crea un gradiente de presión entre la circulación venosa correspondiente al territorio de la arteria coronaria izquierda y la aurícula derecha[1].

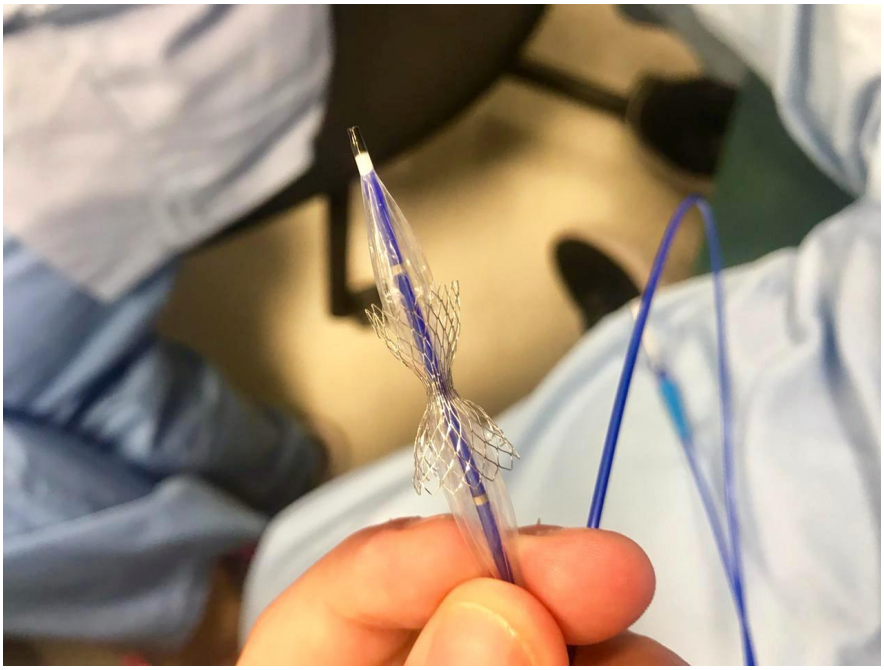


Figura 1. Imagen del dispositivo SRSC Reducer™ (Neovasc Inc., Canadá).

Fuente: imagen propia.

MATERIALES (FIGURA 2)

- Pack quirúrgico.
- Equipo de inyección de contraste.
- Guía 0,35.
- Catéter Multipurpouse 5/6F.
- Introductor femoral 6F, 9F.
- Jeringa *luer-loock* 10cc.
- Funda para el ecógrafo vascular.
- 2 tallas estériles.
- Recipiente tipo bol para disolución contraste 10cc+ 90cc SF.
- Manómetro 10cc (disolución).
- El sistema reductor se suministra en forma de kit e incluye los siguientes componentes[1]:
  - ✓ 1 Neovasc Reducer™ previamente montado sobre un catéter balón.
  - ✓ 1 catéter guía recto de calibre 9F (Cordis Vista Brite Tip™ de 55 cm).
  - ✓ 1 válvula hemostática giratoria.

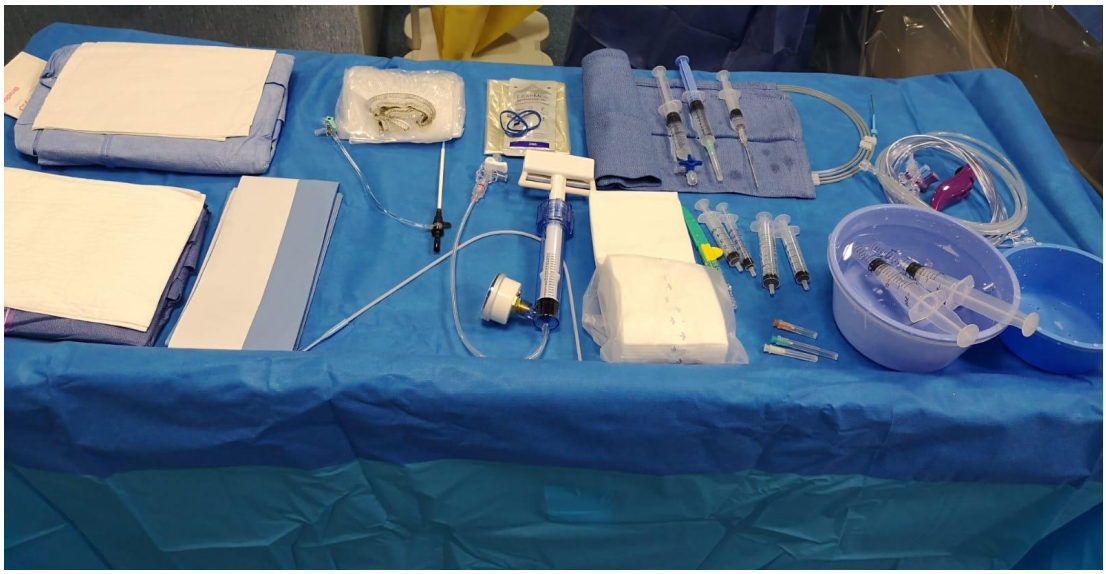


Figura 2 .Mesa quirúrgica con material necesario para procedimiento.

Fuente: imagen propia.

CUIDADOS PREPROCEDIMIENTO

- Tratamiento con doble antiagregación plaquetaria con AAS y Clopidogrel, Prasugrel o Ticagrelor durante el mes previo al procedimiento o como mínimo 72 horas antes[9].
- Ayunas de 6 horas para alimentos sólidos y 2 horas para líquidos antes de la prueba.
- Higiene general.
- Extracción de joyas, esmalte de uñas y prótesis dental.
- Inserción de catéter venoso periférico (Abbocath® número 18 o 20). Si ya lo lleva hay que comprobar su permeabilidad.
- Asegurarse de que el paciente ha recibido la información específica referente a la técnica y confirmar que ha firmado el consentimiento informado específico para el procedimiento.

CUIDADOS DURANTE EL PROCEDIMIENTO

- Colocación en decúbito supino.
- Informar del riesgo de caída debido a las medidas reducidas de la mesa de hemodinámica.
- Monitorizar PNI, ECG, $SatO_2$.
- Administración de profilaxis antibiótica con Cefazolina EV. En caso de alergia conocida administrar Vancomicina EV.
- Lavado quirúrgico.
- Desinfectar área yugular con antiséptico.
- Preparar el campo estéril.

5. TÉCNICA IMPLANTACIÓN[1,8] (FIGURA 3)

- Durante el procedimiento, el paciente se mantiene consciente, y si es preciso se administra sedación suave generalmente con Fentanilo y Midazolam.
- Anestesia local y punción ecoguiada de la vena yugular interna.
- Colocación de introductor 9F.
- Administración endovenosa de 100UI/kg de peso de heparina sódica y mantener ACT > 250 durante el procedimiento.
- Medición PAD con un catéter multipropósito (ha de ser <15 mmHg, en caso de no ser así, se abandona el procedimiento). Cateterización del SC y angiografía para decidir lugar de implantación y valorar la anatomía del vaso.

- Avanzar guía de 0,35" hasta la parte distal del SC e intercambio del multipropósito por el catéter guía específico 9F hasta parte distal al lugar de implantación.
- Avanzar el dispositivo a través del catéter guía.
- Retirar el catéter guía 9F, exponer el dispositivo e inflar el dispositivo con una presión de 4-6 atmósferas, según el tamaño del vaso con el fin de obtener su correcto anclaje.
- Retirar cuidadosamente el balón y comprobar el resultado con una angiografía.
- Retirar el catéter, el introductor y realizar hemostasia sobre el acceso yugular hasta que cese el sangrado.
- Cubrir la zona de punción con apósito estéril, valorando signos de sangrado o hematoma.

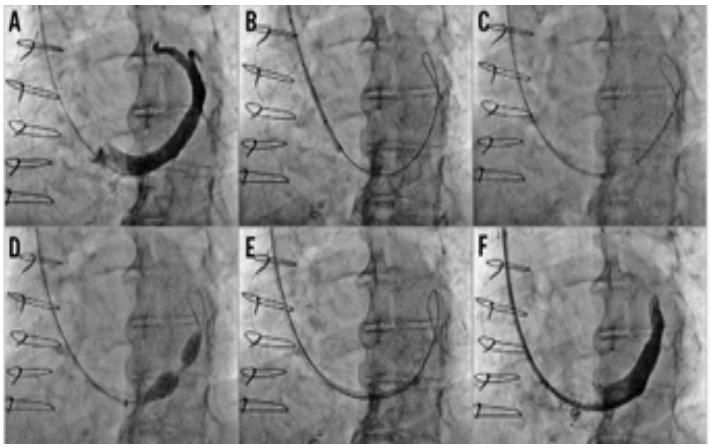


Figura 3. Procedimiento para colocación.

Fuente: Francesco Giannini. *Technical aspects in coronary sinus Reducer™ implantation*. EuroIntervention 2020;15:1269-1277.

A: venografía SC **B:** guía 0,35" **C:** avance del sistema reductor con el dispositivo sobresaliendo unos milímetros del catéter guía. **D:** inflado del globo y liberación del dispositivo. **E:** retirada del catéter balón **F:** venografía final[9].

CUIDADOS POSPROCEDIMIENTO

- Monitorización hemodinámica durante el traslado.
- Traslado a la unidad correspondiente.
- Control de constantes vitales.
- Control del apósito de la vena yugular utilizada para el procedimiento para detectar posibles complicaciones del punto de punción.
- Valorar necesitad de analgesia.
- Tras la implantación del dispositivo, se recomienda un tratamiento con doble antiagregación plaquetaria con AAS y Clopidogrel, Prasugrel o Ticagrelor durante al menos 1-6 meses más[9,10].

6. DIAGNÓSTICOS DE ENFERMERÍA

- Ansiedad (00146) relacionada con cambios o sensación de peligro expresado por manifestaciones fisiológicas y verbales de preocupación.
  - ✓ Resultados (NOC):
    - Control de la ansiedad (1402).
  - ✓ Intervenciones (NIC):
    - Administración de medicación (2300).
    - Apoyo espiritual (5420).
  - ✓ Actividades:
    - Administrar benzodiacepinas.
    - Comunicación terapéutica para establecer confianza y una asistencia empática.
- Riesgo de sangrado (00206) relacionado con punción de la vena yugular.
  - ✓ Resultados (NOC):
    - Detección del riesgo (1908).
    - Coagulación sanguínea (0409).
    - Estado circulatorio (0401).
  - ✓ Intervenciones (NIC):
    - Prevención de hemorragias (4010).
    - Cuidados en la emergencia (6200).
    - Regulación hemodinámica (4150).
  - ✓ Actividades:
    - Monitorizar signos y síntomas de sangrado.
    - Evaluar los signos y síntomas de sangrado.
- Riesgo de shock (00205) relacionado con intervención coronaria percutánea compleja.
  - ✓ Resultados (NOC):
    - Severidad del shock cardiogénico (0418).
    - Signos vitales (0802).
  - ✓ Intervenciones (NIC):
    - Prevención del shock (4260).
    - Manejo de shock cardiaco (4254).
    - Identificación de riesgos (6610).

- ✓ Actividades:
  - Comprobar las respuestas precoces de compensación del shock.
  - Insertar SSV.

- Riesgo de hipotermia (00253) relacionada con temperatura ambiental baja.
  - ✓ Resultados (NOC):
    - Termorregulación (0800).
    - Estado de comodidad: física (2010).
  - ✓ Intervenciones (NIC):
    - Monitorización de los signos vitales (6680).
    - Regulación de la temperatura (3900).
  - ✓ Actividades:
    - Observar el color y la temperatura de la piel.
    - Utilizar un colchón de calentamiento.
    - Administrar la medicación adecuada para evitar o controlar los escalofríos.
- Riesgo de reacción adversa a medios de contraste yodado (00218) relacionada con la administración de contraste yodado durante el procedimiento.
  - ✓ Resultados (NOC):
    - Respuesta alérgica sistémica: gravedad de la reacción inmunitaria hipersensible sistémica a un antígeno ambiental específico (exógeno) (0706).
  - ✓ Intervenciones (NIC):
    - Manejo de la alergia: identificación, tratamiento y prevención de las respuestas alérgicas a medicamentos, material de contraste, sangre y otras sustancias (6410).
    - Monitorización respiratoria: recolección y análisis de datos del paciente para asegurar la permeabilidad de las vías respiratorias y un intercambio gaseoso adecuado (3350).
  - ✓ Actividades:
    - Determinar si hay un historial de reacciones anteriores a los agentes de contraste yodado.
    - Notificar al médico de inmediato si se presenta algún síntoma de reacción.

7. COMPLICACIONES

- Fracaso en la implantación del dispositivo.
- Disección o perforación del SC.
- Embolización o migración del CSR.
- Trombosis del SC.
- Complicaciones en el sitio de acceso.
- Evento isquémico, daño al miocardio o cualquier otro evento cardiovascular peri-procedimiento[1].

8. CONCLUSIONES

El implante del dispositivo reductor del flujo del seno coronario se realiza en los laboratorios de hemodinámica a pacientes con angina refractaria que no son candidatos a revascularización arterial coronaria[8,11].

El procedimiento se realiza bajo anestesia local y ligera sedación. La estancia hospitalaria estimada es de 24 h desde el ingreso el mismo día de la intervención, hasta el alta 24 h después para control hemodinámico.

Tras el implante del dispositivo, los pacientes pueden retomar sus actividades de vida diaria con normalidad y seguir controles médicos habituales.

Hasta el momento, los resultados son insuficientes para establecer el perfil de efectividad y seguridad del dispositivo reductor de flujo de seno coronario en pacientes con angina refractaria, ya que algunos aspectos técnicos de este procedimiento, así como la prevención y el tratamiento de las posibles complicaciones, aún no se han descrito sistemáticamente[9]. Según el único ECA publicado a día de hoy, un 70% de pacientes mejoran clínicamente en al menos una clase de angina y casi un 30% de pacientes no responden a la implantación del dispositivo Reducer™[1]. Otros estudios como CORSIRA Trial y diferentes publicaciones demuestran la efectividad del tratamiento[12,13].

BIBLIOGRAFÍA

1. Rey Castiñeira L, Maceira Rozas MC, Casal Acción B, Pawlowska Pawlowska E. *Dispositivo reductor de flujo de seno coronario en el tratamiento de la angina refractaria.* Santiago de Compostela: Agencia Gallega para la Gestión del Conocimiento en Salud, ACIS. Unidad de Asesoramiento Científico-Técnico, Avalia-t; 2023. Informe N.º CT2023/01 Disponible en: http://hdl.handle.net/20.500.11940/17901
2. Cardiosistemas. Blog-Claude Schaeffer Beck [Internet]. Buenos Aires (Argentina): Cardiosistemas. Disponible en: https://cardiosistemas.com.ar/Blog-Claude-Schaeffer-Beck.html.
3. Sociedad Argentina de Cardiología (SAC). *Eficacia de un dispositivo para reducir el calibre del seno coronario en pacientes con angina refractaria* [Internet]. En: Tratamiento percu-

táneo de la angina refractaria: REDUCER™ Capítulo VIII. Procedimientos intervencionistas percutáneos especiales. Buenos Aires (Argentina): SAC. Disponible en: https://www.sac.org.ar/novedades-bibliograficas/eficacia-de-un-dispositivo-para-reducir-el-calibre-del-seno-coronario-en-pacientes-con-angina-refractaria/

4. Ido A, Hasebe N, Matsuhashi H, Kikuchi K. *Coronary sinus occlusion enhances coronary collateral flow and reduces subendocardial ischemia*. Am J Physiol Heart Circ Physiol. 2001;280(3):H1361-H1367. doi: 10.1152/ajpheart.2001.280.3.H1361.

5. González-Juanatey JR. *A debate: Angina refractaria. El dispositivo Reducer como nueva alternativa terapéutica. Visión desde la clínica*. REC Interv Cardiol. 2021;3(1):59-61.

6. Sociedad Española de Cardiología (SEC). *Nuevas estrategias terapéuticas para el manejo de la angina refractaria* [Internet]. Madrid (España): SEC. Disponible en: https://secardiologia.es/comunicacion/noticias-sec/10993-nuevas-estrategias-terapeuticas-para-el-manejo-de-la-angina-refractaria

7. Jiménez-Navarro MF, Muñoz-García A, Romero-Rodríguez N, Teresa-Galván E. *El stent reductor del seno coronario para el tratamiento de la angina de pecho refractaria crónica*. Cartas al Editor. Rev Esp Cardiol. 2011;64(7):626–632.

8. Moreno R, Castro A, López-Sendón JL. *Dispositivo reductor del seno coronario en angina refractaria*. Rev Esp Cardiol. 2019;72(3):246

9. Giannini F, Tzanis G, Ponticelli F, et al. *Technical aspects in coronary sinus Reducer implantation*. EuroIntervention. 2020;15(14):1269-1277. doi: 10.4244/EIJ-D-18-01180

10. Erdos J. *Percutaneous transvascular implantation of a coronary sinus reducing stent*. Update 2022. Austria: Austrian Institute for Health Technology Assessment (AIHTA); 2022. [consultado. Disponible en: https://eprints.aihta.at/1389/1/DSD_121_Update2022.pdf.

11. Document downloaded from https://www.revespcardiol.org/?ref=2129204951, day 14/11/2023. This copy is for personal use. Any transmission of this document by any media or format is strictly prohibited. Cartas al Editor / Rev Esp Cardiol. 2011;64(7):626–632

12. P Damman, J J Piek. *The Coronary Sinus Reducer for refractory angina*. Neth Heart J. 2021 Mar 6;29(4):177–178. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7990976/

13. Verheye S, Jolicœur EM, Behan MW, et al. *Efficacy of a device to narrow the coronary sinus in refractory angina*. N Engl J Med. 2015;372(6):519-527. doi: 10.1056/NEJMoa1402556.

TEMA 42

TRATAMIENTO DE FÍSTULAS CORONARIAS

Fátima Barral Tafalla, Pablo Mouriño Pereiro,
Jose Ramón Lago Quinteiro, Sonia Bao Carro

Hospital Clínico de Santiago de Compostela.

1. DEFINICIÓN

Las fístulas coronarias son conexiones anómalas entre arterias coronarias o entre una arteria coronaria y otra estructura próxima tal como cámaras cardíacas, la arteria pulmonar, el seno coronario o la vena cava superior. En condiciones normales, las arterias coronarias son responsables de suministrar sangre oxigenada al músculo cardíaco, pero cuando existe una fístula coronaria, parte de esta sangre se desvía de su ruta habitual hacia una cavidad o vaso sanguíneo diferente, por lo que su repercusión clínica es variable[1]. También tiene mayor repercusión según su tamaño, el tiempo de evolución y el grado de cortocircuito generado, pudiendo ser asintomáticas o generar trastornos hemodinámicos susceptibles de resolución percutánea o quirúrgica, tales como insuficiencia cardíaca precoz debido a un gran cortocircuito izquierda-derecha. Después de la segunda década, puede aumentar la sintomatología, debutando con arritmias, angina, progresión del cortocircuito, trombosis, endocarditis y rotura[2].

Las fístulas coronarias se clasifican de varias formas, dependiendo de sus características anatómicas y de cómo afectan el flujo sanguíneo. A continuación, se describen los tipos más comunes de fístulas coronarias:

- **Fístulas arteriovenosas:** este tipo de fístula ocurre cuando hay una conexión anormal entre una arteria coronaria y una vena. En lugar de que la sangre fluya de las arterias a los capilares y luego a las venas, parte de la sangre de la arteria coronaria se desvía directamente hacia una vena. Esto puede resultar en una sobrecarga del volumen de sangre en la vena, lo que puede llevar a la dilatación de las venas y, en casos graves, a la insuficiencia cardiaca.
- **Fístulas arterioarteriales:** en este tipo de fístula, hay una conexión anormal entre dos arterias coronarias o entre una arteria coronaria y otra arteria no coronaria. Esto puede causar un flujo sanguíneo inusual entre las arterias, lo que puede comprometer el suministro sanguíneo normal al músculo cardiaco. Dependiendo de la magnitud de la conexión y del flujo sanguíneo, esto puede conducir a la isquemia cardiaca o a la formación de aneurismas en las arterias afectadas.
- **Fístulas arterioseptales:** en este tipo de fístula, la conexión anormal se establece entre una arteria coronaria y una cavidad cardiaca, como una aurícula o un ventrículo. Esto puede resultar en un flujo de sangre directamente desde la arteria coronaria a la cavidad cardiaca, lo que puede sobrecargar la cavidad y comprometer la función cardiaca normal. También existe el riesgo de embolis-

mo, ya que los coágulos sanguíneos pueden formarse en la cavidad cardiaca y ser arrastrados por el torrente sanguíneo.

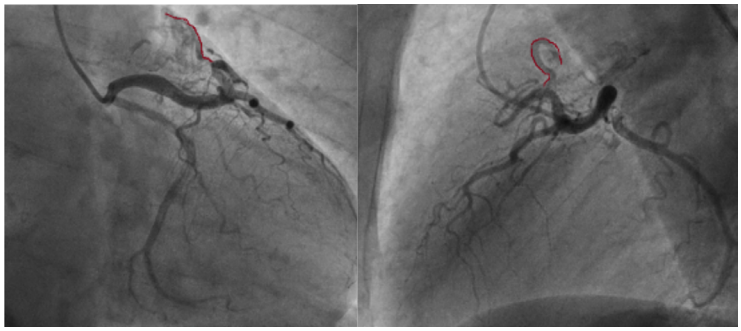


Figura 1. A la izquierda: imagen angiográfica de fístula (en rojo) de arteria descendente anterior media a arteria pulmonar vista en proyección OAD18 CAU27. A la derecha: la misma fístula vista en proyección OAI92 CRA1.

Fuente: imagen propia.

2. EPIDEMIOLOGÍA Y DIAGNÓSTICO

Es importante destacar que, aunque las fístulas coronarias pueden desarrollarse desde que estamos en el útero (pueden estar asociadas a ciertas condiciones congénitas, como la tetralogía de Fallot, la enfermedad de Kawasaki y la enfermedad de Williams), también pueden generarse a lo largo de la vida como resultado de trauma cardiaco, infecciones cardiacas o procedimientos médicos cardiacos previos, aunque en muchos casos la causa subyacente puede ser desconocida.

La prevalencia exacta de las fístulas coronarias en la población general no está bien establecida, ya que se trata de una anomalía cardiaca relativamente rara. Sin embargo, se estima que la incidencia es baja, con una prevalencia que oscila entre el 0,3% y el 0,8% en la población general, según varios estudios epidemiológicos[3].

El diagnóstico de las fístulas coronarias generalmente se realiza mediante:

- **Ecocardiografía:** la ecocardiografía transtorácica y transesofágica puede ser útil en la detección inicial de fístulas coronarias, especialmente en casos de fístulas arterioseptales.
- **Angiografía coronaria:** la angiografía por catéter es considerada el *gold standard* para el diagnóstico de fístulas coronarias. Permite una visualización directa de las anomalías coronarias y la evaluación de la anatomía vascular.

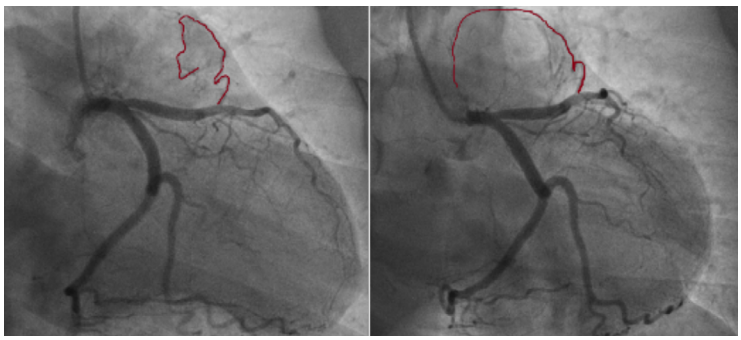


Figura 2. A la izquierda: imagen angiográfica de fístula (en rojo) de arteria descendente anterior a ventrículo izquierdo en proyección OAD26 CAU27. A la derecha: la misma fístula vista desde OAD3 CAU33.

Fuente: imagen propia.

- **Tomografía computarizada (TC) cardiaca:** la angiografía por tomografía computarizada (TC) es una herramienta no invasiva que puede proporcionar imágenes detalladas de las arterias coronarias y detectar fístulas coronarias. TAC multidetector proporciona imágenes de alta resolución obteniendo una información anatómica precisa sobre la fístula, la presencia de ramas laterales proximales y distales a su drenaje, y el tamaño de la fístula en varios sitios. Esta información puede ser crucial para planificar el procedimiento en el laboratorio de hemodinámica y reducir el volumen de contraste, el tiempo del procedimiento y la dosis de radiación. Tiene limitaciones en niños y en arritmias.

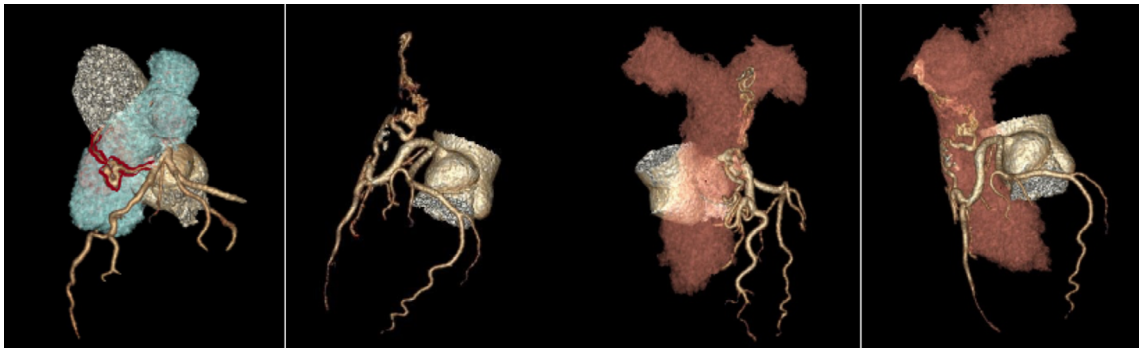


Figura 3. Distintos planos de imágenes de TAC 3d de fístula de arteria descendente anterior a arteria pulmonar con aneurisma (fístula y aneurisma en rojo en la primera imagen).

Fuente: imagen propia.

- **Resonancia magnética cardiaca (RMC):** la RMC cardiaca puede proporcionar imágenes precisas de las anomalías cardiacas, incluidas las fístulas coronarias, y puede ser útil para evaluar la función cardiaca y el flujo sanguíneo.
- Otras pruebas complementarias incluyen:
  - ✓ Electrocardiograma, puede mostrar signos de sobrecarga de volumen del ventrículo izquierdo y en ciertos casos cambios isquémicos que pueden evidenciarse durante una ergometría.
  - ✓ Aunque una radiografía podría verse normal, también podría observarse cardiomegalia.

Una vez diagnosticadas, las fístulas coronarias pueden ser monitorizadas para evaluar su tamaño, ubicación y efectos sobre la función cardiaca.

El paciente sintomático puede presentar:

- Soplo cardiaco.
- Molestia o dolor en el pecho.
- Tendencia a fatiga.
- Retraso en el desarrollo.
- Taquicardia o arritmias.
- Disnea.

3. TRATAMIENTO

El tratamiento puede incluir observación y seguimiento en fístulas pequeñas o medianas en pacientes asintomáticos, tratamiento farmacológico en los que sí tienen síntomas, o intervención, tanto quirúrgica como percutánea, para cerrar la fístula y restaurar el flujo sanguíneo normal, especialmente en fístulas de gran tamaño, muy aneurismáticas y sobre todo con síntomas o datos de repercusión hemodinámica[4,5].

El tratamiento quirúrgico con ligadura selectiva del trayecto fistuloso ha sido la técnica de elección durante años y sigue siendo la opción recomendada en aquellos casos de comunicaciones múltiples, de difícil acceso y sobre todo cuando existen otras malformaciones asociadas. Esta cirugía podría ser con o sin circulación extracorpórea y podría ir acompañada de técnica de bypass coronario y embolización por cateterismo cardiaco.

Con el desarrollo de nuevas técnicas y dispositivos de cierre percutáneo se han conseguido resultados similares a la cirugía en cuanto a eficacia incluso en aquellos casos con defectos más complejos, con la ventaja de una menor estancia hospitalaria y un tiempo de recuperación más corto.

4. TRATAMIENTO PERCUTÁNEO

El tratamiento percutáneo se basa en la embolización vascular con diversos materiales o dispositivos para ocluir fístula. El caso ideal requiere canalizar la arteria coronaria que irriga la fístula, que no existan grandes ramas que podrían ser inadvertidamente embolizadas y un único y estrecho sitio de fístula.

Principalmente, existen dos métodos para el cierre: materiales para la embolización, (como espirales o coils) o dispositivos oclusores.

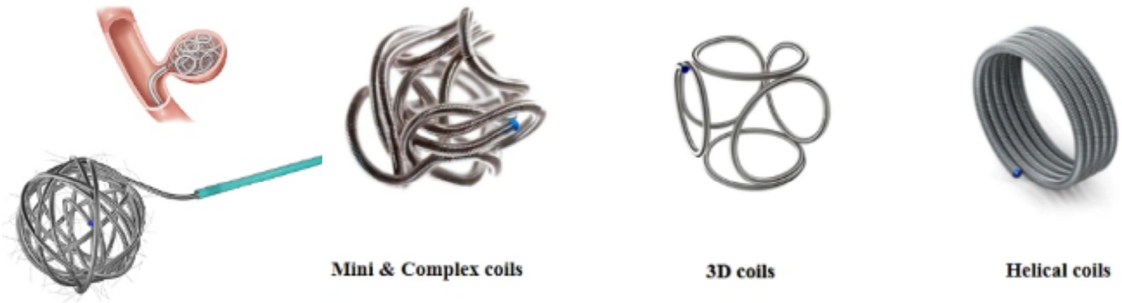


Figura 4. Algunas imágenes de coils

Fuente: página NEUROSAFE.

Los materiales de embolización como ventaja son relativamente baratos, con buen perfil para la navegación y sencillos de utilizar, pero con el inconveniente de que su liberación puede no ser tan segura en ocasiones y pueden producirse migraciones de estos (sobre todo en los sistemas antiguos).

Los tapones vasculares o *plugs* son de preferencia en fístulas más grandes o de alto flujo. Tienen buen perfil, con liberación controlada, y hay un rango amplio de medidas y formas disponibles.

También existen otros dispositivos como Stents recubiertos y micropartículas para embolización (Contour).

La elección del método dependerá de la morfología y tamaño de la fístula, de la experiencia de los operadores y de la disponibilidad de los materiales.

Los materiales se implantarán a través de un cateterismo selectivo del ostium coronario en cuestión con un catéter guía de 6F o 7F que nos permita pasar una guía convencional de angioplastia coronaria de 0,014 pulgadas y 360 cm de longitud. Mediante un rotor externo, la guía se lleva hasta la fístula donde se deja alojada lo más distalmente posible para poder transportar el material en cada caso. Para una fístula única, donde se contempla un implante retrógrado de coils o dispositivo, es adecuado un solo acceso arterial. En los casos de fístulas grandes y complejas en las que se planifique la formación de un asa arteriovenosa y el implante del dispositivo se va a realizar por vía transvenosa, es necesario tener un acceso venoso adicional al arterial.

4.1 *COILS* O ESPIRALES

El escenario ideal para el uso de *coils* es una fístula única con un sitio de drenaje único y estrecho.

Los *coils* tienen una fibra central de acero o platino, con diferentes recubrimientos, como el hidrogel, que aumentan su superficie de contacto y la trombogenicidad, dando mayor eficacia para ocluir el vaso. Estos filamentos, al ser liberados en su lugar de acción, adoptan su forma espiral característica, contactando con las paredes del vaso y favoreciendo la trombosis.

Los *coils* son desprendibles, constan de un sistema de liberación que permite realizar pruebas de estabilidad y de la conformación adoptada por el *coil* antes de liberarlos definitivamente.

El diámetro es el que adopta la espiral una vez está en su posición final, y es lo que deberemos adaptar al diámetro de la fístula. Según el modelo, su diámetro puede variar de 2 a 20 mm y la longitud de 2 a 40 mm. Esta longitud determinará el número de espirales que hará el dispositivo una vez liberado y se escogerá en función de la longitud de la zona de destino.

Habitualmente se busca una discreta sobredimensión del *coil* respecto al vaso o zona de destino para evitar el riesgo de migración y para aumentar la superficie de contacto con el vaso y así favorecer su eficacia. Si la sobredimensión es excesiva puede quedar demasiado estirado retrasando o impidiendo la trombosis.

En el tratamiento de las fístulas coronarias, especialmente las de gran tamaño, se suelen utilizar varios *coils*. La técnica más común es la coaxial, en la que los *coils* se van liberando progresivamente a lo largo de la zona objetivo.

En vasos de mayor calibre o de alto flujo, con mayor riesgo de embolización, se puede emplear la técnica de andamiaje. En este caso, se despliega primero un *coil* sobredimensionado, con mayor fuerza radial, que queda más estirado. Sobre esta estructura inicial se liberan los demás *coils*, de menor tamaño y mayor conformabilidad. El *coil* primario actúa como esqueleto para los siguientes, proporcionando mayor estabilidad al conjunto.

Por otro lado, en caso de contar con una rama lateral disponible, se puede optar por la técnica de anclaje. En esta estrategia, el primer *coil* se coloca a lo largo de la rama lateral, dejando una pequeña parte prolapsada en el vaso principal. Luego, los demás *coils* se liberan dentro del vaso principal, asegurando su fijación.

Durante la intervención se buscará una reducción del flujo, a la espera de que unas semanas después el mecanismo de trombosis se produzca y concluya la oclusión.

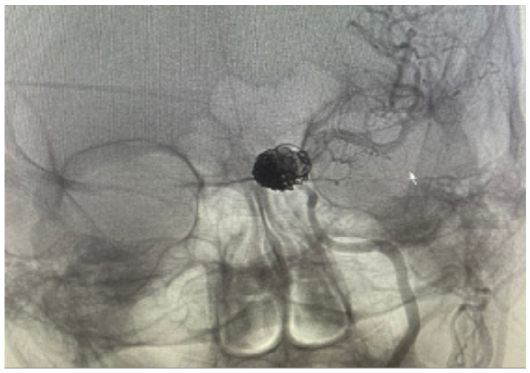


Figura 5. Imagen de coil en arteria comunicante anterior.

Fuente: imagen propia.

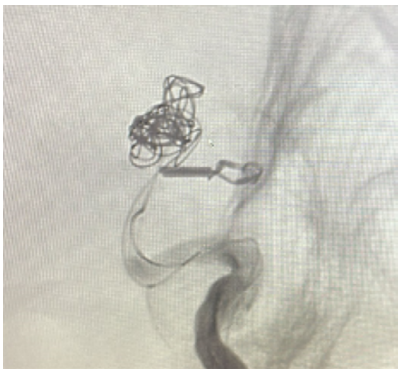


Figura 6. Imagen de coil en un aneurisma tratado previamente con cirugía (en la imagen se puede observar una pinza de neurocirugía).

Fuente: imagen propia.

Material para la liberación del coil:

- Catéter guía de 6Fr o 7Fr.
- Extensor de catéter guía si fuera necesario para aumentar el soporte.
- Guía intracoronaria que nos permita navegar lo más distalmente posible en nuestra zona objetivo. A veces es necesario usar varias guías intracoronarias con características especiales de bajo soporte o poliméricas, que nos permitan una buena negociación de la tortuosidad.
- Microcatéter a través del cual liberaremos los *coils*, que deberemos llevar hasta la zona objetivo. El tipo de microcatéter tiene que ser compatible con el tipo de *coil*.

4.2 TAPONES VASCULARES

Estos dispositivos son la opción preferida para el tratamiento de fístulas de gran tamaño o alto flujo, especialmente cuando la morfología de la fístula o la dinámica del flujo dificultan la estabilidad de los coils y aumentan el riesgo de migración.

Se trata de cilindros autoexpandibles de malla de nitinol, con marcadores radiopacos de platino en ambos extremos, lo que facilita su visualización durante el procedimiento. Su implantación se realiza mediante catéteres guía de 5 a 9Fr, dependiendo del tamaño del dispositivo. La liberación se efectúa a través de un cable con mecanismo de rosca, atornillado al extremo proximal del dispositivo, siguiendo una técnica de montaje y liberación similar a la de otros dispositivos.



Figura 7. Dispositivo oclusor Amplatzer Vascular Plug III.

Fuente: Página de S.Jude Medical

Una vez liberados, adquieren una forma predefinida gracias a las propiedades de memoria térmica del nitinol. Su tamaño varía entre 3 y 22 mm, y existen cuatro morfologías diferentes, cada una con rangos específicos de diámetros y longitudes. Estos dispositivos no sustituyen a los anteriores, sino que los complementan. La elección depende principalmente del tamaño y, sobre todo, de las características de la comunicación que se desea tratar.

Se recomienda una sobredimensión del dispositivo del 30-50%, tomando como referencia el diámetro más restrictivo de la estructura vascular que se desea cerrar. Además, es fundamental considerar la longitud de la comunicación y la *landing zone* para garantizar una implantación óptima.

Un dispositivo sobredimensionado tiende a alargarse a lo largo del vaso, por lo que la elección del tapón vascular debe asegurar una oclusión adecuada sin que se estire en exceso ni protruya en estructuras vecinas. Para minimizar riesgos, se recomienda implantar el dispositivo lo más distalmente posible, evitando complicaciones como la isquemia por interferencia en la arteria donante.

La evolución en este campo es notable y van surgiendo nuevos dispositivos como los microtapones.

5. CONTRAINDICACIONES PARA EL CIERRE PERCUTÁNEO

- Fístula amplia y grande.
- Fístula con múltiples comunicaciones.
- Fístula distal.
- Un vaso subyacente en riesgo.
- Necesidad de reparación quirúrgica concomitante.

6. COMPLICACIONES EN EL CIERRE DE FÍSTULAS CORONARIAS

Las complicaciones incluyen, entre otras:

- Sobrecarga de volumen de las cavidades cardiacas: independientemente del lugar de drenaje de la fístula, dan lugar a que aumente la presión telediastólica del ventrículo izquierdo, hipertrofia ventricular, y en pacientes mayores, insuficiencia cardiaca congestiva. También se ha asociado fibrilación auricular y taquiarritmias ventriculares con las fístulas coronarias.
- Complicaciones coronarias: al aumentar el flujo, el trayecto proximal a la fístula, de la arteria coronaria se dilata de manera progresiva y significativa. Los síntomas y secuelas incluyen: isquemia miocárdica crónica y angina, insuficiencia cardiaca congestiva, miocardiopatía, e infarto de miocardio. El robo coronario puede producir isquemia miocárdica. Si persiste con el tiempo un exceso de flujo en las coronarias podrá dar lugar a una dilatación masiva y formación de aneurismas.
- Complicaciones valvulares y endocarditis: insuficiencia valvular secundaria a disfunción del músculo papilar, se han descrito en niños y adultos con fístulas coronarias. La incidencia de endocarditis infecciosa varía del 0% al 12%.
- Otras complicaciones:
  - ✓ El hemopericardio puede ser el resultado de la rotura de un aneurisma asociado. Puede producirse hipertensión pulmonar, aunque raro, por el cortocircuito izquierda derecha. Disección de la fístula.
  - ✓ Embolización del dispositivo.
  - ✓ Lesión vascular en la zona del acceso, pérdida del pulso periférico.
  - ✓ Coágulos o episodios tromboembólicos.
  - ✓ Reacción adversa a la anestesia, al contraste u otros fármacos administrados durante el procedimiento o a algún componente de los materiales utilizados o del dispositivo implantado.
  - ✓ Cortocircuito residual.
  - ✓ Apnea.
  - ✓ Muerte.

7. CUIDADOS DE ENFERMERÍA

7.1 CUIDADOS DE ENFERMERÍA ANTES DEL CIERRE PERCUTÁNEO DE FÍSTULAS CORONARIAS

Es un procedimiento que se puede realizar bajo anestesia local, dejando la anestesia general para niños y bebés.

Antes de someterse al procedimiento es necesario verificar el *checklist* previo. Los datos por verificar serán:

- Comprobar identidad de paciente y verificación de pulsera identificativa.
- Comprobar firmas en consentimientos informados.
- Comprobar la última analítica realizada, así como el nivel de creatinina sérica y, en su caso, valorar la protección renal.
- Comprobar tratamiento prescrito.
- Comprobar antecedentes de alergias/intolerancias alimentarias o medicamentosas y reacciones adversas medicamentosas.
- Confirmar ayunas de 6-8 horas.
- Verificar ECG de 12 derivaciones.
- Comprobar que ha retirado la prótesis dental u otras prótesis removibles.
- Preparación del paciente en la sala de intervención, acomodación y sujeción, a ser posible con colchón o manta térmicos.
- Monitorización del ritmo cardiaco y de la saturación de O_2.
- Verificar permeabilidad de vías venosas o canalización si fuese necesario.
- Comprobar la correcta preparación de la piel en la zona de acceso, bien sea radial o femoral, así como un rasurado suficiente, si procede.
- Desinfección de la zona de acceso y cobertura con campos estériles.
- Preparación y manipulación de los materiales necesarios para desarrollar la técnica garantizando la asepsia.
- Administración de premedicación (si procede) y de antibioterapia profiláctica.

7.2 CUIDADOS DE ENFERMERÍA DURANTE EL CIERRE PERCUTÁNEO DE FÍSTULAS CORONARIAS

- Instrumentación de la técnica intentando usar el mínimo contraste que se requiera.
- Vigilancia respiratoria.
- Vigilancia hemodinámica.
- Vigilancia neurológica.
- Valoración continúa de la sedación y analgesia (en caso de anestesia general, será el anestesista el que se encargue de estos cuidados).
- Control de nivel de anticoagulación. Se administrará heparina a 100 unidades/kg de peso para evitar la formación de trombos inducidos por catéter o alambre-guía durante el procedimiento. Las dosis adicionales de heparina, según la duración del procedimiento, se administran mediante la evaluación del tiempo de coagulación activado.

7.3 CUIDADOS DE ENFERMERÍA POSCIERRE PERCUTÁNEO DE FÍSTULAS CORONARIAS

- Vigilancia del nivel de consciencia.
- Valoración del nivel de dolor o ansiedad, y administración de fármacos si procede. Daremos apoyo e información necesaria.
- Vigilancia hemodinámica.
- Valoración o administración de anticoagulación o reversión de ésta, según proceda.
- Vigilancia de hemostasia en la zona de intervención. Descartar sangrados o hematomas.
- Reposo absoluto de la/s extremidad/es afecta/s. Control de pulsos distales.
- Valoración de la cantidad de contraste administrado a efectos de necesidad de protección renal. Vigilar la primera micción y si precisara sondaje vesical.
- Valorar tolerancia oral a líquidos.
- Finalmente, le daremos información sobre los cuidados que necesitará tener al alta: tras la intervención, cuidado con los accesos vasculares para evitar sangrados y durante un año evitar ejercicios violentos, tomar la medicación prescrita al alta, básicamente ácido acetilsalicílico con otro antiagregante, y en su caso, anticoagulación. También informar de la necesidad de profilaxis antibiótica ante intervenciones o extracciones odontológicas.

NANDA (2021/2023): DIAGNÓSTICOS DE ENFERMERÍA	NOC (2018): RESULTADOS	NIC (2018): INTERVENCIONES
00004-Riesgo de infección. 00042-Riesgo de reacción alérgica al látex. 00132-Dolor agudo. 00134-Náusea. 00146-Ansiedad. 00147-Ansiedad por la muerte. 00200-Riesgo de disminución de la perfusión del tejido cardiaco. 00205-Riesgo de shock. 00206-Riesgo de hemorragia. 00214-Comodidad deteriorada. 00217-Riesgo de reacción alérgica. 00218-Riesgo de reacción adversa a los medios de contraste yodados. 00267-Riesgo de presión arterial inestable. 00291-Riesgo de trombosis. 00311-Riesgo de deterioro de la función cardiovascular	0311- Preparación para el alta: vida independiente. 0400-Efectividad de la bomba cardiaca. 0401-Estado circulatorio. 0405-Perfusión tisular: cardiaca. 0802-Signos vitales. 1211-Nivel de ansiedad. 1605-Control del dolor. 1618-Control de náuseas y vómitos. 1814-Conocimiento: procedimiento terapéutico. 1820-Conocimiento: control de la enfermedad cardiaca. 1845-Conocimiento: manejo del tratamiento anticoagulante. 1864-Conocimiento: reducción de la amenaza de accidente cerebrovascular. 1865-Conocimiento: reducción de la amenaza de trombo.	1412-Manejo del dolor: agudo. 1450-Manejo de las náuseas. 2210-Administración de analgésicos. 2260-Manejo de la sedación. 2300-Administración de medicación. 2314-Administración de medicación: intravenosa (i.v.). 2380-Manejo de la medicación. 2870-Cuidados posanestesia. 3440-Cuidados del sitio de incisión. 3620-Sutura. 3900-Regulación de la temperatura. 4010-Prevención de hemorragias.

NANDA (2021/2023): DIAGNÓSTICOS DE ENFERMERÍA	NOC (2018): RESULTADOS	NIC (2018): INTERVENCIONES
	1914-Control del riesgo: enfermedad cardiovascular. 1921-Preparación antes del procedimiento. 1931-Control del riesgo: accidente cerebrovascular. 1932-Control del riesgo: trombos. 2102-Nivel del dolor. 2303-Recuperación posterior al procedimiento. 3101-Autocontrol: tratamiento anticoagulante.	4020-Disminución de la hemorragia. 4040-Cuidados cardiacos. 4050-Manejo del riesgo cardiaco. 4090-Manejo de la arritmia. 4150-Regulación hemodinámica. 4190-Punción intravenosa (i.v.). 4235-Flebotomía: vía canalizada. 4250-Manejo del shock cardiaco. 4260-Prevención del shock. 4270-Manejo de la terapia trombolítica. 5240-Asesoramiento. 5618-Enseñanza procedimiento/ tratamiento. 5820-Disminución de la ansiedad. 6540-Control de infecciones. 6574-Identificación del paciente. 6580-Sujeción física. 6680-Monitorización de signos vitales. 7710-Colaboración con el médico. 7920-Documentación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Said, S. A., & el Gamal, M. I. (2006). *Coronary artery fistulas: clinical and therapeutic considerations*. International journal of cardiology, 107(1), 7-10.
2. Gowda RM, Vasavada BC, Khan IA. *Coronary artery fistulas: clinical and therapeutic considerations.* Int J Cardiol. 2006;107(1):7-10. doi: 10.1016/j.ijcard.2005.01.067
3. Lee, W. C., Fang, C. Y., Wu, C. J., & Chen, S. J. (2015). *Coronary artery fistula: incidence in adults.* Taiwanese Journal of Obstetrics and Gynecology, 54(1), 33-37.
4. Kern, M. J., & Seto, A. H. (2012). *Catheterization and Interventional Cardiology in Adults.* McGraw Hill Professional.
5. Latson Jr, L. A., Prieto, L. R., & Congenital Cardiovascular Interventional Study Consortium. (2015). *Congenital heart disease in adults: when to intervene.* Methodist DeBakey Cardiovascular Journal, 11(3), 160.

CAPÍTULO IX

OTROS DISPOSITIVOS USADOS EN EL LABORATORIO DE HEMODINÁMICA

Asociación Española de
Enfermería en Cardiología

TEMA 43

DISPOSITIVOS DE SOPORTE HEMODINÁMICO Y PROTECCIÓN RENAL

1. BALÓN DE CONTRAPULSACIÓN INTRAAÓRTICO

Irene Sánchez Fernández (*), Prudencia Gómez Fernández (**)

(*) Hospital Universitario Juan Ramón Jiménez. Huelva.
(**) Hospital Universitario Virgen del Rocío. Sevilla.

ABREVIATURAS

ACTP: Angioplastia Coronaria Transluminal Percutánea.
BCIA: Balón de Contrapulsación Intraaórtico.
ECG: Electrocardiograma.
ECMO: Siglas en inglés para Oxigenación por Membrana Extracorpórea.
FE: Fracción de Eyección.
IAM: Infarto Agudo de Miocardio.
IAMCEST: Infarto Agudo de Miocardio Con Elevación del ST.
ICP: Intervención Coronaria Percutánea.
lpm: Latidos por minuto.
PA: Presión Arterial.
SCA: Síndrome Coronario Agudo.
TCI: Tronco de Coronaria Izquierda.
VI: Ventrículo Izquierdo.

1. INTRODUCCIÓN

El balón de contrapulsación intraaórtico (BCIA) es la asistencia circulatoria percutánea más antigua. Es un dispositivo mecánico que comenzó a utilizarse por primera vez por Kantrowitz en 1968. Consiste en un balón (o globo) insertado en la aorta (generalmente en su porción descendente o aorta torácica). Dicho balón se infla y desinfla con helio, de forma sincrónica con el corazón, brindando asistencia ventricular. Sus fundamentos hemodinámicos se basan en un aumento del flujo coronario mediante el inflado del balón en diástole y en una disminución de la poscarga y el trabajo miocárdico al desinflarse el balón antes de la sístole (contrapulsación). De esta forma la sangre es bombeada con cada ciclo cardiaco generando un descenso de la poscarga del ventrículo izquierdo, del consumo de oxígeno y, por consiguiente, un aumento de la presión diastólica mejorando la perfusión coronaria a nivel proximal[1,2].

Hasta la fecha, existen cuatro tipos de dispositivos de soporte circulatorio mecánico que incluyen balón de contrapulsación intraaórtico (BCIA), dispositivos de asistencia circulatoria ventricular no BCIA, dispositivos de oxigenación por membrana extracorpórea y dispositivos de asistencia ventricular no percutánea. El balón de contrapulsación intraaórtico es el más simple, rentable y fácil de implantar y retirar en el laboratorio de hemodinámica por parte de un cardiólogo intervencionista y puede ser manejado eficazmente en una unidad de cuidados intensivos por un intensivista[3]. Aunque el BCIA tiene un modesto efecto hemodinámico beneficioso en comparación con los nuevos y avanzados dispositivos mecánicos de soporte circulatorio, tiene un mejor perfil de seguridad, relativa simplicidad de uso y un impacto fisiológico cardiovascular beneficioso. Estas características hacen del BCIA un dispositivo de soporte circulatorio de uso frecuente en pacientes que requieren soporte hemodinámico, ya sea en shock cardiogénico o en riesgo de descompensación hemodinámica durante una intervención coronaria de alto riesgo.

Las guías actuales para el IAMCEST dan al IABP en pacientes con IAMCEST y SCA una indicación de clase IIaB en EE.UU. y una indicación de clase IIbB en Europa. Aunque no se ha demostrado una reducción de la mortalidad con el uso de BCIA en asociación con ICP primaria, la mayor parte de la evidencia y la práctica clínica diaria están a favor del uso de BCIA como soporte hemodinámico en pacientes con IAM y SCA que no responden inmediatamente a la expansión de volumen y la estimulación inotrópica. El mismo uso de BCIA en caso de complicaciones mecánicas del IAM como puente a la intervención está claramente indicado[4].

2. FUNDAMENTOS FISIOLÓGICOS DEL BALÓN DE CONTRAPULSACIÓN

El BCIA es, generalmente, el dispositivo más utilizado cuando el ventrículo izquierdo (VI) no puede cumplir satisfactoriamente su función de bombeo, así que actuará como bomba auxiliar adaptándose a los dos ciclos cardiacos: sístole y diástole.

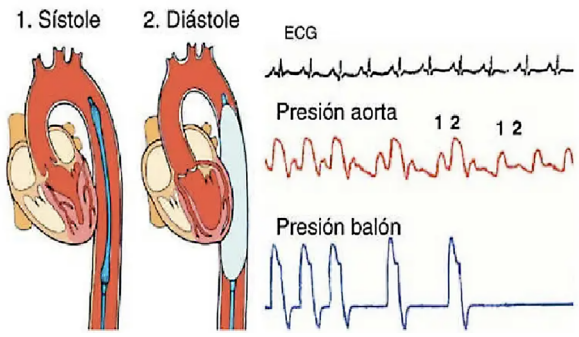


Figura 1. Funcionamiento del BCIA.
Fuente: https://es.scribd.com/presentation/180086863/Balon-de-Contrapulsacion-Intraaortico

Se infla durante la diástole de forma sincrónica con el cierre de la válvula aórtica apareciendo una muesca dicrótica que provoca el desplazamiento de la sangre desde la

aorta torácica hacia la circulación periférica, seguido de un rápido desinflado antes del inicio de la fase de sístole del ciclo cardiaco. Durante el inflado contribuye a mejorar la perfusión coronaria, aumentando el volumen de sangre a nivel de la raíz y arco aórtico; el aumento de la presión diastólica, conlleva una redistribución del flujo coronario por las zonas isquémicas y un incremento en las colaterales; si estas son pequeñas o no existen, el BCIA no tendrá efectos distales en una obstrucción severa pero sí en obstrucciones menores[5]. Con el desinflado del BCIA bajan las resistencias periféricas y el trabajo cardiaco, también mejora el gasto cardiaco, ya que aumenta el volumen minuto y el índice cardiaco entre un 20-40%[6,7].

3. INDICACIONES

- Insuficiencia cardiaca avanzada como puente a otras terapias.
- Apoyo en intervención coronaria percutánea de alto riesgo como ACTP con FE<30% o de una única arteria funcional o multivaso en un paciente hipotenso, y lesión del TCI no protegido por *by-pass*, especialmente si hay disfunción del VI u oclusión de la coronaria derecha.
- Shock cardiogénico especialmente por causa isquémica o por infarto de miocardio con complicaciones mecánicas, es decir, insuficiencia mitral aguda debido a rotura del músculo papilar o rotura del tabique ventricular.
- Isquemia severa persistente, debido a angina intratable o isquemia miocárdica por enfermedad crítica de tronco común izquierdo o a angina cardiaca refractaria.
- Apoyo en cirugía coronaria de *by-pass* de alto riesgo.
- Arritmias ventriculares intratables como puentes a otras terapias.
- Descarga ventricular en pacientes en shock a los que se ha implantado una asistencia tipo ECMO[8].

4. CONTRAINDICACIONES

- Insuficiencia aórtica moderada o severa: al inflarse el balón en diástole, aumenta la regurgitación aórtica, lo que puede empeorar la situación hemodinámica.
- Daño cerebral irreversible.
- Aneurisma grande o disección de aorta.
- Arterioesclerosis periférica y enfermedad aortoilíaca severa, a menos que se trate previamente con colocación de stent.
- Sepsis incontrolada.
- Hemorrágica incontrolada o problemas de coagulación.

5. DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

5.1 EQUIPO REQUERIDO

- Monitorización cardiaca continua.
- Mascarilla quirúrgica con guantes, batas esterilizadas y paños estériles.
- Anestésico local, aguja de calibre 25, jeringa de 5 cc, mango de bisturí con hoja, pinza de tejido, sutura de seda 2-0.
- Solución salina estéril.
- Alambre guía de 0,035 J.
- Kit de bomba de balón intraaórtico: incluye un sistema de bomba de balón intraaórtico con catéter BCIA, dilatador arterial, guía y aguja angiográfica.



Figura 2. Componentes del BCIA. Fuente: elaboración propia.

5.2 CATÉTER BALÓN: PREPARACIÓN E INSERCIÓN

Antes de la inserción del BCIA, es necesario el consentimiento informado con una explicación clara de los riesgos y beneficios de la inserción del BCIA.

El balón de contrapulsación intraaórtico es un sistema formado por un catéter de doble luz unido a una consola. Se trata de un catéter radiopaco de poliuretano muy fino y flexible, con un balón cilíndrico en su porción distal con una capacidad que puede variar de los 25 a los 50 cc en adultos y de los 2 a los 20 cc en niños.

TABLA 1. Tamaños de catéter con balón intraaórtico.

BALLOON VOLUME	BALLOON MEMBRANE LENGTH	INFLATED DIAMETER
25 cc	180 mm	13 mm
30 cc	230 mm	13,9 mm
34 cc	219 mm	14,7 mm
40 cc	260 mm	15 mm
50 cc	270 mm	18 mm

Fuente: https://www.researchgate.net/figure/ntraaortic-balloon-cathetersizes_tbl1_305823302

Con el paciente en decúbito supino, se monitoriza con los electrodos de la consola del balón. Se debe seguir una técnica estéril para insertar el dispositivo. El acceso mediante punción arterial femoral es el más común, por la facilidad del abordaje; otros accesos menos frecuentes son las arterias braquial, subclavia o axilar, con técnica quirúrgica, por disección de la arteria femoral o por vía anterógrada mediante aortotomía de la aorta ascendente.

Tras la aplicación de anestesia local, mediante la técnica de Seldinger, se procede a la punción de la arteria femoral común 1 cm por debajo del ligamento inguinal en un ángulo de 45 grados o menos. Después de asegurar la colocación adecuada de la aguja mediante punción ecoguiada y radiográficamente se pasa una guía metálica en forma de "J" de 145 cms de longitud y 0,003 pulgadas; tras retirar la aguja se realizarán predilataciones con los tamaños diferentes de dilatadores que trae el equipo del BCIA, asegurando un tunelizado adecuado del tejido subcutáneo. Se puede utilizar un bisturí para abrir el subcutáneo y facilitar la inserción de la vaina; esta técnica de predilataciones reduce complicaciones a la hora de la inserción y de la retirada del balón. Con la guía introducida en la arteria, se desliza por encima de ella la vaina/introductor del BCIA, luego se retira la guía de 0,035 dejando la vaina introductora en la luz arterial. A continuación se procede a la inserción de la guía de 0,018" (alambre guía BCIA) a través de la vaina introductora y se avanza hacia la aorta torácica.

La preparación del balón se realiza estableciendo un vacío del interior del catéter-balón, con la ayuda de una jeringa de 50 cc, que contiene el set, mediante la aplicación de aspiración a través de la válvula antirretorno y lavando la luz del catéter central con solución salina estéril. De esta manera se garantiza la ausencia de burbujas de aire que puedan impedir el correcto funcionamiento del BCIA y la permeabilidad del sistema.

TABLA 2. Comparison of catheter and sheath sizes across different IABP manufacturers.

EMPRESA	PRODUCTO	TAMAÑO DEL CATÉTER (F)	TAMAÑO DE LA VAINA (F)	TAMAÑO DEL BALÓN (ml)
Balton	IABC Balloon	7.5, 8	7.5, 8	20, 25, 30, 34, 40, 50
Getinge	Cardiosave IABP	7, 7.5, 8	7.5, 8	25, 30, 34, 40, 50
Getinge	CS300 IABP	7, 7.5, 8	7.5, 8	25, 30, 34, 40, 50
Getinge	Linear	7.5	7.5	25, 34, 40
Getinge	Mega	7.5, 8	7.5, 8	30, 40, 50
Getinge	Sensation	7	7	34, 40
Getinge	Sensation Plus	7.5, 8	7.5, 8	40, 50
Teleflex	Arrow AC3 Optimus Intra-Aortic Balloon Pump	7, 7.5, 8	8, 8.5	30, 40, 50
Teleflex	Arrow RediGuard IAB Catheters	7, 8	8, 8.5	30, 40, 50
Teleflex	Arrow Ultra 8 Fiber-Optic IAB Catheters	8, 8.5	8, 8.5	30, 40, 50
Teleflex	Arrow Ultra 8 Fluid-Filled IAB Catheters	8	8	30, 40
Teleflex	Arrow UltraFlex 7.5 IAB Catheters	7.5, 8	8, 8.5	30, 40, 50

Fuente: https://www.researchgate.net/publication/349081967

Una vez preparado, se inserta y avanza sobre la guía de 0,018" hasta la aorta descendente, 1 cm por debajo de la salida de la arteria subclavia izquierda; la confirmación de la posición puede realizarse mediante fluoroscopia. Después se retira la guía y la luz central del catéter se lava y se conecta al transductor de presiones para medir la presión intraaórtica. El catéter BCIA se conecta a la consola del BCIA a través de un prolongador o extensor que también forma parte del kit[9,10].

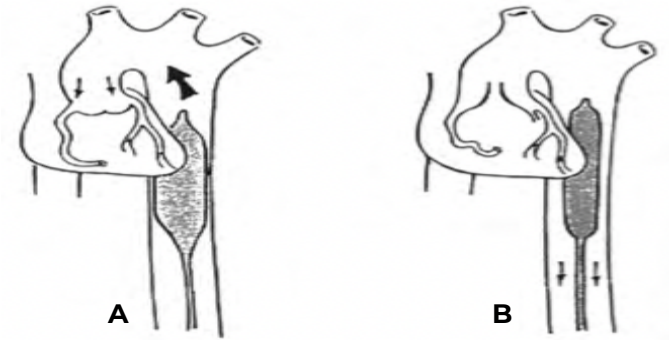


Figura 3. Colocación correcta del BIACP en aorta descendente. **A:** inflado durante la diástole con válvula aórtica cerrada. **B:** desinflado durante la sístole. Válvula aórtica abierta.

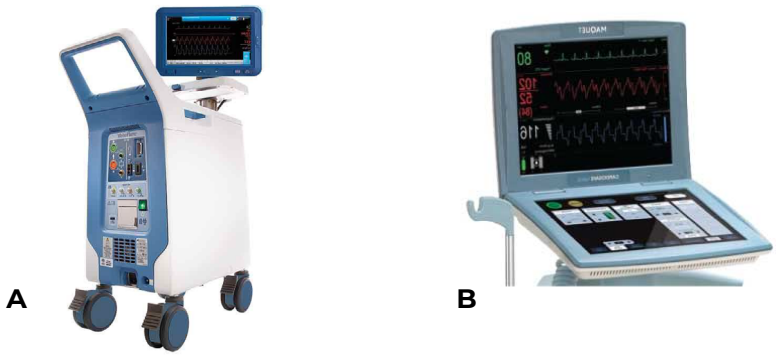
Fuente: Cir. Cardiov. 2009;16(2):113-8.

5.3 CONSOLA: COMPONENTES Y PREPARACIÓN

La consola es la parte externa y controlable del BCIA. Está compuesta por: **Batería**: permite la autonomía del BCIA en caso de traslado del paciente o fallo del suministro eléctrico; siempre que no esté en uso, se debe mantener la consola conectada a la red eléctrica.

- **Compresor neumático:** es el sistema mecánico responsable de la circulación (inyección y aspiración) del helio que rellena el balón.
- **Fuente de Helio:** el gas utilizado para el inflado del balón es el helio. Una de las ventajas del uso del helio es que, en caso de fallo del sistema, no es dañino para el paciente. Muy importante es tener siempre otra bombona de helio localizada, por si hiciera falta el cambio durante la asistencia o estuviese gastada a la hora de utilizar el balón.
- **Transductores de Presión y de Electrocardiograma:** son los elementos responsables de que estén operativas las alarmas y alertas de la consola. El transductor de presiones se debe posicionar a la altura de la aurícula derecha para la calibración. El electrocardiograma da la referencia para el funcionamiento del BCIA, aunque actualmente se utilizan balones que operan mediante datos de presión arterial recogidos por transductores de fibra óptica, este cambio mejora la calidad de la señal obtenida que reduce los artefactos de la señal de ECG.
- **Panel de mandos (Pantalla):** esta es la parte manipulable y operativa del sistema. Aquí es posible controlar los parámetros del BCIA:

- ✓ **Volumen de llenado del balón:** permite controlar el volumen de helio que llenará el balón, ya que este cambiará en función del paciente y del tamaño del BCIA.
- ✓ **Punto de inflado/desinflado del balón:** se puede ajustar el sincronismo y evitar hinchados o deshinchados precoces o tardíos.
- ✓ **Frecuencia:** ajustando este parámetro se indica al sistema que funcione cada ciclo o menos (cada 2, 3 o 4 ciclos). Sirve fundamentalmente para el proceso de deshabituación.
- ✓ **Patrón de ECG:** el que la consola usa por defecto. Es el modo que más discrimina por sus criterios de anchura que evitan disparos en ondas P o T.
- ✓ **Patrón Pico:** modo de disparo que se debe usar con complejos QRS ensanchados, con marcapasos a demanda o con frecuencias cardiacas superiores a 140 lpm, ya que sólo comprueba la pendiente de la onda R.
- ✓ **Modo fibrilación auricular:** modo de disparo que mantiene el balón inflado hasta la siguiente onda R. No se tiene en cuenta los latidos previos. El balón se infla donde el profesional se lo indica y desinfla cuando reconoce el evento de disparo siguiente.
- ✓ **Modo presión arterial:** se usará cuando no se disponga de ECG o éste esté artefactado. En este modo la consola analiza la subida de la curva de presión arterial. Funciona mejor con ritmos.
- ✓ **Modo interno:** es una de las opciones a usar durante la parada cardiopulmonar, ya que evita la presencia de coágulos. En este modo el BCIA funcionará sin atender a los valores de PA o ECG.
- ✓ **Otros modos,** como por ejemplo la activación por marcapasos auricular o ventricular.



A B

Figura 4. Ejemplo de consola de BCIA.

A: https://teleflex.com/usa/en/product-areas/interventional/cardiac-assist/ac3-optimus-iabp/ Imagen

B: https://www.gbarco.com.co/es/inicio/es/tienda/equipos-medicos/uci/bomba-y-balon-de-contrapulsacion-datascope-cs300/

Antes de su utilización: conectar la consola a la red eléctrica, encender la máquina y colocar los electrodos para obtener una monitorización mediante ECG. Después de su conexión, la consola elegirá la mejor derivación y esperará a que se haga el cero del catéter balón. Si se utilizara un BCIA de fibra óptica este paso se realizará antes de la implantación y colocación de este mediante los dispositivos de calibración[11].

5.4 FUNCIONAMIENTO DEL BCIA

El BCIA trabaja según el ciclo cardiaco. La eficacia de la contrapulsación depende totalmente de la sincronización del inflado y desinflado del mismo en relación con los diferentes eventos del ciclo cardiaco[12]. El momento de hinchado debe coincidir con el final de la diástole (controlado mediante el ECG en el pico de la onda T), que es el momento en el que la válvula aórtica se cierra. Y el momento del desinflado debe coincidir con el comienzo de la sístole (justo antes de la apertura de la válvula aórtica), que se manifiesta en el ECG mediante la onda R del complejo QRS. La contrapulsación empieza con el desinflado del balón. Dependiendo de la hemodinámica del paciente, los ciclos se pueden programar (1:2, 1:4, 1:8) según la frecuencia cardiaca del paciente. Asimismo, el destete del aparato debe realizarse mediante la disminución en el ritmo de ciclado[13].

La referencia de la consola son las llamadas señales de disparo o "*trigger*" que indicarán cuando es sístole o diástole. Estas referencias son aportadas a la consola por los datos del ECG y de presión arterial[14]. Con los balones de fibra óptica la sincronización toma como referencia la onda de presión arterial, así que es crucial una correcta calibración inicial del dispositivo. Las ventajas de la utilización de un BCIA con transductor de fibra óptica sobre los convencionales son que garantizan una curva de presiones más fidedigna, además de que la señal que se muestra en pantalla es en tiempo real.

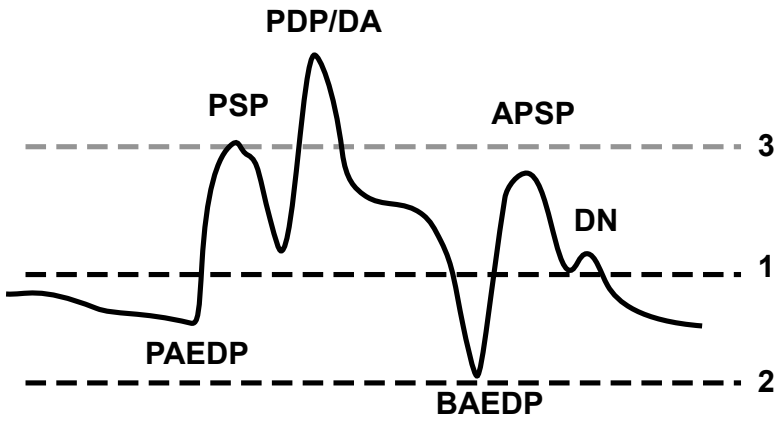


Figura 5. Onda de contrapulsación normal.

Fuente: https://revistasanitariadeinvestigacion.com/conocimientos-de-enfermeria-sobre-el-balon-de-contrapulsacion-intraaortico/?utm_content=cmp-true

6. SOLUCION DE PROBLEMAS

La consola del BCIA está provista de un sistema de alarmas que nos alertan de un mal funcionamiento. A continuación, vamos a detallar los errores más frecuentes y su manera de solucionarlos[15]. En caso de que los fallos persistan el médico deberá plantearse la retirada del dispositivo.

- TRIGGER: **no detecta la señal de activación** y por tanto no realiza la contrapulsación. Para solucionarlo revisaremos que los electrodos estén bien adheridos, los cables bien conectados, cambiaremos de derivación o incluso de modo de activación.
- GAS LOSS: **fuga de gas.** Tendremos que revisar todas las conexiones y comprobar que no se ha producido una rotura del balón (aparece sangre en el balón) pues de ser así estaríamos en una situación de urgencia.
- IAB CATHETER: **problemas de catéter por acodamiento del mismo.**
- PNEUMATIC DRIVE: **fallo del sistema neumático** y por tanto fallo del contrapulsado. Tras revisar todas las conexiones y persistir el problema avisaremos al servicio técnico.
- DYASTOLYC AUG: **presión sistólica por debajo de los límites de la alarma.**
- SYSTEM FAILURE: **fallo del procesador.** Para resolver el problema reiniciaremos la consola y en caso de persistir tendríamos que avisar al servicio técnico.
- LOW BATERY: **batería baja.** Debemos asegurarnos de que la consola está siempre enchufada y en carga para evitar un fallo por falta de batería.
- LOW HELIO: **cantidad insuficiente de Helio en la bombona.** Además de disponer de una bombona de Helio de repuesto, periódicamente comprobaremos en nivel del mismo.

7. RETIRADA DEL DISPOSITIVO

Una vez que el paciente se encuentra en una situación hemodinámicamente estable y ya no se considera necesaria la asistencia del BCIA se programa la retirada progresiva de dicha asistencia. En primer lugar, se reducirá la frecuencia de ciclos asistidos por el BCIA, es decir, se disminuirán el número de inflados/latido pasando de 1:1 a 1:2 a 1:3... dependiendo del tipo de consola[13,15]. Al mismo tiempo bajaremos la cantidad de gas usado para disminuir el volumen de inflado del balón[16]. Se aplicará el protocolo de anticoagulación de la unidad previo a la retirada definitiva del dispositivo. Debemos asegurarnos de que la consola está en modo OFF para garantizar que no existe gas en el interior del catéter-balón. Se recomienda no permanecer en esta situación más de 20 minutos por el riesgo de trombosis. Desconectaremos el balón de la consola, cortaremos las suturas de fijación y retiraremos el catéter-balón junto con la “camisa” al mismo tiempo que se realiza compresión directa durante 20-40 minutos.

Una vez comprobado que no existe sangrado en el punto de punción se colocará vendaje compresivo que permanecerá 24 horas. Durante este tiempo el paciente permanecerá en decúbito supino y sin flexionar la pierna.

8. COMPLICACIONES

DURANTE LA COLOCACIÓN

- Perforación arterial en el momento de la punción del acceso femoral.
- Rotura o disección aórtica
- Rotura del balón y embolismo por gas pudiendo provocar la muerte del paciente.
- Tromboembolismo por desprendimiento de placa de ateroma durante su colocación.

DURANTE LA PERMANENCIA Y RETIRADA

- Pérdida del pulso.
- Isquemia de miembros inferiores por obstrucción vascular siendo la complicación más frecuente y si es severa se considera motivo de retirada del BCIA.
- Sangrado por el punto de inserción.
- Tromboembolismo por formación y desprendimiento de coágulos.
- Infección local o sistémica.
- Plaquetopenia y hemólisis mecánica por efecto del balón.
- Problemas detectados por la consola mediante su sistema de alarmas.

TRAS EL ALTA

- Calambres, entumecimiento y hormigueo en la extremidad utilizada.
- Claudicación intermitente y edemas en la pierna de inserción del BCIA.

9. CUIDADOS DE ENFERMERÍA

DURANTE LA PREPARACIÓN Y COLOCACIÓN (INTRAPROCEDIMIENTO)

- Paciente en decúbito supino.
- Rasurado de ambas inglés y comprobación de pulsos femorales y distales bilateralmente.

- Preparación del campo quirúrgico.
- Si el estado del paciente lo permite le explicaremos el procedimiento, así como las sensaciones que pueda experimentar.
- Monitorización y toma de constantes.
- Control del dolor.
- Control de infecciones intraoperatorias manteniendo la esterilidad tanto del campo como de los materiales.

TRAS COLOCACIÓN DEL BCIA (POSPROCEDIMIENTO)

- Mantener al paciente en decúbito supino y con la pierna estirada para evitar acodamientos. Es posible elevar ligeramente la cabecera de la cama para favorecer la comodidad del paciente.
- Prevención de úlceras por presión.
- Vigilar la pierna afectada comprobando pulsos, temperatura, color, sensibilidad y movilidad.
- Vigilar signos de dolor y controlar el mismo.
- Control de infecciones. Curas periódicas y de manera aséptica del punto de incisión del catéter.
- Monitorización de constantes y control hemodinámico.
- Vigilar del buen funcionamiento de la consola y solucionar posibles problemas.
- Dependiendo del estado de colaboración del paciente se le prestarán los cuidados necesarios para satisfacer sus necesidades de autocuidados, así como su confort.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Wernly B, Seelmaier C, Leistner D, Stähli BE, Pretsch I, Lichtenauer M, Jung C, Hoppe UC, Landmesser U, Thiele H, Lauten A. *Soporte circulatorio mecánico con Impella versus balón de contrapulsación intraaórtico o tratamiento médico en shock cardiogénico -una valoración crítica de los datos actuales*. Clínica Res Cardiol. 2019 noviembre; 108 (11):1249-1257. [PubMed].
2. Babaev A, Frederick PD, Pasta DJ, Every N, Sichrovsky T, Hochman JS. *Trends in management and outcomes of patients with acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock*. JAMA. 2005; 294:448–54.
3. Wernly B, Seelmaier C, Leistner D, Stähli BE, Pretsch I, Lichtenauer M, Jung C, Hoppe UC, Landmesser U, Thiele H, Lauten A. *Soporte circulatorio mecánico con Impella versus balón de contrapulsación intraaórtico o tratamiento médico en shock cardiogénico -una valoración crítica de los datos actuales.* Clínica Res Cardiol. 2019 noviembre; 108 (11):1249-1257. [PubMed]

4. Prof. Dr. Holger Thiele; en representación de los investigadores del ensayo IABP-SHOCK II.Balón intraaórtico de apoyo para infarto de miocardio con shock cardiogénico.ESC, 2023.
5. O´Gara, P.T.Kushner, F. G., Ascheim, D.D. et al.(2013).2013 ACCF/AHA guideline for the managemeny of ST- elevation myocardical infarction: a report of the American College of Cardiology Foundation/ American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. J Am Coll Cardiol, 61: e78-e140.
6. Hernández JM, Fernández JF, Tenas MS, Ruigo´mez JG. Actualización en cardiología intervencionista. Rev Esp Cardiol. 2012;65 Supl. 1:4–11.
7. Babaev A, Frederick PD, Pasta DJ, Every N, Sichrovsky T, Hochman JS. Trends in management and outcomes of patients with acute myocardial infarction com- plicated by cardiogenic shock. JAMA. 2005; 294:448–54.
8. Yancy, C. W.,Jessup, M., Bozkurt,B. et al. (2013). 2013ACCF/AHA guideline for the management of heart failure: a report of thae American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. J Am Coll Cardiol, 62: e147-e239.
9. Wariishi S, Sasaguri S. [Inserción y retirada del balón de bombeo intraaórtico]. Kyobu Geka. julio de 2010; 63 (8 suplementos): 618-22. [PubMed]
10. González IC, Sánchez M, Alonso R, Herrero J, Estrada S, Martin J. Capítulo 28: Miscelánea. 4. Balón de contrapulsación intraaórtico. En: Moreiras, JM y Gonzalez, IC, editors. Manual de hemodinámica e intervencionismo coronario. España: Pulso Ediciones, sl; 2009: p531-535.
11. Manual de enfermería en cardiología intervencionista y hemodinámica. Protocolos unificados. Asociación española de enfermería en cardiología. 2013
12. Impella® 2.5. With the Impella controller. Circulatory support system. Instrucfor use &clinical reference manual (European Union and Canada onlu) ABIOMED
13. Manual de hemodinámica e intervencionismo cardiaco. 2023.
14. Kawaguchi O, Pae WE, Daily BB, Pierce WS. Acoplamiento ventriculoarterial con balón de contrapulsación intraaórtico en insuficiencia cardiaca isquémica aguda. J Cirugía cardiovascular torácica. enero de 1999; 117 (1): 164-71. [PubMed]
15. Casado Dones M José, Fernández Balcones C, Luisa Cacharro Caminero M , Cruz Martín RM , Pérez López N, Moreno González C. Cuidados de enfermería en la implantación, mantenimiento y retirada del balón de contrapulsación intraaórtica. Enfermería intensiva 2002;13(4):164–70.
16. Gallego López JM, Carmona Simaro JV,Soliveres Ripoll J, Gans Llorens FJ.. Balón de contrapulsación intra-aórtico (BCIA): Conceptos y cuidados de enfermería. Rev Enferm Vardiol 2003; 28:35-39.

TEMA 43

2. ASISTENCIA VENTRICULAR EXTERNA IMPELLA®

Víctor Fradejas Sastre (*), Silvia González Suárez (**)

(*) Hospital Universitario Marqués de Valdecilla. Santander.
(**) Hospital Álvaro Cunqueiro. Vigo.

La asistencia ventricular Impella® es una herramienta fundamental en el manejo hemodinámico, especialmente en pacientes con insuficiencia cardiaca aguda o crónica, ya que proporciona soporte circulatorio cuando otras medidas resultan insuficientes. Este dispositivo ayuda a descargar el corazón y garantiza una perfusión adecuada a los órganos vitales, contribuyendo a preservar la viabilidad tisular y reducir complicaciones graves asociadas a la disfunción circulatoria.

La insuficiencia cardiaca, caracterizada por la incapacidad del corazón para bombear sangre de manera eficiente, puede tener múltiples causas, como enfermedades coronarias o trastornos valvulares. En estos casos, el Impella® desempeña un papel clave al proporcionar soporte temporal mientras se abordan las causas subyacentes. Ensayos clínicos han demostrado mejoras significativas en los síntomas y en la fracción de eyección de la mayoría de los pacientes tratados con este dispositivo[1].

El objetivo de este capítulo es proporcionar a las enfermeras de cardiología intervencionista los conocimientos y habilidades necesarios para el manejo efectivo del Impella®, abordando su funcionamiento, colocación, manejo clínico y cuidados de enfermería, con el fin de optimizar la calidad del cuidado y mejorar los resultados en pacientes críticos con afecciones cardiacas graves.

1. EL DISPOSITIVO IMPELLA Y SUS MODELOS

El Impella® es un dispositivo de asistencia ventricular diseñado con base en el principio del tornillo de Arquímedes, lo que simplifica su técnica de inserción. Se coloca en el ventrículo izquierdo mediante inserción percutánea o acceso quirúrgico y utiliza una bomba de flujo continuo, eliminando la necesidad de monitorización mediante parámetros electrocardiográficos o de presión.

Este catéter mínimamente invasivo incorpora una bomba axial de flujo laminar, lo que reduce la carga del ventrículo izquierdo al descargar la sangre hacia la aorta ascendente. Además, cuenta con el sistema SmartAssist®, que integra un sensor óptico para optimizar la posición del dispositivo, reducir el riesgo de hemólisis y mejorar la estabilidad hemodinámica.

El Impella® tiene la capacidad de proporcionar un flujo de hasta 5,5 litros por minuto y puede permanecer implantado hasta 30 días, dependiendo del modelo. Su funciona-

miento es dependiente de la precarga (requiere una presión venosa central mínima de 10 mmHg) y sensible a la poscarga (requiere un rango de presión arterial media entre 65-80 mmHg).

El modelo Impella CP® es el más utilizado debido a su capacidad para ser colocado en la sala de hemodinámica sin necesidad de cirugía. A diferencia del modelo Impella 5.5®, que requiere intervención quirúrgica, el Impella CP permite una implementación más ágil en pacientes críticos, favoreciendo una recuperación temprana y un manejo menos invasivo en situaciones de soporte circulatorio.

Los principales modelos disponibles son el Impella CP® y el Impella 5.5®, además del Impella RP®, la única bomba percutánea aprobada para el soporte del corazón derecho.

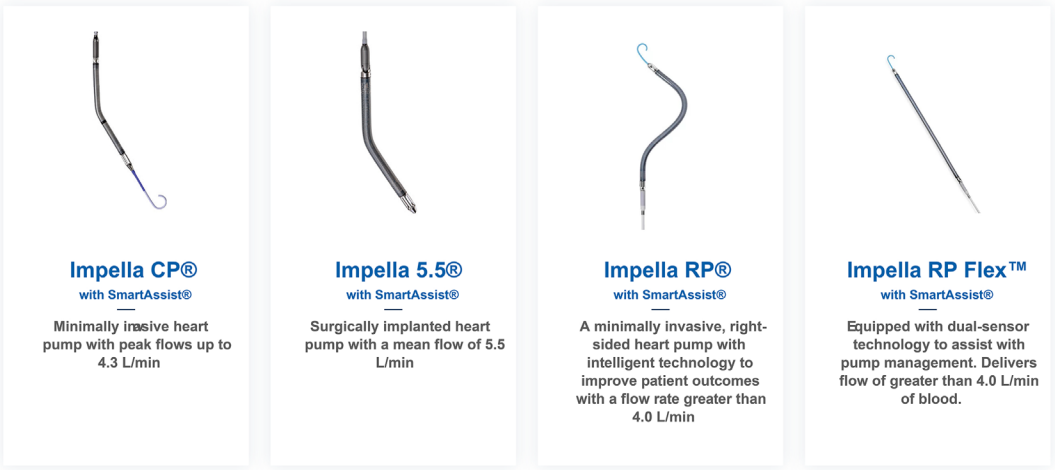


Figura 1. Dispositivos Impella: comparativa de modelos.[2]

Fuente: Abiomed, Inc. Dispositivos Impella®[2].

Cada dispositivo cuenta con características específicas que aseguran su correcta co-locación en la cavidad correspondiente.

TABLA 1. Características específicas Impella 5.5, Impella CP e Impella RP SmartAssist.

IMPELLA CP	IMPELLA 5,5	IMPELLA RP
Acceso radial Motor 14Fr Catéter 9Fr y 123 cm Flujo máximo 4,3 lpm Uso certificado hasta 5 días	Acceso radial Motor de 19Fr Catéter 9Fr y 70 cm de longitud Flujo máximo 5,5 l/min Uso certificado hasta 30 días	Acceso venoso Motor de 22Fr Catéter 11Fr y 120 cm de longitud Flujo máximo 4,5 l/min Uso certificado para 14 días
Intro. 14Fr pelable de 13 cm Intro. 14Fr pelable de 25 cm Dilatadores 8, 10, 12 y 14Fr Guía 0,035" stiff x 150 cm (con *pigtail*)	Intro. 23Fr pelable de 6 cm Dilatadores de silicona y dilatador de 8Fr	Introductor 23Fr pelable de 30 cm Guía 0,035" stiff x 150 cm (con *pigtail*) Dilatadores 8, 12, 16, 20 y 23Fr

Fuente: Abiomed, Inc. Dispositivos Impella®[2].

2. INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DE LA ASISTENCIA VENTRICULAR IMPELLA

El dispositivo Impella® proporciona beneficios hemodinámicos al descargar el ventrículo y mejorar el gasto cardiaco. A continuación, se detallan las indicaciones y contraindicaciones clínicas para su uso:

2.1 INDICACIONES

2.1.1 Angioplastia de alto riesgo (HRPCI)

En procedimientos complejos de revascularización, el dispositivo Impella se utiliza para mantener la estabilidad hemodinámica y reducir el riesgo de daño miocárdico, facilitando intervenciones prolongadas en pacientes de alto riesgo.

2.1.2 Shock cardiogénico (SC)

El Impella® está indicado como puente hacia la recuperación, cirugía o la implantación de otros dispositivos en casos seleccionados de shock cardiogénico (evidencia clínica IIb, Tabla 2). Es especialmente útil cuando otras medidas terapéuticas, como los inotrópicos o el balón intraaórtico de contrapulsación (BIAC), no son suficientes para estabilizar al paciente.

TABLA 2. Recomendaciones sobre el shock cardiogénico según la Guía ESC 2023[4].

RECOMENDACIONES	CLASE[a]	NIVEL[b]
La coronariografía inmediata e ICP de la arteria responsable (si está indicada) está recomendada para los pacientes con SCA complicado por shock cardiogénico.	I	B
Se recomienda la CABG urgente para el SCA complicado por shock cardiogénico si la ICP de la arteria responsable no es viable o fracasa.	I	C
En caso de inestabilidad hemodinámica está recomendada la reparación quirúrgica o percutánea urgente de las complicaciones mecánicas del SCA, después de la valoración del *Heart Team*.	I	C
Se debe considerar la fibrinólisis para pacientes con IAMCEST que se presentan en shock cardiogénico si la ICP primaria no es posible en menos de 120 minutos desde el momento del diagnóstico y se han descartado complicaciones mecánicas.	IIa	C
Para pacientes con SCA y shock cardiogénico grave/refractario se puede considerar la asistencia mecánica circulatoria a corto plazo.	IIb	C
No está recomendado el uso rutinario del BCIA para pacientes con SCA en shock cardiogénico y sin complicaciones mecánicas.	III	B

Fuente: *2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes.*[4]

Evidencias emergentes respaldan la mejoría clínica en pacientes con shock cardiogénico tratados con Impella®. El ensayo clínico DanGer Shock, un estudio controlado y aleatorizado, demostró que el uso rutinario de Impella® mejora la supervivencia en esta población. Este estudio evaluó la eficacia del Impella CP® en pacientes con shock cardiogénico asociado a infarto agudo de miocardio con elevación del ST (STEMI) sometidos a angioplastia primaria de emergencia.[3]

Los criterios hemodinámicos para su uso incluyen un índice cardiaco menor de 2,2 l/min/m², presión capilar pulmonar (PCP) superior a 18 mmHg, presión arterial sistólica (PAS) por debajo de 90 mmHg por más de 30 minutos, frecuencia corazón mayor de 100 lpm y baja diuresis. Estos parámetros, junto con los signos de hipoperfusión sistémica y elevación de lactato, indican la necesidad de su implantación.[5]

Entre las indicaciones clínicas dentro del shock cardiogénico:

a) Shock cardiogénico de etiología isquémica:

Se recomienda en casos de infarto agudo de miocardio con elevación del ST (SCACEST) y disfunción severa del ventrículo izquierdo, especialmente antes de la angioplastia coronaria (ACTP). También es apropiado en shock multivaso o en casos de alto riesgo sin insuficiencia del ventrículo derecho significativa.

b) Comunicación interventricular (CIV) posinfarto agudo de miocardio (IAM):

Aunque antes se consideraba una contraindicación, Impella® ha demostrado ser eficaz en algunos casos de CIV posIAM, proporcionando soporte hemodinámico previo a la cirugía. Su uso reduce la derivación izquierda-derecha, mejora el gasto cardiaco y disminuye la presión capilar pulmonar y la presión venosa central.

c) Shock cardiogénico de etiología no isquémica:

El Impella® ha demostrado ser útil en pacientes con shock cardiogénico secundario a miocarditis, toxicidad catecolaminérgica y rechazo agudo de injertos cardiacos, entre otras condiciones.

En escenarios complejos como la miocardiopatía dilatada terminal o el shock en el contexto de estenosis aórtica severa, el Impella® puede utilizarse como puente hacia procedimientos definitivos, como el reemplazo valvular aórtico o la implantación de dispositivos de asistencia ventricular de larga duración.

2.1.3 Descarga del VI en pacientes con ECMO (ECPELLA)

En pacientes con shock cardiogénico y disfunción severa del ventrículo izquierdo (VI) bajo soporte con ECMO, puede ocurrir una descarga inadecuada del VI, lo que puede derivar en el cierre de la válvula aórtica. Inicialmente, se maneja con inotrópicos, vasodilatadores o BIAC, pero en casos refractarios, la combinación de ECMO + Impella (ECPELLA) ha mostrado buenos resultados. Se emplea especialmente en pacientes

con parada cardiaca recuperada (PCR), shock poscardiotomía y shock por miocarditis, donde la descarga del VI es esencial. El uso de Impella en combinación con ECMO mejora la función ventricular sin incrementar el riesgo de sangrado, aunque requiere monitorización continua para evitar hemólisis.

2.1.4 Impella RP SmartAssist

El Impella RP® con tecnología SmartAssist proporciona soporte circulatorio temporal en pacientes con insuficiencia cardiaca derecha aguda.

Indicaciones:

- Descompensación del ventrículo derecho en las primeras 48 horas tras la implantación de un dispositivo de asistencia ventricular izquierda.
- Insuficiencia ventricular derecha posinfarto de miocardio.
- Soporte trasplante cardiaco o cirugía cardiaca.

Como contraindicaciones específicas no se recomienda su uso en combinación con ECMO, ya que la cánula venosa del oxigenador puede interferir con el flujo de entrada (inlet) del Impella RP.

2.2 CONTRAINDICACIONES

2.2.1 Contraindicaciones absolutas

- Expectativa de vida inferior a un año por enfermedad grave.
- Coagulopatías severas que contraindican la anticoagulación.
- Daño neurológico significativo o fallo orgánico irreversible.
- Miocardiopatía hipertrófica obstructiva con cavidades pequeñas.
- Rotura de la pared ventricular, taponamiento cardiaco o trombos apicales, que pueden bloquear la bomba.
- Disección aórtica o disfunción severa del ventrículo derecho.

2.2.2 Contraindicaciones relativas

- Estenosis aórtica severa (área valvular <0,60 cm^2/m^2): aunque históricamente considerada una contraindicación, algunos centros han reportado buenos resultados utilizando Impella® como puente a la valvuloplastia.
- Edad avanzada (>70 años): puede considerarse una limitante dependiendo del perfil del paciente y sus comorbilidades.

3. TIPOS DE DISPOSITIVOS IMPELLA

Existen tres tipos principales de dispositivos Impella® para asistencia ventricular, clasificados según el flujo máximo que pueden generar. Además, existe un modelo específico diseñado para el soporte del ventrículo derecho.[5]

3.1 IMPELLA CP CON SMARTASSIST

El Impella CP® es un dispositivo de acceso percutáneo, aunque también dispone de una opción quirúrgica. Requiere un introductor *peel-away* de 14Fr para su implantación.

3.1.1 Mecanismo de acción

El dispositivo Impella CP® extrae sangre del ventrículo izquierdo y la impulsa hacia la raíz aórtica, mejorando el gasto cardiaco y reduciendo la carga ventricular. Esto disminuye la presión de llenado ventricular, la presión capilar pulmonar y la demanda de oxígeno del miocardio.

3.1.2 Componentes (todo incluido en el kit Impella) (Figura 2)



CONSOLA DE CONTROL CATÉTER IMPELLA CP INTRODUCTORES/KIT ARTERIAL 14FR CASSETTE DE PURGA

Figura 2. Componentes Impella CP® SmartAssist[2]. Fuente: Abiomed, Inc. Dispositivos Impella®[2].

Introductor arterial

- Implante mediante la técnica de Seldinger.
- Introductor *peel-away* de 14Fr, disponible en 13 cm y 25 cm.
- Dilatadores de 8Fr, 10Fr, 12Fr y 14Fr.
- Guía de 0,035" x 150 cm.

Catéter Impella CP®

- Bomba de flujo axial insertada sobre un catéter guía de 9Fr.
- Diseño coaxial con *pigtail* distal y marcadores radiopacos para identificar:
- Entrada de flujo (*inlet flow*).
- Salida de flujo (*outlet flow*).
- Región central, que debe quedar a nivel de la válvula aórtica (con marca radiopaca).

Consola de control

Dispositivo portátil que puede colocarse al pie de la cama del paciente o en un carrito con ruedas, y que incluye un sistema de purgado automático del catéter. Cuenta con una batería interna con una autonomía de 60 minutos y tiene un peso de 14,28 kg.

Cassette de purga

Suministra líquido de purga, generalmente dextrosa al 5% con heparina o bicarbonato de sodio 12,5 ml (1M). Evita la entrada de sangre en el motor de la bomba microaxial. Este sistema de purga es común a todos los dispositivos Impella.

Guía Platinum recta 0,018" sin preformar.

3.2 IMPELLA 5.5 CON SMARTASSIST®

El Impella 5.5® es una bomba cardiaca mínimamente invasiva capaz de generar hasta 5,5 L/min de flujo directo, permitiendo la recuperación cardiaca en pacientes críticos.

3.2.1 Mecanismo de acción

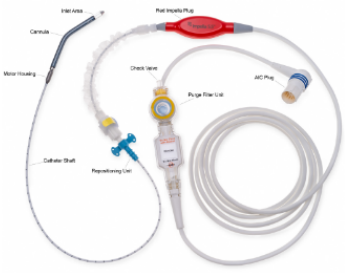
- Se implanta a través de la arteria axilar, atravesando la válvula aórtica para descargar directamente el ventrículo izquierdo.
- Reduce el esfuerzo ventricular hasta por 30 días, indicado en shock cardiogénico.
- Mejora la perfusión coronaria y sistémica, favoreciendo la recuperación miocárdica.

3.2.2 Componentes

- Kit de inserción axilar:
  - ✓ Introductor *peel-away* de 23Fr, longitud 6 cm.
  - ✓ Dos bloqueos de injerto para fijar el injerto al introductor.
  - ✓ Dilatador recubierto de silicona de 8Fr.
  - ✓ Se recomienda el uso del Injerto Hemashield Platinum (10 mm diámetro x 20 cm longitud).
- Catéter Impella 5.5®:
  - ✓ Bomba microaxial intravascular con flujo de hasta 5,5 L/min.
- Consola de control:
  - ✓ Compatible con todos los modelos de Impella.
  - ✓ Detección automática del dispositivo al conectar el catéter a la consola (cable blanco).



CONSOLA DE CONTROL



CATÉTER IMPELLA 5.5®



KIT DE INSERCIÓN AXILAR

Figura 3. Componentes Impella 5.5 con SmartAssist®[2]. Fuente: Abiomed, Inc. Dispositivos Impella®[2].

3.3 IMPELLA RP CON SMARTASSIST

El Impella RP® con SmartAssist es una bomba de sangre microaxial intracardiaca diseñada para el soporte del ventrículo derecho (VD). Puede suministrar hasta 4,0 L/min de sangre desde la vena cava inferior (*inlet*) hasta la arteria pulmonar (*outlet*).

3.3.1 Mecanismo de acción

- Funciona con el mismo principio del Impella CP®, pero aplicado al ventrículo derecho.
- Su objetivo es restaurar la hemodinámica normal, reducir la carga del VD y permitir la recuperación contráctil.
- Aprobado para uso de hasta 14 días en pacientes con shock cardiogénico derecho.

3.3.2 Contraindicaciones

- Trastornos estructurales de la arteria pulmonar que impidan la correcta colocación del dispositivo.
- Presencia de válvulas mecánicas en el tracto de salida del VD.
- Estenosis o insuficiencia severa de la válvula tricúspide o pulmonar.
- Trombo mural en la aurícula derecha o vena cava.
- Condiciones anatómicas que impidan la inserción de la bomba.
- Presencia de un filtro de vena cava o dispositivo de interrupción de la vena cava, salvo que exista un acceso claro desde la vena femoral hasta la aurícula derecha, con un diámetro suficiente para un catéter de 22Fr.

4. DESCRIPCIÓN. PREPARACIÓN DEL MATERIAL

Antes del procedimiento, se deben seguir las medidas habituales para una intervención hemodinámica, incluyendo:

- Mantener al paciente en ayunas.
- Preparar las zonas de punción para garantizar la asepsia.
- Colocar accesos venosos periféricos adecuados.
- Administrar profilaxis antibiótica según el protocolo institucional.
- Verificar el material y la disponibilidad del equipo especializado.

Es imprescindible contar en el laboratorio de hemodinámica con personal especializado y capacitado en el procedimiento. Se requiere, al menos, la presencia de:

- Un hemodinamista encargado de la implantación del dispositivo.
- Dos enfermeras especializadas, familiarizadas con el uso y manejo del Impella®.

5. DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

5.1 ACCESO VASCULAR Y COLOCACIÓN DE CATÉTER IMPELLA® CP

1. Realizar punción ecoguiada para minimizar el riesgo de complicaciones vasculares.
2. Utilizar escopia si es necesario para guiar la punción.
3. Implantar un sistema de precierre con ProGlide® o MANTA®, utilizando dos dispositivos en angulación cruzada si fuera necesario.
4. Colocar un introductor femoral de 6Fr.

   En este punto, se puede administrar heparina para alcanzar un tiempo de activación de la coagulación (ACT) mayor de 250 segundos.

   Este introductor se utilizará temporalmente para la hemostasia mientras se prepara la consola.
5. Preparar el acceso utilizando el kit de dilatadores proporcionado en el set, dilatando progresivamente hasta alcanzar 12Fr. Para este paso, se recomienda utilizar la guía de alto soporte incluida en el set.
6. Implantar el introductor específico de 14Fr. Para la implantación, se requiere un introductor de 14Fr para pasar el motor (12Fr). Este introductor es un modelo con Peel Away (incluido en el kit), que se utiliza durante la colocación del Impella para facilitar la inserción del catéter a través de la arteria femoral, creando un acceso seguro y controlado. El uso del Peel Away permite una extracción controlada del introductor sin necesidad de retirar el Impella, minimizando el trauma vascular y

reduciendo el riesgo de complicaciones. Este introductor debe ser "pelado" si se decide mantener el Impella al finalizar el procedimiento, con el objetivo de reducir los riesgos vasculares, dejando el dispositivo Impella fijado a la piel mediante un sistema de sutura o fijación segura, según el protocolo establecido.

7. Avanzar el catéter Pigtail a través de la guía de alto soporte y del introductor de 14Fr, asegurándose de cruzar la válvula aórtica.
8. Introducir la guía específica de 0,018" en el ventrículo izquierdo y retirar el catéter Pigtail.
9. Introducir el catéter Impella® en el ventrículo izquierdo, comprobando la posición correcta, mediante marcador radiopaco alineado al nivel de la válvula aórtica.
10. Retirar la guía de 0,018" tras confirmar la correcta colocación.

5.2 PUESTA EN MARCHA DEL DISPOSITIVO IMPELLA®

Una vez obtenido el acceso arterial, es necesario comenzar a preparar la consola de control del Impella®:

1. Encender la consola, que realizará automáticamente un autodiagnóstico inicial.
2. Asegurar que la consola permanezca conectada a la corriente eléctrica en todo momento (la consola tiene 1 hora de autonomía).
3. *Checklist* y comunicación en equipo:
    - ✓ La enfermera circulante debe anunciar en voz alta cada paso para garantizar la coordinación con el equipo.
    - ✓ Completar un *checklist* junto con el resto del equipo.

5.2.1 Preparación del sistema de purga

- Preparar el suero de purga:
    - ✓ 500 ml de suero glucosado al 5% con 12,5 ml de bicarbonato sódico al 8,4% (1M).
- Propósito del líquido de purga:
    - ✓ Previene la entrada de sangre en el motor.
    - ✓ Aumenta el pH del fluido de purga, estabilizando proteínas sanguíneas.
    - ✓ Mejora la disipación de carga eléctrica, evitando el depósito y agregación de proteínas en los espacios de purga.

5.2.2 Configuración de la consola

1. Presionar "Inicio del caso" en la consola.
2. Abrir el envase del cassette de purga.

3. Fijar los luers amarillo (y rojo, si corresponde) en el campo estéril.
4. Pasar la punta y el cassette de purga fuera del campo estéril.
5. Perforar la bolsa de glucosa.
6. Insertar el cassette de purga y hacer clic en el disco de purga, asegurando que las letras queden hacia adelante (según instrucciones en pantalla).
7. La consola detectará automáticamente el cassette de purga y cebará los tubos. Verificar que el suero fluye correctamente por el luer amarillo mientras se completa la barra de progreso en la pantalla.

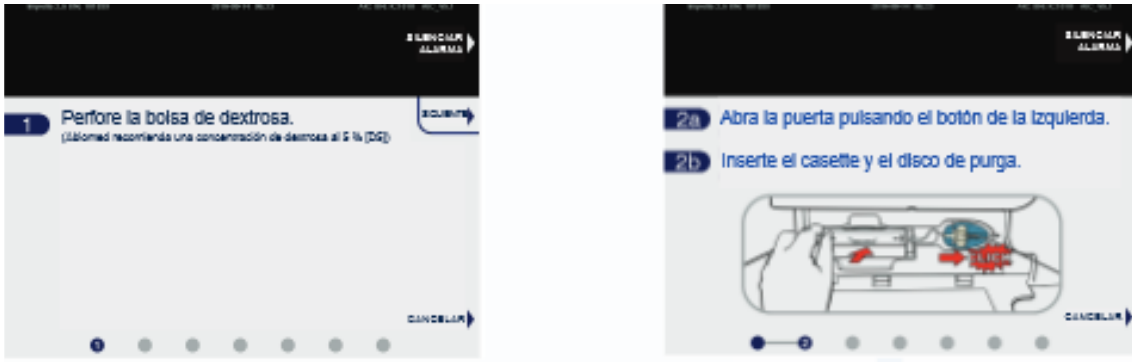


Figura 4. Imágenes de la pantalla consola Impella 5.5 con SmartAssist®[2].

Fuente: Abiomed, Inc. Dispositivos Impella®[2].

5.2.3 Conexión del catéter IMPELLA® a la consola

1. Seguir el sistema de colores para realizar las conexiones correctamente:
   - ✓ En el caso del Impella CP®, solo se utiliza el luer amarillo.
   - ✓ Si hay un luer rojo con conector en "Y", este puede retirarse.
2. Presionar el botón "Siguiente".
3. Conectar el catéter Impella® a la consola, asegurando que:
   - ✓ La pestaña y la ranura estén alineadas al conectar.
   - ✓ La abrazadera de purga esté fijada correctamente al cable conector.
   - ✓ La consola detectará automáticamente el tipo de catéter conectado.
4. Confirmar el tipo de líquido de purga en la consola y presionar "Aceptar" para continuar con la configuración final.

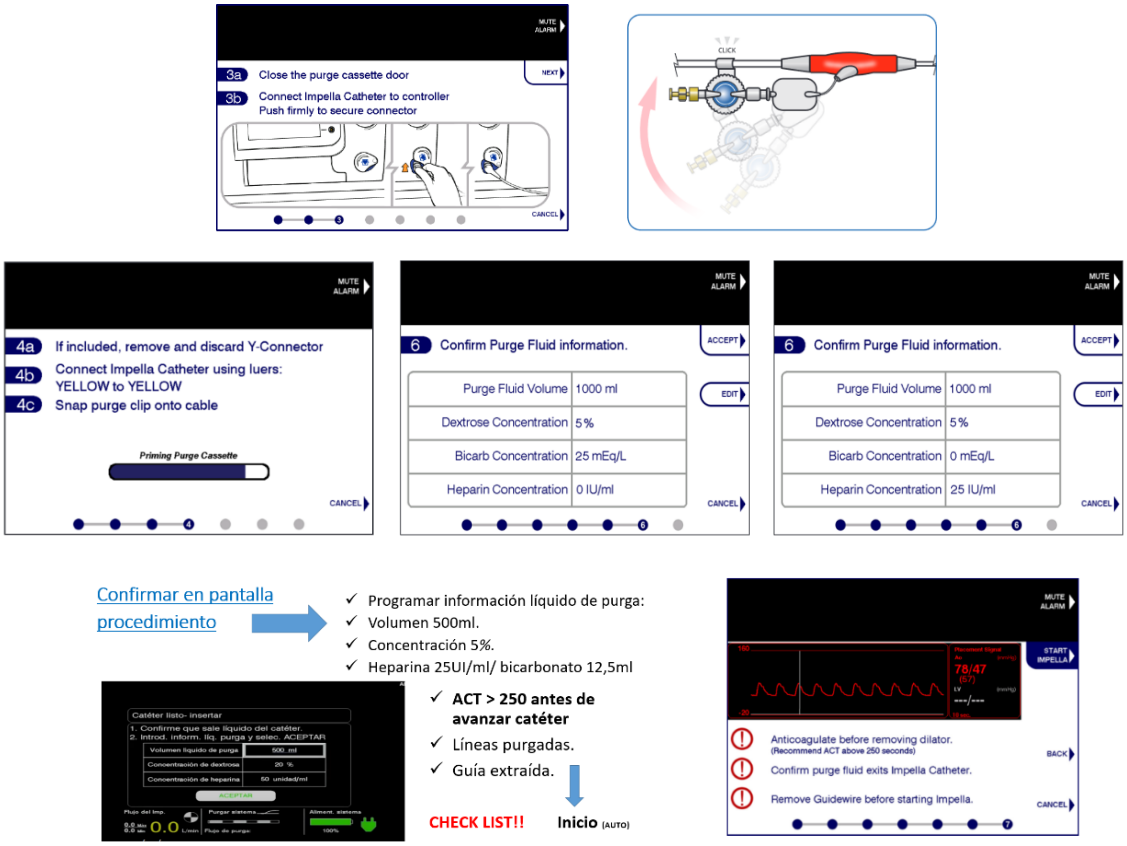


Figura 5. Imágenes de la pantalla consola Impella 5.5 con SmartAssist®[2].

Fuente: Abiomed, Inc. Dispositivos Impella®[2].

5.3 CONFIRMACIONES FINALES Y PUESTA EN MARCHA

5.3.1 Confirmaciones previas al inicio del dispositivo

- La enfermera circulante debe verificar en la consola y anunciar en voz alta para que el equipo lo confirme.
- Asegurar que el ACT sea superior a 250 segundos (heparina IV 1 mg/kg).
- Confirmar que el hemodinamista ha retirado la guía de 0,018" del VI.
- Verificar la correcta posición del Impella CP®, tanto por escopia como observando la curva de aorta y la curva ventricular.
- Rangos de ACT recomendados:
  - ✓ Durante el mantenimiento del Impella®: 160-180 segundos.
  - ✓ Para la retirada del dispositivo: menor de 150 segundos.

5.3.2 Inicio de la asistencia del dispositivo

- Una vez realizadas todas las comprobaciones, se puede iniciar la asistencia en modo Auto. Se recomienda modo Auto para implante electivo en procedimientos de alto riesgo. En el modo Auto, algunas alarmas relacionadas con la presión pueden estar silenciadas o reducidas en prioridad, ya que el sistema ajusta automáticamente el flujo en función de las necesidades del paciente.

5.4 RETIRADA DEL DISPOSITIVO IMPELLA®

Para la retirada del catéter Impella®, es necesario que el tiempo de coagulación activado (ACT) sea inferior a 150 segundos. Durante el procedimiento, se debe reducir gradualmente la velocidad del dispositivo hasta apagarlo por completo. Al llegar a asistencia de 0,5 L/min, se debe mantener 5-10 minutos y si no se aprecia inestabilidad, retirar el catéter a aorta ascendente (mínimo en P2) y posteriormente puede detenerse hasta P0 para retirar el sistema.

Posteriormente, se extrae el catéter a través de la vaina introductora. Finalmente, se desconecta el cable conector de la consola y se procede al cierre de la arteria utilizando los sistemas de cierre (ProGlide®, MANTA®) seleccionados durante el implante. En caso de no haber empleado estos sistemas, se aplicará compresión manual durante aproximadamente 40 minutos para prevenir el sangrado.

6. COMPLICACIONES POTENCIALES Y ESTRATEGIAS DE PREVENCIÓN

Las principales complicaciones asociadas al uso de Impella® incluyen isquemia de extremidades, complicaciones vasculares (hematoma retroperitoneal, pseudoaneurisma, fístula arteriovenosa, disección arterial) y sangrado significativo que puede requerir transfusión. También se reporta hemólisis (5-10%), identificada por anemia progresiva, hemoglobinuria y elevación de LDH y bilirrubina, la cual puede manejarse reposicionando el catéter o reduciendo la velocidad del motor. Otras complicaciones incluyen insuficiencia aórtica, daño valvular, arritmias ventriculares, perforación cardiaca y taponamiento, ictus, infección del sitio de inserción y trombocitopenia.

Para prevenir estas complicaciones, es fundamental un acceso vascular adecuado mediante punción ecoguiada y el uso de sistemas de precierre (ProGlide®, MANTA®) para minimizar el babeo sanguíneo pericatéter debido al orificio de 14Fr en la arteria femoral. También se recomienda un ajuste preciso de la coagulación (ACT 160-180 s durante el mantenimiento y <150 s para la retirada), junto con una monitorización continua del paciente para detectar signos tempranos de complicaciones. En caso de hemólisis, se debe confirmar la posición correcta del catéter y ajustar la velocidad del motor. La prevención de infecciones se basa en una asepsia rigurosa y el control del punto de inserción.[6]

7. TIPS AND TRICKS

- En caso de parada cardiorrespiratoria por asistolia con un Impella funcionando, deberemos mantener la P o el nivel de descarga para asegurar perfusión y comenzar las maniobras de reanimación habituales. En caso de taquicardia o fibrilación ventricular, se puede desfibrilar sin necesidad de bajar la velocidad del motor.
- Al realizar la cura, se recomienda dejar expuesta la zona de punción, asegurando una correcta fijación de las conexiones y verificando el centimetrado del dispositivo en cada turno para garantizar su estabilidad y funcionamiento adecuado.
- Para evitar o reducir el "babeo" alrededor del introductor, se sugiere colocar una gasa doblada en cuatro en la zona de inserción, elevando aproximadamente 30° el catéter Impella. Esta técnica ayuda a optimizar la posición del dispositivo y minimizar posibles fugas de sangre alrededor del introductor.
- Además de las alarmas y los cambios de las curvas de presión y corriente, se puede sospechar un desplazamiento del Impella cuando aumenta la presión de pulso o diferencial (porque deja de existir flujo continuo) o cuando aumenta el flujo de manera súbita (el sistema trabaja en una única cámara y el flujo se maximiza).
- A pesar de la utilidad de la marca radiopaca del catéter de Impella que debe quedar a nivel valvular aórtico y que se puede identificar con escopia, en casos de válvulas no calcificadas se utiliza la guía de 0,018" para marcar el plano valvular. Una vez alojado el Impella en el VI y retirada la guía del interior del motor y al llegar el cayado aórtico, se puede avanzar de nuevo (ya estará fuera del Impella) y se doblará en los senos de Valsalva. También puede utilizarse otro catéter para marcar el nivel valvular si tenemos otro acceso (para angioplastia por radial, por ejemplo), o bien utilizar el ecocardiograma como se ha mencionado.
- En pacientes en shock o muy inestables hay casos en los que en el momento del implante no hay tiempo de preparar el precierre del acceso femoral. La nueva versión de Impella CP tiene una luz distal añadida para recuperar el acceso vascular con una guía en caso de necesitarse cambiar el catéter por desplazamientos o trombosis (esto no era posible en versiones antiguas) o para utilizar los dos Perclose ProGlide™ antes del cierre femoral en una extracción programada.
- Por último, se ha descrito recientemente la posibilidad de realizar intervencionismo percutáneo a través del introductor 14Fr Peel-Away®. En este caso no se retira el introductor tras posicionar el Impella, sino que se utiliza para avanzar el catéter guía en paralelo con el catéter del Impella mediante el Single Access. Este procedimiento se realiza utilizando la membrana en el cuadrante superior de esta, asegurando que el introductor esté orientado según las agujas del reloj a las 2 o a las 10 en punto para optimizar el acceso y minimizar complicaciones.

- La casa comercial dispone de guías específicas y cassettes de purga como material suelto, lo que permite una sustitución rápida en caso de incidencia durante el procedimiento, sin necesidad de abrir un nuevo kit completo. Esto resulta especialmente útil en situaciones de mal funcionamiento o necesidad de reposicionamiento del Impella, optimizando así los tiempos y recursos durante la asistencia hemodinámica.

BIBLIOGRAFÍA

1. O'Neill WW, Kleiman NS, Moses J, et al. *Circulación*. 2012;126(14):1717-27.
2. Abiomed, Inc. *Dispositivos de asistencia ventricular Impella®* [Internet]. Danvers (MA): *Abiomed*; [fecha desconocida] [citado 2024 Nov 30]. Disponible en: https://www.abiomed.com/en-us/products-and-services/impella.
3. Møller JE, Engstrøm T, Jensen LO, et al. *Microaxial flow pump or standard care in infarct-related cardiogenic shock*. N Engl J Med. 2024;390(14):1382-93.
4. European Society of Cardiology (ESC). *2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes. Developed by the ESC Working Group on the diagnosis and management of acute coronary syndromes* [Internet]. 2023. Disponible en: https://secardiologia.es/images/2024/Gu%C3%ADas/Gui%CC%81a_ESC_2023_sobre_SCA.pdf
5. García-García C, Oliveras T, Serra J, et al. *Código shock cardiogénico 2023. Documento de expertos para una asistencia integral.* Rev Esp Cardiol. 2023;76(3):188-97.
6. Schrage B, Ibrahim K, Loehn T, et al. *Impella Support for Acute Myocardial Infarction Complicated by Cardiogenic Shock*. Circulation. 2019 Mar 5;139(10):1249-1258.

TEMA 43

3. DISPOSITIVOS DE SOPORTE HEMODINÁMICO Y PROTECCIÓN RENAL: ECMO

Lorena Cabrero Sánchez, Alba Vidal Galván, Irene Sánchez Alonso, Beatriz Alonso Gil, Nerea González Díez, Cristina Galindo Merino

Hospital Clínico Universitario. Valladolid.

El sistema ECMO, llamado así por sus siglas en inglés *Extracoporeal Membrane Oxygenation*, traducido como oxigenación por membrana extracorpórea, es una asistencia mecánica circulatoria para proporcionar un soporte circulatorio o respiratorio biventricular de corto plazo y flujo continuo.

Históricamente en 1972, un médico e investigador estadounidense llamado Robert H. Bartlett, fue pionero implantando con éxito un ECMO neonatal, ayudando a una recién nacida con fallo respiratorio e hipertensión pulmonar secundarios a aspiración meconial[1]; básicamente el ECMO es la evolución de una máquina de perfusión utilizada en cirugía cardiaca.

La población diana de pacientes que se van a beneficiar de ECMO son:

- Puente a recuperación: pacientes con disfunción del VI reversible manteniéndolo así hemodinámicamente estable.
- Puente a trasplante: pacientes con disfunción del VI irreversible y riesgo de deterioro rápido. Actualmente, quedan incluidos dentro de los criterios de aceptación de urgencia grado 0 A de los criterios de distribución de la Organización Nacional de Trasplante (ONT): ECMO venoarterial o asistencia ventricular de corta duración de soporte completo biventricular[2].
- Puente a candidatura: pacientes que requieren una asistencia de largo plazo permitiendo mejorar la función del órgano terminal o hacer que el paciente sea elegible para trasplante.
- Puente a decisión, puente a puente: permite estabilizar al paciente, proporcionar perfusión a los órganos, completar la evaluación clínica y evaluar las posibles opciones terapéuticas.

La modalidad de ECMO utilizado dependerá de las necesidades del paciente y de su patología. La terapia será VENO-VENOSA (2 VENAS) o VENO-ARTERIAL (VENA Y ARTERIA), según el acceso donde insertemos las cánulas:

- ECMO V-V: únicamente soporte respiratorio, al disminuir las resistencias pulmonares, ayuda indirectamente al VD. Mejora la oxigenación y la ventilación mecánica, mantiene el flujo sanguíneo pulmonar y aumenta los niveles de PO_2 venosa mixta.
- ECMO V-A: soporte circulatorio y respiratorio.

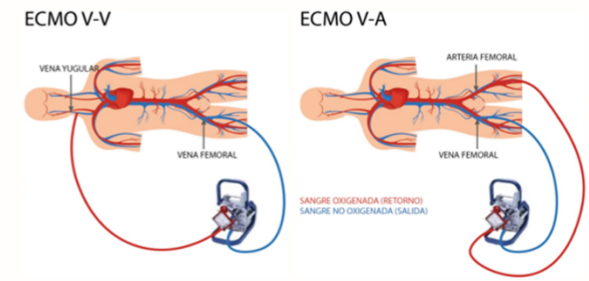


Figura 1. Esquema de ECMO V-V y V-A.

Fuente: elaboración propia.

TABLA 1. Indicaciones y contraindicaciones de inserción de ECMO.

INDICACIONES[3]	CONTRAINDICACIONES
Arritmia ventricular maligna recurrente: tormenta arrítmica	**ABSOLUTAS[3]** • Insuficiencia aórtica severa. • Tumores cerebrales o activos. • Disección aórtica. • Anticoagulación contraindicada. • Fracaso multiorgánico establecido e irreversible.
Shock cardiogénico (TEP, IAM, trombosis de stent, valvular).	
Complicaciones mecánicas en IAM: rotura músculo papilar, rotura del septo ventricular.	
RCP extracorpórea: parada cardiaca producida por SCA, TEP, trombosis aguda de stent.	**RELATIVAS[5]** • **Edad:** hay controversia a la hora de establecer una edad límite, suele estar entre un rango de 70-75 años. Siempre debiendo primar la edad biológica y la funcionalidad del paciente sobre la cronología. • **Obesidad mórbida:** ya que puede haber dificultad de canulación, pudiéndose ser insertada por disección en determinados casos.
Fracaso del injerto primario.	
Poscardiotomía: cirugía de revascularización coronaria, cirugía valvular.	
Miocarditis	
Tóxicos	
Síndrome de *distress* respiratorio del adulto (SDRA), disfunción de injerto postrasplante pulmonar o vasculitis pulmonar (Score Murray ≥ 3, hipercapnea con Ph <7, PaFi <50-100 mmHg)[4].	

Actualmente, la evidencia randomizada es pobre y se basa en registros voluntarios y estudios prospectivos y aunque a día de hoy la mortalidad con ECMO VA aún sigue siendo moderada, los datos siguen corroborando su uso, ya que se utiliza en casos extremos. Las últimas guías de 2023 avisan de su uso con recomendación de clase IIb y nivel de evidencia C en pacientes con SCA y shock cardiogénico refractario/severo[6].

Según el registro español ESPAMACS (Registro de asistencia circulatoria y respiratoria de la SECTCV- Sociedad Española cirugía torácica-cardiovascular), en el cual se incluyen asistencias de corto (entre los que está el ECMO) y largo plazo, nos indica una mortalidad global del 47% en pacientes con ECMO, y la supervivencia de los implantes realizados bajo reanimación cardiopulmonar, fue de un 54% durante la actividad de los años 2017 y 2018. En los dispositivos ECMO, el soporte VA fue más frecuente que el

soporte VV (64 vs 36%)[7]. Las estadísticas del Registro ELSO *(Extracorporeal Life Support Organization*) muestran un resumen internacional de las estadísticas de pacientes respaldados por ECMO, en los últimos 5 años completos las estadísticas europeas indican una supervivencia del 54%, en pacientes de causas pulmonares 61%, cardiacas 50%, y ECPR 34%[8].

El creciente número de pacientes que se benefician de este dispositivo ha requerido desarrollar equipos multidisciplinarios que ofrezcan un implante y transporte interhospitalario primario llamado Código ECMO. Este concepto está en continuo desarrollo, pero ya es ofrecido por algunas comunidades españolas. Se valoran variables como edad, parámetros hemodinámicos, efectividad de RCP, SOFA, etc. En el congreso SEC 23, se presentó una experiencia retrospectiva nacional y multicéntrica en código ECMO-VA llevada a cabo durante 6 años y las conclusiones fueron favorables para casos de *shock* refractario ofreciendo una oportunidad para la recuperación miocárdica y la supervivencia[9].

DESCRIPCIÓN E IMPLANTE DEL DISPOSITIVO

COMPONENTES DEL ECMO

Existen en el mercado diferentes dispositivos de asistencia mecánica circulatoria ECMO, siendo el sistema Cardiohelp de la marca comercial Maquet®, grupo Getinge, nuestra referencia ya que es la más utilizada en la actualidad. Otros sistemas de ECMO utilizados en España son: Sistema Novalung® de Fressenius Medical Care, Carl® de Resuscitec, Nautilus™ Smart ECMO de Medtronic.

Los elementos de los que consta el sistema Cardiohelp son:

CÁNULAS

Son de poliuretano y radiopacos, reforzado con anillos de acero inoxidable aportando flexibilidad y resistencia al acodamiento. Se precisa de una cánula de drenaje y una de retorno.

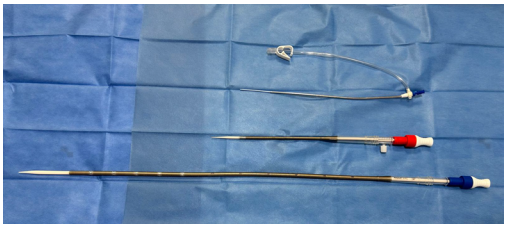


Figura 2. Cánula de derivación distal 8Fr, Cánula arterial 17Fr, Cánula venosa 21Fr.

Fuente: elaboración propia.

La línea venosa se encarga de recoger la sangre desoxigenada de una vena de gran calibre del paciente hasta la aurícula derecha de donde recoge la sangre. Existen diferentes tamaños: 21, 23 y 25Fr y son de 38 a 55 cm de longitud. A mayor tamaño de cánula, mayor flujo de extracción del sistema.

La línea arterial o de retorno devuelve la sangre oxigenada al paciente. Se inserta en la arteria femoral llegando hasta la aorta descendente. Los tamaños disponibles son 15, 17, 19, 21Fr y son de 15 o 23 cm.

Cánula de perfusión distal, cuya función consiste en la perfusión del miembro donde se implanta la cánula arterial para evitar la isquemia de éste. Es un introductor anillado de 6-8Fr. Se colocará antes o después del implante de la ECMO en función de la urgencia de ésta.

BOMBA

Es un propulsor provisto de conos o aspas que al rotar genera una presión negativa en la línea y la cánula venosa que da lugar al flujo de sangre hacia la bomba y una presión positiva a través de la conexión de salida hacia la línea y cánula arterial que permite el retorno de sangre hacia el paciente.

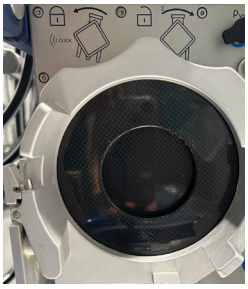


Figura 3. Bomba del dispositivo ECMO Maquet®.

Fuente: elaboración propia.

Las bombas centrífugas no son oclusivas, por lo que si la bomba se enlentece o se detiene como para no generar un flujo anterógrado la sangre continuaría fluyendo retrógradamente dando lugar a una fístula arterio-venosa, en este caso pinzaremos primero la línea arterial y luego la línea venosa, por ello siempre debemos tener dos pinzas o clamps cercanas.

OXIGENADOR DE MEMBRANA

Es el intercambiador de gas y calor, se compone de una fase gaseosa y otra sanguínea y su funcionamiento está sustentado por la ley de Fick, que establece que la velocidad de difusión es proporcional al gradiente de presión parcial del gas en la dirección de la difusión.

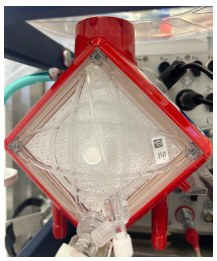


Figura 4. Oxigenador de membrana Maquet®.

Fuente: elaboración propia.

Contiene un circuito de agua destilada de temperatura variable para calentar o enfriar la sangre del paciente.

MEZCLADOR DE GASES

Es el que regula la proporción de oxígeno-aire (FiO_2) y el flujo que entra en la fase gaseosa del oxigenador. Dichos gases se suministran a través de las tomas centrales y en caso de traslado del paciente se proporcionará solo O_2 mediante bala de transporte con un flujo de 15 litros por minuto.



Figura 5. Mezclador de gases Sechrist Industries Inc.

Fuente: elaboración propia.

CALENTADOR O MÓDULO DE NORMOTERMIA

(No lo contienen todos los sistemas ECMO).

Sirve para evitar el enfriamiento de la sangre durante el recorrido extracorpóreo. Sólo funciona cuando está conectado a la toma de corriente.



Figura 6. Calentador del dispositivo ECMO Maquet®.

Fuente: elaboración propia.

SENSORES

Sirve para medir SvO_2 venosa, hematocrito, hemoglobina y presiones del sistema.



Figura 7. Señalados los sensores del dispositivo ECMO Maquet®.

Fuente: elaboración propia.

CONSOLA

Controla la hemodinámica del sistema ECMO. Suministra la fuerza electromotriz a la bomba y regula su funcionamiento y gestiona la información que recibe de los sensores hemodinámicos del circuito[10].



Figura 8. Consola del dispositivo ECMO Maquet®.

Fuente: elaboración propia.

IMPLANTE DEL DISPOSITIVO ECMO-VA

PREPARACIÓN DEL PACIENTE

Si el paciente se encuentra consciente y orientado se le informará del procedimiento.

Una vez seleccionada las vías de acceso para la canulación, se procederá al rasurado y desinfección de la zona. Asegurar una vía de fácil acceso y buen calibre para la administración de medicación durante la canulación e instauración del tratamiento.

Es necesario la monitorización de constantes: ECG, presión arterial invasiva (acceso radial), $SatO_2$: siempre en miembro contralateral a la cánula arterial. En el box al paciente se monitorizan a mayores otros parámetros: PVC, CO/IC/PCP/RV, BIS (índice biespectral), diuresis y temperatura. Colocación de parches de desfibrilación (si precisa) y realizar medición de parámetros hemodinámicos basales.

Si lo permite la estabilidad del paciente se podrán realizar analíticas previas: completa basal pre-ECMO: hemograma, bioquímica (perfil hepático y renal, iones y ác.láctico) coagulación completa y gasometría arterial, además pruebas cruzadas c/48h. Reserva de hematíes, plaquetas y PFC.

En cuanto al aparataje necesario, es conveniente tener preparado un monitor de desfibrilación/marcapasos, un respirador y su fungible, medidor de ACT y cubetas reactivas, y por supuesto, la máquina de ECMO preparada e incluso prepurgada con su fungible para la canulación estéril.

TABLA 2. Material estéril necesario para inserción de ECMO en mesa quirúrgica.

PREPARACIÓN DEL MATERIAL Y DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA		
• Batea	• 1 Bisturí	• 8 Clamps
• Gasas y compresas (x2)	• Mosquito	• 8 Bridas
• 2 Bolsas Suero fisiológico 500 ml heparinizado estéril	• 2 Introductores 6Fr femoral	• Funda de eco
• 2 Jeringas 20cc	• Tijera estéril de gran tamaño	• Cánula venosa
• 4 Jeringas 10cc	• 2 Seda recta 2/0	• Cánula arterial
• 2 Jeringas de cono ancho	• 1 Bisturí	• Kit dilatadores
• 2 Agujas intramusculares	• 1 Guía J 0,035 pulgadas	• 2 Apósitos de anclaje
• 2 Agujas de acceso femoral	• 1 Guía de alto soporte tipo Super Stiff	• Guantes y batas estériles

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

Es una técnica que ha de realizarse en condiciones de asepsia.

El acceso en el que nos vamos a centrar es periférico, ya que es el más utilizado por accesibilidad y rapidez en el implante. Se puede realizar tanto con acceso y exposición quirúrgica como percutáneo, siendo este último nuestra elección. Se puede llevar a cabo en una sala de hemodinámica guiado bajo escopia, o en una unidad de cuidados críticos a pie de cama con ayuda de ecografía transtorácica, transesofágica y vascular.

El primer acceso canalizado es la vena femoral (también puede ser acceso yugular en ECMO V-V), la punción se realiza guiada con ecografía vascular, mediante técnica seldinger, con un introductor de 6Fr. Posteriormente se canaliza el acceso arterial, preferentemente izquierdo, puede ser ipsi o contralateral al venoso, a través de la arteria femoral común, dejando un introductor de 6Fr.

Para evitar problemas de isquemia distal del miembro, se debe posicionar una cánula de perfusión distal ipsilateral a la arteria femoral de 6-8Fr. El acceso debe comenzar con una punción en la arteria femoral común por debajo de la cánula arterial pero por encima de la bifurcación y guiada hacia la arteria femoral superficial. El brazo lateral del introductor de perfusión distal se conecta al puerto de ventilación de la cánula arterial que viene tapado con un tapón (Depende de la conexión puedes ser necesaria una conexión macho-macho). Se recomienda que la perfusión distal de la extremidad se realice en el momento de la institución de la ECMO, evitando cualquier retraso en la perfusión de la extremidad[11,12].

Insertar una guía 0,035" de alto soporte, tipo Super Stiff, para poder comenzar la predilatación y evitar posibles complicaciones vasculares debido al calibre necesario, tanto en el acceso venoso como arterial, utilizaremos el kit que presenta la marca Maquet® (en la que hemos basado nuestra descripción).

Tras la dilatación llevará a cabo la inserción de las cánulas sobre la guía de alto soporte de 0,035", posicionadas en VCS durante la canulación venosa y aorta ascendente / cayado en la canulación arterial.

La cánula venosa deberá quedar alojada en la AD para asegurarse un correcto drenaje a nivel medio, aunque otros grupos optan por un posicionamiento alto en el interior de la VCS. La cánula arterial queda posicionada en aorta abdominal (Infrarrenal), se introduce hasta su extremo proximal. Una vez asegurada la posición correcta mediante fluoroescopia o ecografía, se retirará el dilatador con la guía y se procederá al clampado de la cánula con dos clamps.

Una vez realizado esto en ambos accesos, se procederá a la conexión del ECMO.

INICIO DE ASISTENCIA

- Separar las líneas cortando con tijera estéril.
- Unir la línea venosa del fungible circulatorio purgado con la cánula venosa evitando entrada de aire mediante SF y jeringa de 50 cc de cono ancho e igualmente con la línea arterial manteniendo el circuito cerrado mediante los clamps.
- Conectar cánula de perfusión distal a la línea arterial.
- Retirar clamp venoso.
- Aplicar revoluciones a 2000-2500 rpm.
- Retirar clamp arterial.
- Observar salida de sangre desde el paciente hacia la bomba y presiones en la consola.
- Comprobar de nuevo la localización de las cánulas.
- Fijación y cura inicial de las zonas canuladas mediante apósitos con gluconato de clorhexidina.
- Realizar control de ACT>200. Administrar bolo de heparina no fraccionada (HNF) intravenosa (50-70U/Kg).



Figura 9. ECMO canulada en paciente.

Fuente: elaboración propia.

RETIRADA DEL ECMO

La retirada del ECMO puede ser quirúrgica o percutáneamente.

La decanulación percutánea evita la necesidad de intervención quirúrgica y disminuye las infecciones locales y el cierre quirúrgico garantiza una correcta hemostasia y el tratamiento de complicaciones no percibidas durante el implante. La decanulación percutánea arterial precisa del implante de uno o dos sistemas Perclose ProGlide™, bien preposicionada al implante del sistema o en el momento de la decanulación, mediante la punción de la parte no anillada de la cánula arterial por la que se avanzará una guía J 0.035" larga para la colocación del sistema Perclose ProGlide™ y cierre de la arteria con la técnica habitual. Si hubiera sangrado residual se podría sellar añadiendo un dispositivo Angioseal™. También se ha descrito el cierre con dispositivos de colágeno tipo Manta™.

La decanulación venosa puede realizarse mediante compresión manual o sutura subcutánea en 8/Z. Y para la cánula de perfusión distal, utilizamos dispositivo de cierre con colágeno tipo Angioseal™ [12].

Se requiere realizar angiografía de control para valorar el resultado del cierre.

COMPLICACIONES ECMO

Además de las complicaciones habituales del paciente crítico, como la disfunción orgánica (renal, hepática), los pacientes portadores de ECMO presentan las siguientes peculiaridades que deben tenerse en cuenta. Se describen las complicaciones más frecuentes durante el uso del dispositivo ECMO [13].

COMPLICACIONES RELACIONADAS CON EL PACIENTE

- Complicaciones hemorrágicas: la complicación más frecuente durante el implante de ECMO es la hemorragia. El sangrado es mayor por la heparinización sistémica empleada por ello, se debe tener control estricto y una adecuada pauta de anticoagulación.
- Complicaciones hemodinámicas:
  - ✓ Hipotensión arterial: puede ser consecuencia de arritmias y bajo flujo de ECMO entre otras.
  - ✓ Hipoperfusión tisular: por anemia, aumento del consumo de oxígeno...
- Complicaciones en oxigenación/ventilación:
  - ✓ Hipoxia: por disfunción del oxigenador.
  - ✓ Hipercapnia: por fallo del caudalímetro del ECMO y por ventilación insuficiente del paciente.

- ✓ Hiperventilación: por ventilación excesiva.
- ✓ Vigilar la coloración del cuerpo, ya que puede ocurrir el ***síndrome arlequín***, un fenómeno asociado al ECMO periférico. Es la situación en la que el hemicuerpo superior está hipoxémico (hipoxia cerebral y coronaria), mientras que el hemicuerpo inferior está bien oxigenado, se produce un desorden del intercambio gaseoso, y sangre desoxigenada llega a la aorta y perfunde las A. Coronarias, A. Subclavia, y A. Carótidas. La presencia del síndrome es detectada además de forma visual mediante la monitorización de la saturación arterial del miembro superior derecho, dado que este es el punto más distal del ECMO[14,15].

- Complicaciones relacionadas con punto de inserción: para evitar infecciones se debe tener una adecuada esterilización y asepsia. Y en las curas posteriores valorar signos de infección.
- Complicaciones hematológicas:
  - ✓ Trombopenia asociada a la heparina.
  - ✓ Riesgo de trombosis por la formación de coágulos, la complicación mecánica más frecuente. Actualmente se utilizan sistemas recubiertos de heparina con el fin de reducir esta complicación[8].
- Riesgo de hipotermia: el uso de calentadores y medidas físicas nos ayudarán a mantener una temperatura mayor de 35ªC.
- Complicaciones vasculares:
  - ✓ Isquemia: esto puede ocurrir debido a la obstrucción del flujo arterial en el miembro canulado por ECMO, además del uso de fármacos vasoconstrictores. La frecuencia de la isquemia de la extremidad inferior ha disminuido notablemente desde que se ha generalizado el empleo de una cánula de perfusión arterial distal[16].



Figura 10. Isquemia por cánula.

Fuente: elaboración propia.

COMPLICACIONES RELACIONADAS CON EL SISTEMA

- Fallo de bomba: puede ser por fugas, coágulos, etc. Se deberá asistir al paciente de forma inmediata aumentando inotrópicos y ventilación mecánica. Si no se resuelve el problema, cambiaremos la bomba al soporte de emergencia iniciándolo de forma manual para hacer sustitución de la consola.

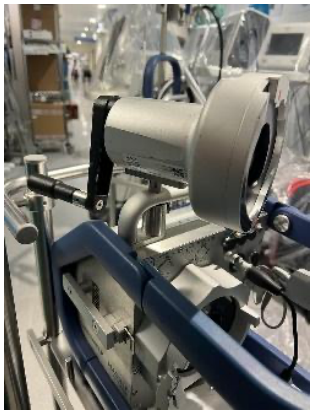


Figura 11. Bomba manual del ECMO de Maquet®.

Fuente: elaboración propia.

- Disfunción del oxigenador: se puede manifestar con un pitido y alteraciones en las gasometrías. Para resolverlo hay que comprobar el suministro de gases y la conexión a las tomas de la pared.

COMPLICACIONES RELACIONADAS CON LAS CÁNULAS

- Decanulación: prevenirla vigilando diariamente las fijaciones, e incrementar sus medidas si es necesario y extremar los cuidados sobre todo en movilizaciones. Comprimir el vaso.
- Rotura/acodadura:
  - ✓ Aparecería por acodadura de las tubuladuras prolongada en el tiempo o por pinzamientos accidentales durante la movilización del paciente.
  - ✓ Se debe clampar las cánulas Arterial y Venosa lo más próximo del paciente y parar la bomba.
  - ✓ Poner en Trendelemburg. Cerrar heparina.
- Aire en el circuito:
  - ✓ Extremadamente raro a no ser que esté mal purgado. Cuando el sensor arterial detecta burbujas, la ECMO se detiene, hay que bajar las revoluciones a 0, subir drogas vasoactivas si es preciso (TAM < 50).
  - ✓ Clampar la cánula arterial cerca del paciente, localizar la burbuja, y comenzaremos a subir revoluciones poco a poco dirigiendo la burbuja para poder aspirarla. Aspiramos y luego ya desclampamos.

- ✓ Pinzar las cánulas si la entrada de aire es masiva, aumentar el soporte respiratorio y hemodinámico y colocar al paciente en posición de Trendelenburg para promover la migración de aire al nivel superior y evitar la lesión neurológica.

CUIDADOS DE ENFERMERÍA

TABLA 3. Diagnósticos de enfermería más comunes que pueden surgir durante el uso del ECMO.

DX NANDA	RESULTADOS NOC	INTERVENCIONES NIC	ACTIVIDADES
[00206] Riesgo de sangrado r/c punto de inserción.	[0401] Estado circulatorio.	[0401] Prevención de la hemorragia.	• Monitorización. • Mantener reposo.
[00028] Riesgo de déficit de volumen de líquidos r/c hipotensión arterial.	[2301] Respuesta a la medicación.	[4260] Prevención del shock.	• Comprobar las respuestas precoces de compensación del shock. • Monitorizar los parámetros hemodinámicos invasivos.
[00030] Deterioro del intercambio de gases r/c desequilibrio ventilación/ perfusión.	[0403] Estado respiratorio: ventilación.	[3140] Manejo de las vías aéreas. [3350] Monitorización respiratoria.	• Mantener la vía aérea segura. • Cabecero incorporado 30°.
[00004] Riesgo de infección r/c procedimiento invasivo.	[0702] Estado inmune.	[6550] Protección contra las infecciones.	• Lavado de manos. • Mantener limpias HQ.
[00291] Riesgo de trombosis r/c inserción de cánulas ECMO.	[1932] Control del riesgo: trombos	[3480] Monitorización de las extremidades inferiores.	• Examinar la presencia de edema en las extremidades inferiores. • Palpar los pulsos pedio y tibial posterior.
[00253] Riesgo de hipotermia r/c dispositivo médico (ECMO).	[1923] Control del riesgo: hipotermia.	[3900] Regulación de la temperatura.	• Control de los miembros donde se han insertado las cánulas. • Control de la T° del paciente cada 2 horas.
[00044] Deterioro de la integridad tisular r/c dispositivo médico (cánula arterial).	[1101] Integridad tisular: piel y membranas mucosas.	[4062] Cuidados circulatorios: insuficiencia arterial.	• Realizar una valoración exhaustiva de la circulación periférica (p. ej. comprobar los pulsos periféricos, edemas, relleno capilar, color y temperatura).

BIBLIOGRAFÍA

1. Díaz R, Fajardo C, Rufs J. *Historia del ECMO (Oxigenación por membrana extracorpórea o soporte vital extracorpóreo)*. Rev. Med. Cl. Las Condes. 2017;28(5): 796-802.
2. Organización Nacional de Trasplantes, Ministerio de Sanidad. *Trasplante cardiaco criterios de distribución 2023* [Internet]. Madrid: Ministerio de Sanidad; 2023. [Citado el 11de Febrero de 2024]. Disponible en: https://www.ont.es/wp-content/uploads/2023/06/Criterios-Distribucion-Corazon-2023.pdf.
3. Jason J. Dr. Han, JaBaris D. Swain MD., MPH. *El candidato perfecto para la oxigenación por membrana extracorpórea*. JACC [Internet]. 2018 [Consultado 09 Feb 2024]; Vol 71(10). Disponible en: El candidato perfecto para la oxigenación por membrana extracorpórea - ScienceDirect.
4. G. Rodrigo Díaz. *ECMO y ECMO mobile. Soporte cardiorespiratorio avanzado*. Rev. Med. Clinica las Condes [Internet]. 2011 [Consultado 09 Feb 2024]; Vol 22(3). Disponible en: Ecmo y ecmo mobile. soporte gardio respiratorio avanzado | Revista Médica Clínica Las Condes (elsevier.es).
5. Torregrosa S, Paz Fuset M, Castelló A, Mata D et al. *Oxigenación de membrana extracorpórea para soporte cardiaco o respiratorio en adultos*. Cir. Cardiov. [Internet]. 2009 [Consultado 12 Feb 2024]; Vol 16(2). Disponible en: Oxigenación de membrana extracorpórea para soporte cardiaco o respiratorio en adultos | Cirugía Cardiovascular (elsevier.es).
6. Byrne RA, Rossello X, Coughlan JJ et al. *2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes: Developed by the task force on the management of acute coronary syndromes of the European Society of Cardiology* (ESC). Europ. Heart Journ. 2023; 44(38): 3720-3826.
7. Sandoval E, Pérez de la Sota E, Burgos V et al. Registro ESPAMACS. Resumen de actividad 2017-2018. Cir Cardiov. [Internet]. 2019 [Consultado 11 de Febrero de 2024]; 26(5): 217-222.
8. The Extracorporeal Life Support Organization (ELSO). Disponible en: https://www.elso.org/Home.aspx.
9. Stepanenko A, Tobar J, Plaza M, Uribarri A, Vidal M, García M, Chica V, Alonso M, Hernández FJ, Amat I y San Román JA. CÓDIGO ECMO: *Experiencia retrospectiva nacional y multicéntrica de traslado primario de pacientes con shock refractario bajo soporte con ecmo venoarterial*. Comunicación mini oral: SEC 2023. Rev. Esp. Cardiología. Málaga: 25-28 Octubre 2023.
10. Torregrosa S, Paz Fuset M, Castelló A, Mata D, Heredia T, Bel A, et al. *Oxigenación de membrana extracorpórea para soporte cardiaco o respiratorio en adultos*. Cir Cardiovasc [Internet]. 2009; 16(2):163–77. Disponible en: Oxigenación de membrana extracorpórea para soporte cardiaco o respiratorio en adultos (elsevier.es).
11. Lorusso R, Shekar K, MacLaren G, Schmidt M, Pellegrino V, Meyns B, et al. *Directrices provisionales de ELSO para la oxigenación por membrana extracorpórea venoarterial en pacientes cardiacos adultos*. ASAIO J [Internet]. 2021 [citado el 22 de febrero de 2024]; 67(8):827–44. Disponible en: elso_interim_guidelines_for_venoarterial.2.pdf.
12. Martín Moreira Javier, Cruz Gonzalez Ignacio. *Manual de hemodinámica e intervencionismo cardiaco*. 3a.ed. Madrid: Mcgraw Hill; 2022.
13. Zarragoikoetxea I, Pajares A, Moreno I, et al. *Documento de consenso SEDAR/SECCE sobre el manejo de ECMO*. Cirugía cardiovascular vol.28 Número 6. Páginas 305-364 (noviembre - diciembre 2021).

14. Eckman PM, Katz JN, A. Banayosy EL, Bohula EA, Sun B, Van Diepen S. *Veno-Arterial Extracorporeal Membrane Oxygenation for Cardiogenic Shock: An Introduction for the Busy Clinician*. Circulation, 140 (2019), pp. 2019-2037.

15. Macarena Cousirat Liendro. *Oxigenación por membrana extracorpórea Veno-Arterial en Shock Cardiogénico*. Marzo 2020. Disponible en: https://www.siacardio.com/academia/lideresemergentes/editorialesle/oxigenacion-por-membrana-extracorporea-veno-arterial-en-shock-cardiogenico/.

16. Cheng R, Hachamovitch R, Kittleson M, Patel J, Arabia F, Moriguchi J, et al. *Complications of extracorporeal membrane oxygenation for treatment of cardiogenic shock and cardiac arrest: a meta-analysis of 1,866 adult patients*. Ann Thorac Surg., 97 (2014), pp. 610-616.

TEMA 44

DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN: RENAL, CEREBRAL, ENTRE OTROS

1. DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CEREBRAL: SENTINEL, TRIGUARD, FLOWER

Vicente Rubio, Damián Lorenzo, Pablo Benítez, José Miguel Latorre, José Manuel Álvarez, Teresa Rodríguez

Hospital Universitario de Gran Canaria Doctor Negrín. Las Palmas de Gran Canaria.

1. INTRODUCCION

El recambio valvular aórtico transcatéter (TAVR) se ha convertido en un tratamiento estándar en pacientes con estenosis aórtica severa. La indicación de este tratamiento se ha extendido a pacientes cada vez más jóvenes y con menor riesgo quirúrgico. En las guías actuales sobre la enfermedad valvular se recomienda la TAVR vía transfemoral como tratamiento de la estenosis aórtica severa. Por un lado, las guías americanas a los pacientes >65 años y, por otro, las guías europeas a pacientes >75 años. Las complicaciones asociadas a este procedimiento han disminuido debido a los sucesivos avances tecnológicos y al aumento en la experiencia de los operadores. En general, se van reduciendo las fugas para-valvulares, el implante definitivo de marcapasos o las complicaciones vasculares. Sin embargo, el accidente cerebrovascular (ACV) es la complicación más temida. En el estudio de Ahmad et al.,[1] los pacientes consideran que evitar el ACV es más importante que la simple supervivencia, valoran más mantener su independencia que estar solamente vivos. Por tanto, existe gran interés en conseguir disminuir al máximo esta complicación.

Aunque, inicialmente la incidencia de ACV estaba en el 6%, la combinación de los avances tecnológicos, la mayor experiencia de los operadores y la inclusión de pacientes con menor riesgo ha conseguido que, en recientes estudios, el porcentaje de ACV se sitúe sobre el 2%. A pesar de todo, este porcentaje se mantiene constante y tiene un gran impacto en la morbi-mortalidad de los pacientes siendo 6 veces mayor el riesgo de mortalidad a 30 días si el paciente ha sufrido un ictus[2]. El ACV tiene un significativo impacto socio-económico en el paciente, su familia, los servicios sanitarios y la sociedad[3].

El ACV se puede definir como un nuevo déficit neurológico de más de 24 horas de duración o de menos de 24 horas si se demuestra daño cerebral mediante técnicas de neuro-imagen. Puede ser de origen hemorrágico o isquémico y según su severidad puede ser incapacitante o no incapacitante (según la valoración de la escala de Rankin modificada).

Los ACV, tras el TAVR, se dan de forma temprana, sobre todo en el segundo día y, en general, en la siguiente semana[4]. La mayoría son isquémicos y son causados por ém-

bolos de material aterosclerótico o calcio que se desprenden de las placas de ateroma o de las calcificaciones debido a la manipulación de catéteres, guías, balones y sobre todo durante el posicionamiento e implante de la prótesis valvular sobre las valvas nativas severamente calcificadas[5].

Hay varios estudios sobre predictores en el desarrollo de eventos cerebrales tras TAVR. Estos predictores se refieren tanto a las características del paciente como a factores que tienen lugar durante el procedimiento. Por ejemplo, los factores de riesgo de padecer ACV durante el procedimiento tienen que ver con la realización de posdilataciones valvulares, sobre-estimulación ventricular a alta frecuencia o a la necesidad de utilizar diversa instrumentación en las estenosis aórticas muy calcificadas con elevados gradientes pico[6]. Por otro lado, características como sexo femenino, enfermedad renal crónica, fibrilación auricular, tabaquismo, aorta de porcelana o enfermedad arterial periférica pueden ser considerados predictores de eventos vasculares cerebrales[7].

2. PROTECCIÓN CEREBRAL EMBÓLICA

La protección cerebral embólica es una medida preventiva contra el ACV durante el procedimiento de TAVR. Se han desarrollado y diseñado una serie de dispositivos que pueden evitarlo. En general, se pueden clasificar en filtros y deflectores:

- Los filtros capturan y extraen los émbolos de la circulación sanguínea.
- Los deflectores desvían estos émbolos de la circulación cerebral hacia la circulación sistémica.

La eficacia de estos dispositivos depende de su capacidad en proteger las tres ramas principales del arco aórtico (tronco braquiocefálico, carótida izquierda y subclavia izquierda), el tamaño de los filtros y la habilidad de situar los dispositivos sin alterar la placa de ateroma o calcio que pueda haber. El mismo dispositivo podría ser un riesgo en sí mismo durante su colocación.

En la comunidad europea se dispone de tres dispositivos con marcado CE, el Sentinel®(Boston Scientific), el Triguard 3®(Keystone Heart Ltd) y el FLOWer®(AorticLab).

SENTINEL®

El sistema de protección cerebral Sentinel es el más utilizado y estudiado. Consiste en 2 filtros interconectados en un sistema de liberación 6F que atrapan y extraen el material que pueda dirigirse hacia la circulación cerebral. El filtro proximal mide de 9 a 15 mm y se despliega en el tronco braquiocefálico y el filtro distal mide de 6,5 a 10 mm y se despliega en la arteria carótida común izquierda quedando sin proteger la arteria subclavia izquierda en donde se origina la arteria vertebral izquierda. El Sentinel se introduce a través de la arteria radial o braquial derecha sobre una guía coronaria de 0,014". Es recomendable valorar mediante técnica de imagen la anatomía del arco aórtico para comprobar que es adecuado.

Preparación del Sentinel[8]

Se recomienda la preparación del dispositivo en una mesa donde se pueda poner, a lo largo, todo el sistema **(Figura 1)**. Se necesita suero heparinizado, una jeringa de 10 ml luer-lock y una batea para el suero.

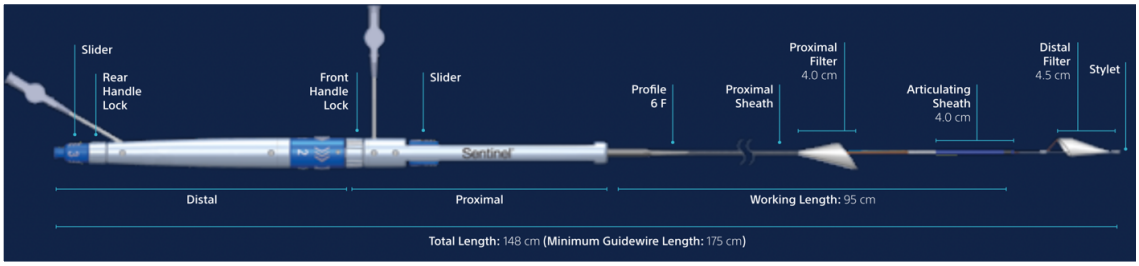


Figura 1. Catéter Sentinel en toda su extensión y sus diferentes partes.

Fuente: web del fabricante.

- Retirar el estilete del extremo distal del catéter de liberación.
- Cerrar las válvulas hemostáticas sin apretar en exceso (roscas blancas delante de los números 3 y 2).
- Purgar la luz central con la jeringa de 10 ml conectada al extremo más proximal del catéter.
- Purgar a través de la llave del puerto lateral (n.º 3) y cerrar la llave.
- Purgar a través de la llave del puerto lateral (n.º 2) y cerrar la llave.
- Sumergir en la batea con el suero heparinizado el filtro distal y agitar ligeramente dentro del líquido para eliminar las burbujas. Tirar de la pieza azul n.º 3 hacia atrás hasta esconder el filtro distal, después empujarlo para sacarlo de nuevo y volver a retraer el filtro tirando otra vez (hasta 2 veces).
- Sumergir el filtro proximal y agitar ligeramente dentro del suero. Deslizar la pieza azul n.º 1 para esconder el filtro proximal, luego deslizar en dirección contraria para desplegar de nuevo el filtro (hasta 2 veces) y, por último, volver a esconderlo dejando 1 cm la pieza azul n.º 1 sin que llegue al final.
- Con la jeringa de 10 ml realizar el purgado final a través del puerto lateral (n.º 2) sin vaciarla del todo. Terminar de deslizar el n.º 1 hasta el final del recorrido y cerrar la llave antes de desconectar la jeringa.

Inserción y posición del Sentinel en tres pasos[9]

La inserción se realiza por la arteria radial o braquial derecha con un introductor 6F mediante una guía coronaria de alto soporte de 0,014"x300 cm y siguiendo los tres pasos numerados en el catéter de liberación **(Figura 1-2)**.

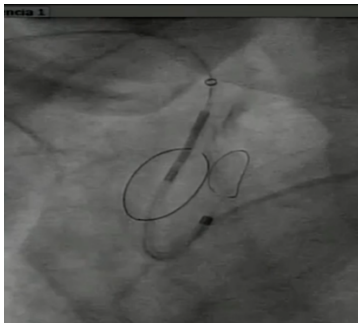




Figura 2. Posición real del sistema por fluoroscopia y aspecto de los filtros.

Fuente: web del fabricante.

- Se avanza el Sentinel hasta el arco aórtico.
- Paso 1: se despliega el filtro proximal en el tronco braquiocefálico deslizando el n.º 1 hacia atrás. El filtro queda a 2 cm del ostium.
- Paso 2: se rota el extremo distal del Sentinel con el n.º 2 para introducir la guía en la arteria carótida común izquierda y progresar ligeramente el catéter de liberación.
- Paso 3: se despliega el filtro distal en la arteria carótida común izquierda deslizando el n.º 3 hacia adelante en el interior de la carótida.

Una vez terminado el procedimiento y antes de revertir la heparina, si fuera el caso, se recogen los filtros dentro del sistema de liberación en el orden inverso al que se desplegaron.

- Primero, se recupera el filtro distal tirando hacia atrás del marcador n.º 3.
- Segundo, se saca el catéter para que caiga en el arco aórtico donde se endereza el catéter rotando el marcador n.º 2.
- Tercero, se recupera el filtro proximal deslizando el marcador n.º 1 hacia adelante y, con los dos filtros en el interior del catéter, se retira todo el conjunto.
- Finalmente, en la mesa, se vuelven a desplegar los filtros para ver la efectividad de los mismos en capturar material que se haya podido soltar y embolizar durante el procedimiento.

Los resultados del metaanálisis conducido por Wolfrum et al.[10] sugieren que el uso del Sentinel reduce, de forma significativa, el riesgo de padecer ACV incapacitante. Este dispositivo de protección cerebral puede utilizarse en la mayoría de pacientes con seguridad. Sin embargo, en el estudio PROTECTED TAVR[11], Kapadia et al. muestran que el número de eventos no incapacitantes fue menor en el grupo control. Aunque, en el grupo del Sentinel fue significativamente menor, el de ACV fue incapacitante. No queda totalmente claro si esto es debido al tamaño de los poros de los filtros (140 micras) a través de los cuales pueden pasar pequeños émbolos que provocarían ACV no incapacitantes.

Aunque, en el grupo del Sentinel fue significativamente menor el número de eventos de ACV incapacitante.

TRIGUARD 3®

El dispositivo TriGuard 3 es el segundo más estudiado y ofrece protección cerebral completa. Su mecanismo de acción es deflector por lo que desvía los detritos hacia la circulación sistémica evitando que entren en los vasos que irrigan el cerebro. Consiste en una única fina malla de una aleación de níquel-titanio que se despliega mediante una vaina del 8F insertada en la arteria femoral. A través del mismo se puede introducir un catéter pigtail 5F. La posición adecuada del dispositivo cubriendo las tres ramas del arco aórtico se confirma mediante fluoroscopia.

Descripción del sistema Triguard [12]

Consiste en una vaina de 8F en cuyo extremo distal se encuentra el filtro deflector con una varilla hipotubular curvada de nitinol que termina en una punta atraumática. En el extremo proximal se encuentra el mango que consta de 2 piezas y que tiene puertos para la guía, el pigtail 5F y para el lavado de la vaina. La pieza delantera del mango conecta con la vaina de inserción y en ella se encuentra el puerto para el purgado de la vaina y el adaptador que permite la introducción de un pigtail. La pieza trasera tiene el puerto para la guía que conecta en el extremo distal con la varilla hipotubular que lava la luz de la varilla. La luz del sistema es compatible con una guía de 0,035".

El filtro está formado por una malla de polímero con forma abovedada cuyos poros tienen un tamaño de 115x145 micras, recubrimiento hidrofílico que lleva unida heparina sódica y un marco de nitinol radiopaco que se autoexpande y proporciona estabilidad en la posición deseada. Este marco se une mediante una cola de nitinol a la varilla hipotubular que continúa curvándose por debajo del filtro y acaba en una punta atraumática

El movimiento de las dos piezas del mango permite introducir el filtro en la vaina o desenvainarlo para posicionarlo.

Preparación Triguard 3 (Figura 3)

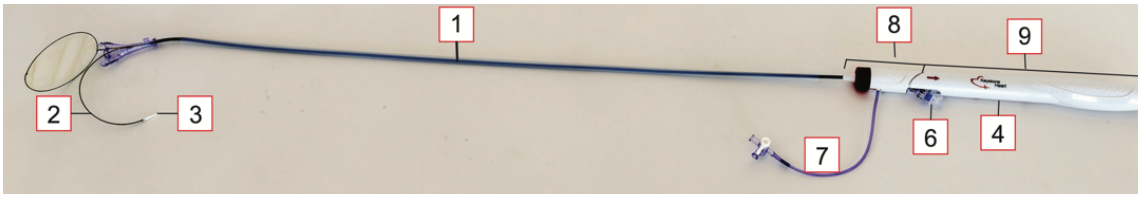


Figura 3. TriGuard 3 y sus componentes: **1.** Vaina, **2.** Hipotubo, **3.** Punta atraumática, **4.** Mango, **5.** Puerto Guía, **6.** Puerto Pigtail, **7.** Puerto lavado vaina, **8.** Pieza delantera mango, **9.** Pieza trasera mango.

Fuente: web del fabricante.

La longitud total del dispositivo es de 127,5 cm por lo que necesitamos una mesa adecuada para su preparación. Se puede utilizar para el purgado y lavado del sistema tanto suero fisiológico limpio como heparinizado.

- Al abrir la tapa del blíster estéril, donde se aloja el Triguard, hay que apretar a mano la tuerca que hay delante del mango y cerrarla por completo.
- Llenar con suero la cubeta donde está el filtro hasta que quede sumergido durante al menos 1 minuto para hidratar el recubrimiento hidrofílico. Golpear con suavidad el filtro para eliminar las burbujas de aire.
- Lavar la luz del sistema con suero desde su extremo proximal del mango (conector luer por donde se introduce la guía) hasta la varilla hipotubular en el extremo distal de la vaina.
- La vaina de inserción se lava desde el puerto de lavado ubicado en la parte delantera del mango y una vez gotea por el puerto más proximal utilizado para el pigtail, se enrosca el adaptador y se cierra por completo. El lavado de la vaina continua hasta que dejen de salir burbujas donde se encuentra el filtro sumergido.
- Tirar hacia atrás la pieza trasera del mango manteniendo fija la parte delantera para introducir el filtro deflector plegado dentro de la vaina de inserción hasta llegar a la punta atraumática quedando el sistema perfilado para su inserción.

Despliegue del Triguard (Figura 4)

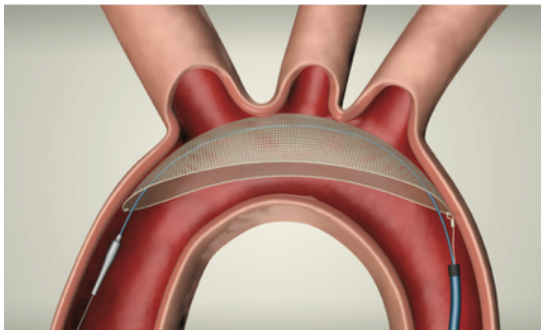


Figura 4. TriGuard desplegado en su posición.

Fuente: web del fabricante

Los movimientos desde la inserción de la vaina hasta el despliegue del filtro, en su posición final, se deben llevar a cabo bajo fluoroscopia.

- El tiempo de coagulación debe estar por encima de 250 segundos.
- La vaina con la punta atraumática puede insertarse a través de la piel directamente o a través de un introductor.
- Se recomienda la inyección con solución salina con jeringa de 5–10 ml por el puerto de lavado hasta ver gotear la parte distal de la vaina.
- Avanzar el sistema sobre la guía hasta sobrepasar el tronco braquiocefálico.
- Mantener la pieza trasera del mango y lentamente tirar hacia atrás la pieza frontal hasta juntar las dos piezas y el filtro quede totalmente desplegado.
- Conectar una bolsa de suero salino heparinizado presurizado al tubo de lavado o como alternativa inyectar suero salino cada 20 minutos.

- Se puede controlar la curvatura de la varilla hipotubular tirando y empujando la guía en el hipotubo.
- Se recomienda dejar una porción de guía distal a la punta atraumática pero, si se extrae la guía, conectar al puerto luer por donde se introduce, un sistema de goteo presurizado para mantener libre de coágulos el hipotubo.

Recuperación Triguard (Figura 5)

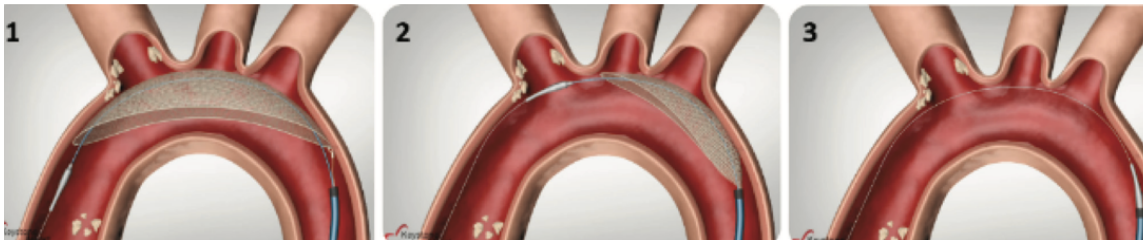


Figura 5. Recuperación del TriGuard.

Fuente: web del fabricante.

- Primero, retirar los dispositivos del implante y el pigtail del sistema Triguard.
- Después tirar hacia atrás la pieza trasera del mango mientras se mantiene sujeta la pieza delantera hasta que el filtro se introduce y desaparece dentro de la vaina.
- Tirar de la vaina de inserción hasta extraerla por completo del cuerpo del paciente.
- En la mesa de preparación se puede volver a sacar y desplegar el filtro para ver si ha podido quedar algún detrito atrapado en él.

En el estudio Reflect II[13], se demuestra que el uso de TriGuard 3 durante TAVR fue seguro. Sin embargo, no mostró superioridad respecto del grupo control en cuanto a la mortalidad de cualquier causa a 30 días y en la ausencia de ACV en su totalidad.

Por otro lado, en el estudio de Daal et al.,[14] concluyeron que el uso del TriGuard 3 durante TAVR se asoció a un número bajo de ACV invalidantes.

FLOWER®

El sistema de protección embólica FLOWer®es el menos estudiado de los dispositivos presentados en el presente tema por su reciente salida al mercado. Es un filtro que se inserta antes del procedimiento intervencionista y, una vez posicionado en el arco aórtico, permanece estable protegiendo el cerebro y los órganos periféricos. Protege las tres ramas del arco aórtico y evita la migración de partículas hacia la circulación sistémica. Es capaz de atrapar los residuos liberados durante el procedimiento hasta un tamaño de 60 mm y permite que por el interior del dispositivo naveguen los sis-

temas de liberación y catéteres. Requiere, para su inserción, de un introductor del 12F y dispone de tres medidas, según el diámetro de la aorta medido a 1 cm del tronco braquiocefálico. En todas las medidas la longitud del dispositivo es de 20 cm[15].

Descripción del sistema FLOWer®

El sistema FLOWer consta de un mango con los mecanismos para poder plegar y desplegar el filtro, y de un catéter en cuyo interior se aloja el dispositivo y a través del cual transitan el pigtail y las guías **(Figura 6)**. La punta del catéter es atraumática y tiene un marcador radiopaco. La estructura del filtro es de nitinol y la malla de poliamida.

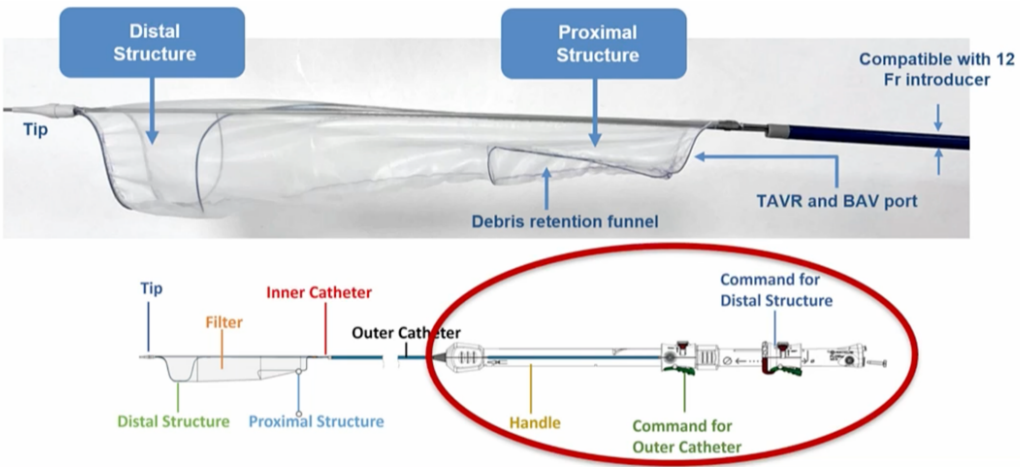


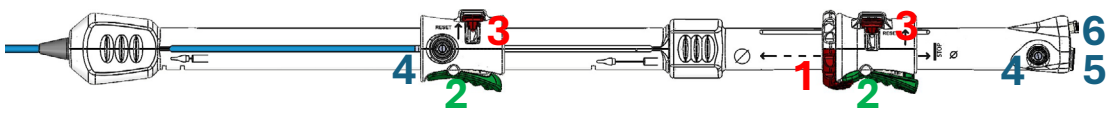
Figura 6. Sistema FLOWer con el mango y el catéter y detalle del filtro.

Fuente: Presentación del dispositivo, PCR 2023.

Preparación del FLOWer (Figura 7)

Para la preparación es recomendable una superficie de 2 metros de largo (por ejemplo 2 mesas juntas) y, como elementos adicionales, una guía larga de 260 cm con punta en J, una guía de alto soporte tipo Amplatz Superstiff de 260 cm, una jeringa de 20 ml, un litro de solución heparinizada con 5000 UI de heparina sódica, cazoletas y gasas.

En el pack viene el dispositivo con el mango, el pigtail, el estilete y un introductor de plástico.



1.Rueda de seguridad
2.Sliders
3.Pestañas de seguridad
4.Puertos sobre mango para purgado
5.Puerto Pigtail
6.Puerto Guía SuperStiff

Figura 7. Esquema del mango y sus diferentes partes. Fuente: esquema propio.

Preparación[16]

- Purgar con suero heparinizado el pigtail y extender los extremos en forma de U.
- Insertar la parte dura de la guía de 260 cm por el extremo luer para poder enderezar el pigtail.
- Insertar el estilete por la punta del pigtail y empujarlo manteniendo recto el pigtail hasta el extremo plano del estilete que queda fuera.
- Meter el introductor de plástico por la punta del pigtail enderezada.
- Purgar el interior del catéter mediante los dos puertos situados sobre el mango.
- Introducir con cuidado el pigtail con el introductor de plástico por el puerto azul del extremo del mango.
- Cuando aparece la punta del estilete que no entre en el interior del filtro sino tirar del mismo hasta sacarlo y que el pigtail recupere su forma.
- Insertar el estilete, esta vez por la punta blanca del dispositivo dejando el extremo plano fuera.
- Sacar la guía del pigtail y purgar de nuevo su luz. Reintroducir la guía por la parte curva.
- Una vez sale por la punta del pigtail avanzar el conjunto dentro del filtro por la estructura proximal del dispositivo. Pero una vez la guía está a la mitad del filtro retirar el pigtail hasta que su punta se encuentre dentro del catéter azul.
- Destrabar las tiras de plástico donde está el filtro, llenar de suero heparinizado la cubeta y sumergirlo volviendo a trabar las tiras de nuevo con el filtro dentro de la cubeta. Eliminar las burbujas que pudiera haber.
- Purgar de nuevo los puertos del mango.

Se procede ahora a plegar el filtro por partes

- Quitar el seguro del mango moviendo la rueda roja hacia arriba y presionando el gatillo mover la parte distal del mango hacia la derecha (atrás) hasta que la pestaña roja baja.
- Presionar el otro gatillo y mover hacia la izquierda (adelante) la parte proximal del mango hasta que la pestaña roja de ese lado baja.
- Subir la pestaña roja del mango distal, deslizar el mango hacia la derecha (atrás) hasta el stop y poner el seguro del mango moviendo hacia abajo la rueda roja.
- Subir la pestaña roja del mango proximal, deslizar el mango hacia la izquierda (adelante) hasta finalizar el plegado completo del filtro.
- Retirar el estilete y purgar el puerto de la guía.

Despliegue del dispositivo (Figura 8)

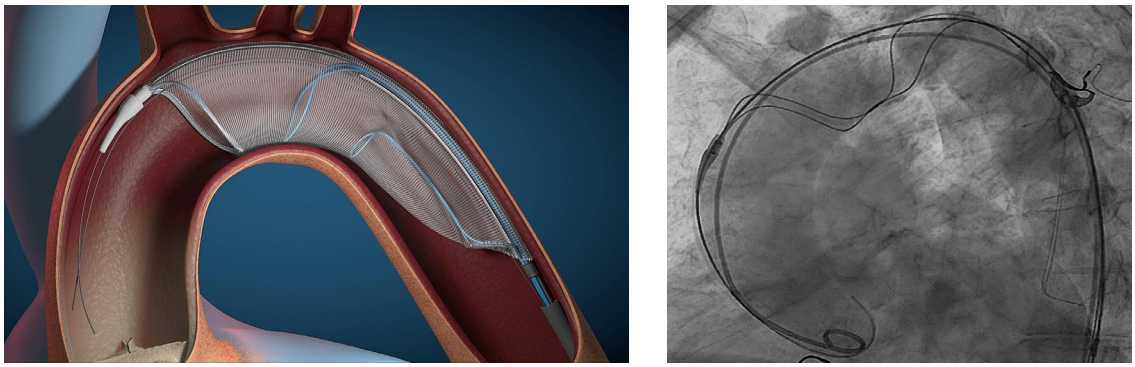


Figura 8. Despliegue del filtro. Fuente: web del fabricante.

- Introducir la guía Amplatz SuperStiff por el puerto de arriba del extremo distal del mango.
- A través del introductor del 12F se avanza la guía que llega hasta 1 cm antes de la válvula aórtica.
- El sistema FLOWer acompaña la guía quedando posicionado a 1 cm posterior al tronco braquiocefálico.
- Se quita el bloqueo de seguridad deslizándola la rueda roja hacia arriba.
- Se presiona el gatillo de la parte proximal del mango y se desliza hacia la derecha para sacar el dispositivo del catéter azul.
- Se presiona el gatillo de la parte distal del mango y se desliza hacia la izquierda hasta encontrar resistencia (indica que el dispositivo está bien apoyado en la pared de la aorta).

Una vez finalizado el procedimiento intervencionista

- Retirar la guía del interior del pigtail y el pigtail, al menos hasta que quede dentro del dispositivo. La guía SuperStiff no hace falta retirarla al estar en la espina del sistema dando estructura.
- Plegar el filtro de nuevo para sacarlo: desbloquear el gatillo del mango distal y retirarlo hacia la derecha hasta el stop. Repetir con el gatillo del mango proximal hasta introducir del todo el filtro en el interior del catéter y poder extraer el conjunto completamente.
- En la mesa se puede desplegar el sistema de nuevo para comprobar la efectividad que ha tenido el filtro en capturar los residuos que se hayan podido desprender.

El estudio Nautilus, cuyos resultados preliminares fueron presentados en el PCR 2023, se trata de un estudio prospectivo multicéntrico no aleatorizado que evalúa la seguridad y efectividad del sistema FLOWer para prevenir complicaciones tromboembó-

licas a nivel cerebral y sistémico durante el intervencionismo valvular. Los resultados del estudio no mostraron eventos cardiacos ni cerebrovasculares mayores a 30 días. Capturaron hasta 9 veces más partículas embolizadas y más pequeñas que las que captura el Sentinel.

Según el estudio, el sistema FLOWer minimiza el riesgo de ACV durante el intervencionismo valvular sin añadir tiempo al procedimiento[17].

3. RESUMEN

La utilización de los dispositivos de protección cerebral es factible y segura, con elevados porcentajes de éxito en su implante y bajos porcentajes de complicaciones. Sin embargo, a la luz de los resultados que se han obtenido en los diferentes estudios publicados hasta ahora, no hay suficiente evidencia clínica para avalar la utilización sistemática de los dispositivos de protección cerebral durante los procedimientos TAVR[18].

Se siguen realizando estudios para identificar los subgrupos de pacientes que durante el procedimiento poseen riesgo elevado de sufrir ictus y de esta forma beneficiarse de la utilización de estos dispositivos.

De todas formas, algunos estudios observacionales, con gran tamaño muestral, coinciden en que la utilización de sistemas de protección cerebral disminuye la incidencia de ACV moderado-severos, es decir, de aquellos ACV invalidantes. Incluso aquellos pacientes en los que se utilizó dispositivos de protección tuvieron mortalidad cero después de 30 días[19,20].

La prevención del ictus es un objetivo principal en los pacientes sometidos a TAVR.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ahmad Y, Nijjer S, Cook CM, et al. *A new method of applying randomised control study data to the individual patient: a novel quantitative patient-centred approach to interpreting composite end points.* Int J Cardiol. 2015;195:216-224.
2. Huded CP, Tuzcu EM, Krishnaswamy A, et al. *Association between transcatheter aortic valve replacement and early postprocedural stroke.* JAMA. 2019;321:2306-2315
3. Tsao CW, Aday AW, Almarzooq ZI, Alonso A, Beaton AZ, Bittencourt MS et al. *Heart Disease and Stroke Statistics-2022 Update: A Report From the American Heart Association.* Circulation. 2022;145:e153-639.
4. Kapadia S, Agarwal S, Miller DC, et al. *Insights into timing, risk factors, and outcomes of stroke and transient ischemic attack after transcatheter aortic valve replacement in the PARTNER trial (placement of aortic transcatheter valves).* Circ Cardiovasc Interv.2016;9:e002981.
5. Kahlert P, Al-Rashid F, Dottger P, et al. *Cerebral embolization during transcatheter aortic valve implantation: a transcranial Doppler study.* Circulation. 2012;126:1245-1255.
6. Nombela-Franco L, Webb JG, de Jaegere PP, et al. *Timing, predictive factors, and prognostic value of cerebrovascular events in a large cohort of patients undergoing transcatheter aortic valve implantation.* Circulation. 2012;126:3041-3053.

7. Auffret V, Regueiro A, Del Trigo M, et al. *Predictors of early cerebrovascular events in patients with aortic stenosis undergoing transcatheter aortic valve replacement*. J Am Coll Cardiol. 2016;68:673-684.

8. Video of Sentinel device preparation [acceso 11/03/24]. Disponible en: https://educare.bostonscientific.eu/s/educare-view-article?id=0682K00000I72CbQAJ&pageName=Search

9. A simple procedure for a complex patient using Acurate Neo2 and Sentinel embolic protection [acceso 11/03/24]. Disponible en: http://educare-mediastorage.com/SHV-A-simple-procedure-for-a-complex-patient-using-ACURATE-neo2-and-SENTINEL-embolic-protection-Madrid/story

10. Wolfrum M, Handerer IJ, Moccetti F, Schmeisser A, Braun-Dullaeus RC, Toggweiler S. *Cerebral embolic protection during transcatheter aortic valve replacement:a systematic review and meta-analysis of propensity score matched and randomized. controlled trials using the Sentinel cerebral embolic protection device*. BMC Cardiovasc Disord. 2023;23:306

11. Kapadia SR, Makkar R, Leon M, Abdel-Wahab M, Waggoner T, Massberg S et al. PROTECTED TAVR Investigators. *Cerebral Embolic Protection during Transcatheter Aortic-Valve Replacement*. N Engl J Med. 2022;387(14):1253-63

12. Instrucciones de uso TriGUARD 3. Dispositivo de protección embólica cerebral. https://www.keystoneheart.com/eu/wp-content/uploads/2022/06/SLB00076-11-InstructionForUseTriGUARD3EmbolicProtectionDevice-OUS.pdf

13. Nazif TM, Moses J, Sharma R, Dhoble A, Rovin J, Brown D, et al. *Randomized evaluation of TriGuard 3 cerebral embolic protection after transcatheter aortic valve replacement: REFLECT II*. JACC Cardiovasc Interv. 2021 Mar 8;14(5):515-527.

14. Daal SM, Jimenez-Rodriguez GMJ, Voskuil M, Kraaijeveld AO, Dessing TC, Ramjankhan FZ, et al. *Clinical outcome of transcatheter aortic valve replacement with TriGUARD 3 cerebral embolic protection device*. Cardiovasc Revasc Med. 2023 May;50:8-12

15. Disponible en https://www.biomenco.com/wp-content/uploads/2024/05/8.-new_flyer-aorticlab_eu-pcr.pdf Consultado el 15/10/2024

16. Disponible en https://www.biomenco.com/portfolio/flower/ Consultado el 15/10/2024

17. Disponible en https://www.pcronline.com/Cases-resources-images/Resources/Course-videos-slides/2023/EuroPCR/Embolic-protection-TAVI-heart-failure-and-artificial-intelligence-what-is-new-in-2023 Consultado el 30/11/2024

18. Jimenez Diaz VA, Kapadia SR, Linke A, Mylotte D, Lansky AJ, Grube E et al. *Cerebral embolic protection during transcatheter heart interventions*. EuroIntervention. 2023 Sep 18;19(7):549-570

19. Isogai T, Vanguru HR, Krishnaswamy A, Agrawal A, Spilias N, Shekhar S et al. *Cerebral embolic protection and severity of stroke following transcatheter aortic valve replacement*. Catheter Cardiovasc Interv. 2022;100:810–8

20. Iskander M, Jamil Y, Forrest JK, Madhavan MV, Makkar R, Leon MB et al. *Cerebral Embolic Protection in Transcatheter Aortic Valve Replacement*. Struct Heart. 2023 Apr 17;7(4):100169

TEMA 44

2. DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN RENAL. RENALGUARD®

Vicente Rubio, Pablo Benítez, José Manuel Álvarez, Teresa Rodríguez, Manuel Benito, Damián Lorenzo

Hospital Universitario de Gran Canaria Doctor Negrín. Las Palmas de Gran Canaria.

1. INTRODUCCIÓN

El deterioro de la función renal es una de las reacciones adversas más importante que provoca la administración intravascular de los medios de contraste yodado. El aumento en su uso debido al incremento en el número de procedimientos angiográficos e intervencionistas realizados en hemodinámica pueden incrementar la incidencia de esta potencial complicación.

A pesar de la utilización habitual de contrastes iodados no iónicos, de menor nefrotoxicidad, son todavía responsables y la causa directa de fallo renal agudo. Este problema puede aparecer en los siguientes días a la administración del contraste y puede prolongar el tiempo de estancia, la morbimortalidad de los pacientes y, por tanto, aumentar el coste económico de los sistemas de salud[1].

El fallo renal agudo inducido por contraste iodado (CI-AKI, del inglés *Contrast-Induced Acute Kidney Injury*) se define como el aumento de la creatinina sérica 0,3 mg/dl o del 25% del valor basal del paciente[2].

La CI-AKI es una complicación iatrogénica y la tercera causa de disfunción renal aguda adquirida en el hospital[3]. La incidencia de CI-AKI tras el intervencionismo cardiaco percutáneo (ICP) se sitúa sobre el 7% y un 0,3% de los pacientes requiere diálisis[4,5].

En un estudio de Rihal et al., la lesión renal aguda que se produce tras el ICP se asocia a una mortalidad del 20% en el hospital, hasta del 66% al año e incluso mayor si los pacientes requieren diálisis[6].

Las guías recomiendan valorar y cuantificar el riesgo de CI-AKI antes del ICP para tomar medidas preventivas. El volumen de contraste administrado está relacionado con mayor riesgo de CI-AKI. Por tanto, es importante minimizar la cantidad de contraste evitando test innecesarios o proyecciones innecesarias, sobre todo en pacientes con factores de riesgo como la insuficiencia renal crónica o la diabetes.

2. EFECTOS DEL CONTRASTE EN EL RIÑÓN

El contraste puede dañar de forma significativa el riñón del paciente por su efecto citotóxico directo sobre las células y por su efecto hipoxémico indirecto debido a la

vasoconstricción intra-renal. Por un lado, el medio de contraste puede dañar de forma directa el epitelio tubular y como consecuencia provocar la pérdida de función y muerte celular. Por otro lado, la activación intra-renal de sustancias vasoactivas puede producir isquemia sobre el exterior de la médula renal, disminuir el flujo sanguíneo y provocar hipoxia en el tejido.

En pacientes con insuficiencia renal crónica se enfatiza este problema al tener disminuida la capacidad de filtración e incrementarse la concentración de contraste que va a aumentar la viscosidad y la obstrucción tubular. Esto aumenta la presión tubular y la presión del tejido intra-renal. Como resultado, es posible que la presión de perfusión de la médula renal ya no sea lo suficientemente alta para asegurar una perfusión en las áreas críticas del riñón, agravando así la hipoxia[1].

Las guías recomiendan la pre-hidratación y poshidratación intravascular con suero salino isotónico para prevenir la CI-AKI, sobre todo en pacientes de alto riesgo. Sin embargo, existen diferentes estrategias para la hidratación que han creado dudas sobre cuál es la mejor técnica. Weisbord et al[7] incluyeron 5.177 pacientes de alto riesgo y no reportaron beneficio del bicarbonato de sodio intravenoso en relación con el suero salino isotónico. Vallette et al[8] concluyeron que el beneficio del bicarbonato de sodio fue marginal en relación con el cloruro de sodio isotónico para prevenir CI-AKI entre pacientes críticos.

El sistema RenalGuard®(PLC Medial Systems):

- Administra suero salino isotónico para la hidratación, diluye la concentración del contraste en el riñón y provoca menor toxicidad e hipoperfusión renal.
- Incrementa la producción de orina mediante diuréticos (furosemida), favorece de esta forma el tránsito del contraste a través del riñón, eliminando el contraste con mayor rapidez y reduciendo la isquemia renal al disminuir la toxicidad[9].
- Repone de forma controlada, en tiempo real, el líquido que se elimina; mantiene la volemia y previene la deshidratación y la sobrecarga de volumen.

En una revisión sistemática se concluye que la mejor estrategia es el sistema RenalGuard (RG)[5]. Promueve la dilución del contraste y su rápida eliminación para minimizar el tiempo de exposición sobre los túbulos renales. En este metaanálisis se incluyeron 60 ensayos clínicos aleatorizados y controlados que examinaron 21.293 pacientes y 2.232 eventos CI-AKI.

Más recientemente, nuevos trabajos como el estudio STRENGTH[10] sostienen que la terapia con RG no es superior a la hidratación intravenosa de rutina durante la ICP compleja en pacientes con insuficiencia renal crónica moderada, o el estudio REDUCE-AKI[11], que muestra que el sistema RG no previene la CI-AKI en pacientes sometidos a reemplazo de válvula aórtica transcatéter e incluso, su uso puede estar asociado con un aumento de la mortalidad a largo plazo en este tipo de pacientes.

3. SISTEMA RENALGUARD®

RG es un sistema con circuito cerrado para la gestión de líquidos, en el que cada volumen de orina que entra en la bolsa recolectora conduce a la infusión de una cantidad igual de volumen de solución salina en el paciente. El cálculo de los volúmenes se realiza por peso de los líquidos.

El objetivo es prevenir la nefrotoxicidad inducida por el contraste administrado gracias a su rápida eliminación.

INDICACIONES

- En pacientes con función renal alterada con tasas de creatinina elevadas (Cr > 1,3 mg/dl) o filtraciones glomerulares bajas (GFR < 60 ml/min/1,73 m^2).
- En pacientes con factores de riesgo que pueden aumentar la incidencia de lesión renal aguda como la edad avanzada, la diabetes mellitus, la disfunción renal previa o en pacientes que se prevea utilizar elevados volúmenes de contraste.

DESCRIPCIÓN

El set de montaje consta, básicamente, de la consola de control, una bolsa de líquido de infusión (suero salino), la línea de infusión, la bolsa de orina y la línea de recogida de orina.

La línea de infusión se conecta a la vía venosa que debe ser al menos 20G (se recomienda 18G). La línea de recogida de orina se conecta a la sonda vesical (tipo Foley).

La consola de control **(Figura 1)** se compone de una batería interna para que funcione un breve periodo de tiempo sin corriente, una bomba de rodillo, interfaz con pantalla táctil, dos básculas, un sensor de presión posbomba y una serie de alarmas visuales y sonoras.



Figura 1. Consola RenalGuard.

Fuente: web del fabricante.

La bolsa del suero salino se cuelga del gancho superior de la consola, se conecta la línea de infusión al suero y se pasa por la bomba de rodillo de forma que, a la salida de la misma, la línea se encaje en el canal detector de aire; por encima del detector se encuentra la conexión del transductor de presión donde se enchufa el cable correspondiente **(Figura 2)**.



Figura 2. Línea infusión.

Fuente: web del fabricante.

La línea de recogida de orina lleva la orina a la bolsa que cuelga de la balanza en el soporte inferior de la consola. Las bolsas deben colgar libremente y evitar su balanceo y dobleces para que no haya obstrucción al llenarse. En la línea de recolección hay dos marcas amarillas y la zona entre ellas se debe encajar en la muesca que sobresale del conjunto la balanza. La bolsa de recogida de orina tiene una abertura en la parte inferior para facilitar su vaciado **(Figura 3)**.

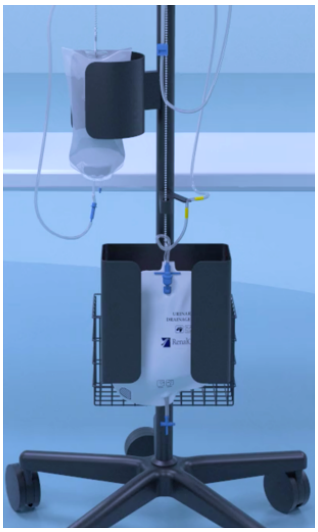


Figura 3. Línea recolección.

CEBADO Y PROGRAMACIÓN

Antes de comenzar la terapia y la infusión hay que cebar el sistema y, para ello, hay un adaptador entre las dos líneas (de infusión y de recolección). Por medio de la pantalla táctil de la consola se empieza pulsando un paciente nuevo y cebar. Finalizado el cebado, se pulsa la tecla "reglajes" y se siguen las instrucciones de la pantalla **(Figura 4)**. El balance suele ser neutro y para el bolo de hidratación se pone 250 ml.

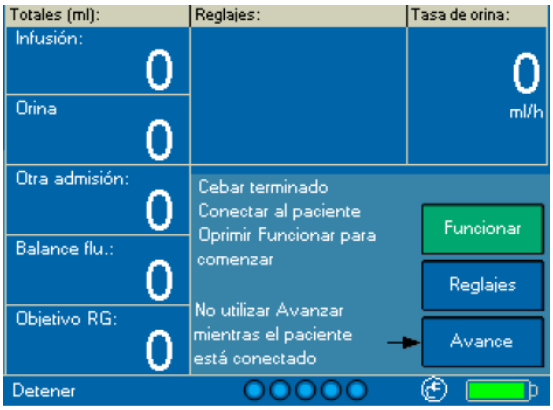


Figura 4. Pantalla táctil.
Fuente: web del fabricante.

CONEXIÓN AL PACIENTE E INICIO DE TERAPIA

Se desconecta el adaptador para el cebado, se conecta la línea de infusión al catéter intravenoso y la línea de recogida a la sonda vesical. Se comprueba el sistema, las conexiones y la ausencia de burbujas.

Comienza la terapia con la administración del bolo de hidratación (250 ml de suero salino) en 30 minutos y después la administración del diurético (furosemida) i.v. a razón de 0,5 mg/kg de peso. Cuando la tasa de orina alcance al menos los 300 ml/h, se puede comenzar con el procedimiento intervencionista. La terapia continua durante todo el procedimiento intervencionista y se mantiene hasta 4 horas después de finalizado **(Figura 5)**.

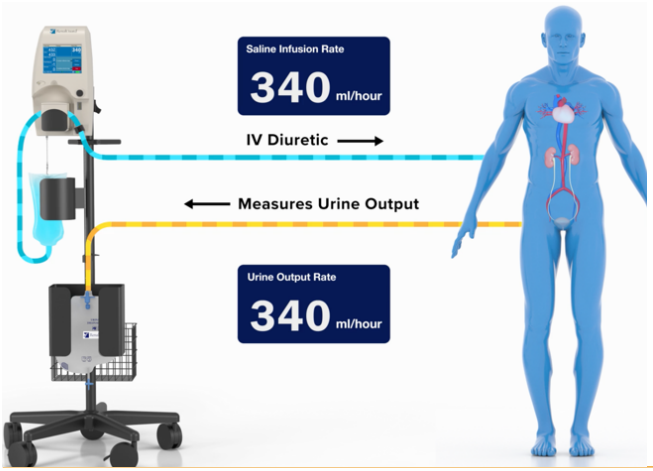


Figura 5. Antes del ICP, bolo 250 ml suero salino y furosemida 0,5 mg/kg. Durante ICP 300 ml/h diuresis (aumentar diurético si precisa). Tras ICP se mantiene la terapia 4 h.

Fuente: web del fabricante.

4. CUIDADOS DE ENFERMERÍA

- Control de las constantes cada 30 minutos.
- Control de la diuresis para que se mantenga una tasa de orina al menos 300 ml hasta 2 horas después de finalizar el procedimiento. Si es necesario, se puede aumentar la dosis de diurético hasta 2 mg/kg.
- Control de alarmas y cambio de bolsas.
- Monitorizar la posible deshidratación mediante extracción de muestras sanguíneas para analítica de electrolitos.
- Prestar atención a la presencia de arritmias por alteración de los electrolitos (potasio).
- Estar alerta a la aparición de insuficiencia respiratoria por edema pulmonar debida a la posibilidad de sobrecarga de líquido en pacientes con mala función ventricular.
- Mantener medidas de asepsia para evitar la infección urinaria.

BIBLIOGRAFÍA

1. McCullough PA, Choi JP, Feghali GA, et al. *Contrast-induced acute kidney injury.* J Am Coll Cardiol. 2016;68:1465–1473.
2. Mehta RL, Kellum JA, Shah SV, et al. *Acute kidney injury network: report of an initiative to improve outcomes in acute kidney injury*. Crit Care. 2007;11(2):R31.
3. Gleeson TG, Bulugahapitiya S. *Contrast-induced nephropathy.* Am. J. Roentgenol. 2004; 183(6):1673–1689.
4. Tsai TT, Patel UD, Chang TI, Kennedy KF, Masoudi FA, Matheny ME, et al. *Contemporary Incidence, Predictors, and Outcomes of Acute Kidney Injury in Patients Undergoing Percutaneous Coronary Interventions*. JACC: Cardiovasc Interv. 2014;7:1-9.
5. Cai Q, Jing R, Zhang W, Tang Y, Li X, Tongqiang L. *Hydration Strategies for Preventing Contrast-Induced Acute Kidney Injury: A Systematic Review and Bayesian Network Meta-Analysis*. J Interv Cardiol 2020; 11:2020:7292675. doi: 10.1155/2020/7292675.
6. Rihal CS, Textor SC, Grill DE et al. *Incidence and prognostic importance of acute renal failure after percutaneous coronary intervention*. Circulation 2002;105(19):2259–2264.
7. Weisbord SD, Gallagher M, Jneid H et al. *Outcomes after angiography with sodium bicarbonate and acetylcysteine*. N *Engl J Med* 2018;378(7):603–614
8. Valette X, Desmeulles I, Savary B et al. *Sodium bicarbonate versus sodium chloride for preventing contrast-associated acute kidney injury in critically ill patients: a randomized controlled trial.* Critical Care Medicine 2017;45(4):637–644.
9. Solomon R. *Forced diuresis with the RenalGuard system: Impact on contrast induced acute kidney injury*. J Cardiol. 2014;63:9–13

10. Mauler-Wittwer S, Sievert H, Ioppolo A, Mahfoud F, Carrié D, Lipiecki J et al. *Study Evaluating the Use of RenalGuard to Protect Patients at High Risk of AKI*. J Am Coll Cardiol Intv 2022;15:1639–1648

11. Arbel Y, Ben-Assa E, Puzhevsky D, et al. *Forced diuresis with matched hydration during transcatheter aortic valve implantation for reducing acute kidney injury: a randomized, sham-controlled study* (REDUCE-AKI). Eur Heart J 2019;40:3169–3178.

TEMA 45

MARCAPASOS TRANSITORIOS

Rodrigo Mesa González, Cristina Fernández Fernández, Ángela Herrero Valea

Hospital Universitario Central de Asturias. Oviedo.

1. INTRODUCCIÓN

Los marcapasos han sido una pieza fundamental en el tratamiento de diversas afecciones cardiacas a lo largo de la historia de la medicina. Se podría definir como un dispositivo médico implantado temporalmente para regular el ritmo cardiaco en pacientes que experimentan trastornos temporales en la conducción eléctrica del corazón, proporcionando estimulación eléctrica para mantener una frecuencia cardiaca adecuada hasta que se resuelva la condición subyacente[1]. Su evolución y desarrollo han sido resultado de décadas de investigación, innovación y avances tecnológicos.

El concepto de estimulación eléctrica para el control del ritmo cardiaco se remonta a principios del siglo XX. En 1926, el fisiólogo Albert Hyman[2] introdujo uno de los primeros dispositivos destinados a estimular el corazón mediante impulsos eléctricos. Este dispositivo, conocido como "marcapasos", consistía en un sistema externo que aplicaba corrientes eléctricas directamente sobre el corazón a través de electrodos.

Sin embargo, los primeros marcapasos eran dispositivos voluminosos y poco prácticos, además de presentar riesgos significativos para los pacientes debido a la invasividad de los procedimientos necesarios para su implantación. Fue en la década de 1950 cuando se produjeron avances significativos en la miniaturización de los dispositivos y en la comprensión de la fisiología cardiaca, lo que allanó el camino para el desarrollo de marcapasos temporales más seguros y eficaces.

Durante la década de 1950, varios investigadores realizaron importantes contribuciones al desarrollo de los marcapasos temporales. En 1952, Paul Zoll y sus colaboradores presentaron el primer marcapasos temporal externo que utilizaba corrientes eléctricas desde electrodos colocados en la piel para estimular el músculo cardiaco. Este dispositivo fue un avance significativo en el tratamiento de emergencia de pacientes con bradicardia extrema o asistolia.

Posteriormente, en la década de 1960, se produjeron avances cruciales en la miniaturización de los dispositivos y en la mejora de la tecnología de los electrodos, lo que permitió la creación de marcapasos temporales más pequeños y eficientes[2]. Estos avances facilitaron su implantación temporal durante procedimientos quirúrgicos o en situaciones de emergencia, así como su uso en el manejo temporal de trastornos del ritmo cardiaco.

En las últimas décadas, los avances en la tecnología de los dispositivos médicos han continuado impulsando el desarrollo de marcapasos temporales cada vez más sofis-

ticados y personalizados. La introducción de electrodos bipolares y la mejora de los algoritmos de detección y respuesta han permitido una estimulación más precisa y adaptable a las necesidades individuales de cada paciente.

Además, la miniaturización de los componentes electrónicos ha abierto nuevas posibilidades en cuanto al diseño y la funcionalidad de los marcapasos temporales. Se están explorando nuevas estrategias terapéuticas, como la estimulación multisitio y la estimulación selectiva del sistema de conducción[4], con el objetivo de mejorar la eficacia y la seguridad de estos dispositivos en el tratamiento de una amplia gama de trastornos del ritmo cardiaco.

En conclusión, los marcapasos temporales han experimentado una notable evolución desde sus inicios rudimentarios hasta convertirse en dispositivos médicos avanzados y ampliamente utilizados en la práctica clínica actual[3]. A medida que continúan los avances en la tecnología y la comprensión de la fisiología cardiaca, se espera que los marcapasos temporales sigan desempeñando un papel crucial en el tratamiento y la gestión de las enfermedades cardiovasculares en el futuro.

2. TIPOS

Existen varias maneras de realizar la electroestimulación temporal: con parches en la piel **(Figura 1)**, con una guía **(Figura 2)** o catéter endomiocárdico.



Figura 1. Parches cutáneos.

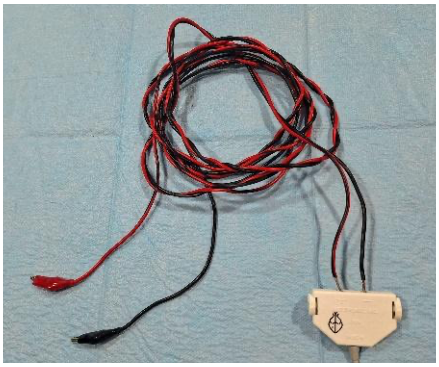


Figura 2. Conexión y cable para estimulación a través de la guía.

Los parches en la piel se reservan para estimulación de urgencia extrema, mientras se consigue el acceso y coloca un marcapasos endocavitario.

El marcapasos endocavitario se aloja en el ventrículo derecho[4] y se puede acceder a través de vena yugular, subclavia o femoral, principalmente. Puede ser un catéter con balón **(Figura 3)** o sin él **(Figura 4)**. El balón facilita su colocación, al ser arrastrado el catéter por el torrente sanguíneo.

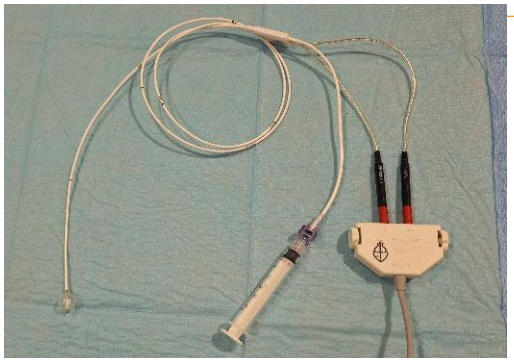


Figura 3. Catéter con balón.

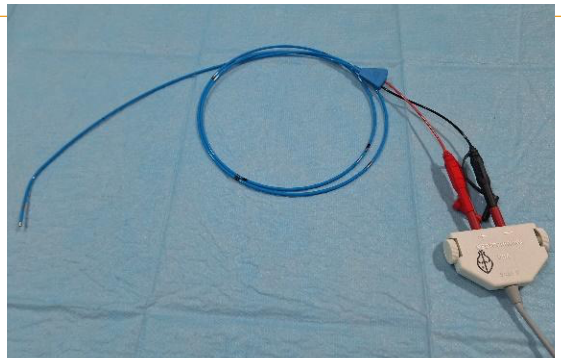


Figura 4. Catéter rígido.

Estimulación a través de una guía: se coloca un electrodo en una guía hasta el ventrículo izquierdo protegida por un catéter **(Figura 5)** y el otro electrodo en la piel **(Figura 6)**, se usa principalmente en el implante de TAVI[4].

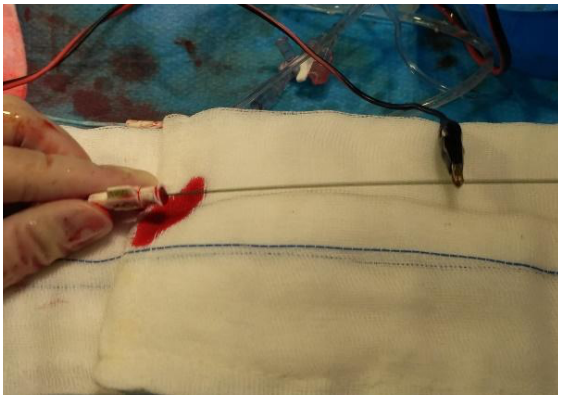


Figura 5. Electrodo mordiendo la guía alojada en el ventrículo.



Figura 6. Electrodo mordiendo una aguja en la piel.

3. INDICACIONES

La indicación de estimulación temporal no resulta fácil de establecer y en muchas ocasiones se realiza más bien por criterios de inestabilidad hemodinámica en pacientes con bradicardia aguda potencialmente mortal, o de forma profiláctica cuando se prevé la necesidad de estimulación (por ejemplo, en ablaciones septales alcohólicas o tras una cirugía cardiaca). Estas indicaciones han sido foro de debate en numerosas ocasiones, ya que, en general, la decisión de implantar un MT surge cuando, tras aplicar medidas conservadoras (fármacos cronotropos positivos, tratamiento de la causa...) éstas fracasan, o bien, en aquellas situaciones en las que no es posible la colocación de un marcapasos definitivo o el riesgo de su implante excede a su beneficio[5].

El grupo de trabajo de la European Society of Cardiology elaboró en 2021 unas recomendaciones sobre la estimulación cardiaca temporal[6] (Tabla 1):

TABLA 1. Recomendaciones sobre la estimulación cardiaca temporal del grupo de trabajo de la European Society of Cardiology.

RECOMENDACIONES ESTIMULACIÓN CARDIACA TEMPORAL	CLASE	NIVEL
Se recomienda la estimulación cardiaca transvenosa temporal en caso de bradicardia con compromiso hemodinámico refractaria a tratamiento cronotrópico endovenoso.	I	C
La estimulación transcutánea se considerará en casos de bradicardia con compromiso hemodinámico cuando la estimulación transvenosa no sea posible o no esté disponible.	IIa	C
Se debe considerar la estimulación transvenosa temporal cuando esté indicada la estimulación inmediata y se espere que las indicaciones de estimulación sean reversibles, como en el contexto de isquemia miocárdica, miocarditis, alteraciones electrolíticas, exposición tóxica o después de cirugía cardiaca.	IIa	C
La estimulación transvenosa temporal debe considerarse como un método alternativo a la implantación de un marcapasos permanente cuando este procedimiento no esté disponible de inmediato o no sea posible debido a una infección concomitante.	IIa	C
Para una estimulación transvenosa temporal a largo plazo, debe considerarse la posibilidad de utilizar un cable de fijación activo insertado a través de la piel y conectado a un marcapasos externo.	IIa	C

USOS EN CARDIOLOGÍA INTERVENCIONISTA

- El marcapasos temporal se emplea en los pacientes con infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST y bloqueo auriculoventricular de alto grado, para mantener el gasto cardiaco y evitar la aparición de arritmias ventriculares malignas.

  En un reciente estudio publicado en 2021 se llegó a la conclusión de que sólo el 7% de los pacientes que necesitaron un marcapasos transitorio, en este caso, requirieron implante de un marcapasos definitivo[7].

- En los implantes de TAVI y en los procedimientos de valvuloplastia aórtica puede ser necesaria la estimulación cardiaca en el justo momento del despliegue de la válvula o durante el inflado del balón, con el objetivo de proporcionar estabilidad al reducir al mínimo el gasto cardiaco. En la actualidad esta estimulación se tiende a realizar utilizando la guía alojada en el ventrículo izquierdo en contacto con el endocardio. Sin embargo, en los pacientes con alteraciones basales

de la conducción que implican mayor riesgo de bloqueo auriculoventricular de alto grado durante o tras el procedimiento (bloqueo completo de rama derecha del haz de His, casos seleccionados de bloqueo bifascicular o de bradicardia a criterio de los cardiólogos intervencionistas que realizan el procedimiento), el método de estimulación recomendado es el implante de un marcapasos transitorio por la vena yugular al inicio del procedimiento[8].

- En las angioplastias sobre coronaria derecha o circunfleja muy dominantes en las que se prevé que se pueda producir un bloqueo auriculoventricular, se puede utilizar un marcapasos transvenoso temporal por vena femoral de manera profiláctica, que se retirará al finalizar el procedimiento.
- Al realizar un recambio del generador de un marcapasos permanente y tras intentar estimular el ritmo propio del paciente con medicación cronotrópica, si ésta no resulta efectiva, se colocará un marcapasos transvenoso temporal por vena femoral como asistencia para estimular en el justo momento del intercambio del generador.

4. GENERADORES Y CONTROLES BÁSICOS DE ESTIMULACIÓN

Los generadores de marcapasos temporales son dispositivos capaces de generar de manera externa impulsos eléctricos y que unidos mediante un cable a un catéter implantado en cavidades cardiacas pueden estimular el corazón y al mismo tiempo detectar los latidos propios del paciente para inhibirse. Pueden ser monocamerales **(Figura 7)** o bicamerales **(Figura 8)** según el número de cámaras que puedan estimular.



Figura 7. Generador monocameral. Medtronic® 5348.



Figura 8. Generador bicameral. St. Jude Medical™ 3085.

Constan de:

- Un sistema de encendido/apagado. Cada modelo de generador tendrá su mecanismo de seguridad para evitar errores (pueden ser botones distintos para cada una de las funciones, o bien un dial con direcciones distintas para ON/OFF).
- Señal luminosa de batería baja, que consiste en una luz que parpadeará cuando sea necesario cambiar la pila. Mientras ésta se sustituye, el generador funcionará de manera continua durante unos segundos.
- Pueden tener una función de estimulación rápida para cuando sea necesario estimular más rápido que los latidos por minuto que proporciona el dial de frecuencia cardiaca. Se suele utilizar para estimulación auricular.
- Dial de frecuencia cardiaca: se usa para establecer la frecuencia en minutos a la que se administrarán los impulsos de estimulación. Permite el ajuste continuo de la frecuencia entre 30 y 180 latidos por minuto. Por lo general el intervalo de frecuencias más alto (a partir de 130) estará codificado por color o separado de las frecuencias más bajas por un tope mecánico de movimiento del dial.

  El ajuste de la frecuencia dependerá del objetivo con el que se implante el marcapasos. Si queremos que la estimulación externa sea continua deberemos fijar una frecuencia más alta que la propia del paciente. Si, por el contrario, lo que queremos es asegurar una frecuencia mínima debemos seleccionarla en el generador, de manera que el marcapasos se inhiba cuando haya ritmo propio del paciente por encima de esa frecuencia.

  Siempre que sea posible lo ideal sería mantener el máximo número de latidos propios del paciente, ya que está comprobado que la actividad intrínseca del corazón es más efectiva en términos de gasto cardiaco que los latidos que proporciona el marcapasos.
- Salida (Output): este dial se utiliza para definir la amplitud de la corriente, en miliamperios, necesaria para generar una contracción cardiaca. Permite el ajuste continuo de la amplitud de la corriente del estímulo entre 0,1 y 20 mA. A mayor amperaje mayor intensidad de corriente.

  Para comprobar el umbral de estimulación (mínima intensidad de corriente necesaria para despolarizar la cavidad que se quiere estimular) se establece en el generador una frecuencia cardiaca mayor que la del paciente y un output de 20 mV. Si el marcapasos está estimulando correctamente se verá en el electrocardiograma una espícula seguida de un complejo QRS ancho (captura 1:1). Se irá disminuyendo poco a poco la intensidad hasta que la captura se pierda y a continuación se volverá a aumentar lentamente para recuperarla de nuevo. Este punto será el umbral de estimulación. Para asegurar un correcto funcionamiento del marcapasos se deberá ajustar el dial al doble de ese valor[9].
- Ajustes de sensibilidad: el ajuste de sensibilidad determina la señal más pequeña que el marcapasos puede detectar, por lo tanto, se deberá poner el dial de sensibilidad en la mitad, como mínimo, del valor en mV del umbral de sensibi-

lidad del paciente. Esto proporcionará un margen de seguridad adecuado para garantizar una detección correcta. Hay que tener en cuenta que si se define la sensibilidad en un valor muy bajo podría producirse una detección inadecuada de señales de campo lejano (por ejemplo, detección de ondas R o T en el cable auricular o de ondas P en el cable ventricular), lo cual daría lugar a una inhibición inapropiada de los impulsos de estimulación[10].

- Señales luminosas de sensado o estimulación que parpadearán según el marcapasos se esté inhibiendo (sensando) o estimulando en cada latido.

5. TÉCNICA DEL IMPLANTE DEL MARCAPASOS TRANSVENOSO

Para el implante de un marcapasos transvenoso el primer paso a realizar será la preparación del material necesario. El personal implicado en el implante habrá de vestirse (bata y guantes estériles, gorro y mascarilla) para realizar la técnica en condiciones de esterilidad. Es importante la monitorización hemodinámica del paciente durante el procedimiento, así como tener preparado un carro de paradas provisto de monitor desfibrilador y de la medicación necesaria para resolver cualquier complicación que surja durante el procedimiento[11–13].

El procedimiento de inserción de un marcapasos temporal transvenoso consta de 3 fases: establecer el acceso venoso central e insertar el introductor, guiar y posicionar el cable en el ventrículo derecho para lograr la captura electromecánica y optimizar la configuración del generador de impulsos[14].

La realización de la técnica consiste en[11–13,15]:

- Explicar la paciente la técnica a realizar. Administrar medicación analgésica o relajante según prescripción, si fuera necesario.
- Colocar al paciente en la posición adecuada según el acceso venoso seleccionado. Generalmente decúbito supino con la cabeza ladeada hacia el lado contrario en el acceso por vena yugular y subclavia.
- Desinfección de la zona con antiséptico.
- Montar el campo quirúrgico e infiltrar la zona con anestésico local en el plano subcutáneo.
- Tras esperar entre 3-5 minutos para que el anestésico sea efectivo, se procede a puncionar la vena seleccionada, y se coloca el introductor según la técnica de Seldinger.
- Cubierto por una funda estéril (camisa), se introduce el electrodo. Una vez pasado el introductor se ha de inflar el balón del electrodo para facilitar su navegación hasta el ápex del ventrículo derecho.
- Desinflar el balón y conectar el electrodo al generador con los parámetros seleccionados.

- Una vez puesto en marcha el generador, se ha de comprobar la correcta posición del electrodo confirmando una correcta captura del ECG.
- Cubrir la totalidad del electrodo con la camisa.
- Desinfectar la zona nuevamente, y realizar cura con apósito estéril.

COMPLICACIONES DE LA TÉCNICA

En el último estudio, publicado en nuestro país en el año 2004, sobre complicaciones durante la inserción de marcapasos transvenosos el porcentaje fue de un 22%[16]. Un estudio multicéntrico, publicado en el año 2018, concluye que es una técnica segura y con un bajo porcentaje de complicaciones[17]. La bibliografía también pone de manifiesto la seguridad del implante ecoguiado frente a la fluoroscopia aportando similares resultados de seguridad en cuanto a la presencia de complicaciones[18,19].

Independientemente del medio utilizado, las complicaciones que pueden aparecer tras el implante y ante las que debemos estar alerta para minimizar sus consecuencias son[11–13,15]:

- Hematoma en la zona de punción.
- Neumotórax o hemotórax, por iatrogenia en la punción de la vena yugular o subclavia.
- Infección, provocada por una mala técnica aséptica durante la inserción.
- Trombosis del introductor.
- Arritmias por estimulación durante la inserción.
- Fallo en la captura de la estimulación por movimiento del cable, fallo en las conexiones o de la batería.
- Taponamiento cardiaco, por perforación del ventrículo con el electrocatéter.
- Lesiones en el miocardio por estimulación excesiva de salida.

6. NANDA- NIC- NOC

00311- Riesgo de deterioro de la función cardiovascular

NOC: perfusión tisular cardiaca. Efectividad de la bomba cardiaca.

000004- Riesgo de infección NOC: severidad de la infección.

00206- Riesgo de sangrado NOC: severidad de la pérdida de sangre.

NIC: 4092 manejo del marcapasos temporal

- Asegurar la monitorización continúa del ECG.
- Anotar la frecuencia y duración de las arritmias.

- Controlar la respuesta hemodinámica a las arritmias.
- Controlar la tensión arterial, la frecuencia y el ritmo cardiaco a intervalos específicos y cuando se produzcan variaciones en el estado del paciente.
- Instruir al paciente con respecto al marcapasos
- Controlar posibles complicaciones asociadas a la introducción del marcapasos.
- Controlar cambios en el estado cardiaco o hemodinámico de los pacientes que indiquen la necesidad de modificar el marcapasos.
- Controlar fallos del marcapasos y determinar la causa.
- Proporcionar cuidados adecuados en el lugar de inserción (cura, cambio de apósito, etc.)
- Educar al paciente y la familia sobre los signos y síntomas de alarma.

00146- Ansiedad

NOC: nivel de ansiedad.

NIC: 8820 disminución de la ansiedad.

- Explicar el procedimiento y las posibles sensaciones que pueda experimentar durante el mismo.
- Permanecer con el paciente para promover la seguridad y reducir el miedo.
- Animar a la manifestación de sentimientos, percepciones y miedos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ortiz Díaz-Miguel R., Gómez Grande M.L. *Temporary internal pacing*. Medicina Intensiva (English Edition). 2014 Dec; 38 (9): 575-579. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.medine.2014.02.001
2. Ward C, Henderson S, Metcalfe NH. *A short history on pacemakers. Int J Cardiol [Internet]. 2013;169(4):244–8*. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.ijcard.2013.08.093
3. Wang PJ. *Implantable Pacemakers*. En: Jalife J, Stevenson WG, editores. *Zipes and jalife's cardiac electrophysiology: From cell to bedside*. 8a ed. Filadelfia, PA, Estados Unidos de América: Elsevier - Health Sciences Division; 2021. p. 1383–94.
4. Glikson M, Nielsen JC, Kronborg MB, Michowitz Y, Auricchio A, Barbash IM, et al. *Guía ESC 2021 sobre estimulación cardiaca y terapia de resincronización*. Rev Esp Cardiol [Internet]. 2022;75(5): 430.e1-430.e86. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.recesp.2021.10.025
5. Moya Sánchez J. *Estimulación Transvenosa Temporal con Electrocatéter de Fijación Activa* [Tesis doctoral]. Murcia: Universidad de Murcia; 2022.
6. Glikson M., Cosedis Nielsen J., Brix Kronborg M. et al. *Guidelines on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy*. Eur Cardiol. 2021 Dec 14;16: e55.

7. Ferrera C., Enríquez Rodríguez L.E., Noriega F. J., Borrego L., Cañadas V., Jiménez Quevedo P., Pérez Castellano N., Fernández Ortiz A., Pérez Villascastín J., Macaya C., Viana Tejedor A. *Temporary pacing in ST-segment elevation myocardial infarction complicated with high degree atrioventricular block*. Rev. Esp. Cardiol. 2021; 56(4): 276-283.
8. Abril Molina A., Fernández Quero M., Cardenal Piris R. M., Guisado Rasco A., Rodríguez Delgado R., Peña Mellado J., Villa Gil Ortega M., Díaz Fernández J.F. *Aurícula derecha: un buen aliado en la estimulación ventricular izquierda durante el implante percutáneo de válvula aórtica*. REC Interv Cardiol. 2023; 5 (3): 178-184.
9. Rubio Alcañiz V., Suárez Cerpa J., Martel González M. *Marcapasos transitorios.* En: Fernández Maese J. M., García Aranda F. J., Gómez Fernández M., Ramírez Yáñez P., Rodríguez García-Abad V., Sánchez Hernández E. M., Seoane Bello M. *Manual de procedimientos de Enfermería y Cardiología intervencionista*. 2ª ed. Madrid: Asociación Española de Enfermería en Cardiología; 2014. p 440-446.
10. Marcapaso monocameral temporal. Medtronic 5348R. Manual técnico.
11. Torralba S, Sanz J, Heredia VB, Torralba L, Torralba M, Villagrasa M. *Implante de marcapasos temporales y definitivos. Cuidados y atención de enfermería en el proceso*. Artículo monográfico. Rev Sanit Inv [Internet]. 2021; 2(11). Disponible en: https://revistasanitariadeinvestigacion.com/implante-de-marcapasos-temporales-y-definitivos-cuidados-y-atencion-de-enfermeria-en-el-proceso-articulo-monografico/
12. Redecilla MT, Cuadros MJ, Gil I, Herrero I. *Procedimiento de enfermería en la implantación de marcapasos transvenoso temporal*. Nure Inv [Internet] 2013; 10(64). Disponible en: https://www.nureinvestigacion.es/OJS/index.php/nure/article/view/627
13. Molina-Manzón CS. *Implante de un marcapasos provisional transvenoso*. Metas Enferm. 2009; 12(9): 20-5.
14. Sjaus A, Fayad A. *The Use of Subcostal Echocardiographic Views to Guide the Insertion of a Right Ventricular Temporary Transvenous Pacemaker—Description of the Technique*. J Cardiothorac Vasc Anesth. 2019; 33(10): 2797–803.
15. Rubio-Alcañiz V, Suárez-Cerpa J, Martel-González M. *Marcapasos transitorios. En. Manual de procedimientos de Enfermería en Hemodinámica y Cardiología Intervencionista*. 1ª Ed. Madrid: Asociación Española de Enfermería en Cardiología; 2014. p. 440-446.
16. López-Ayerbea J, Villuendas-Sabatéa; Roger, García-García C, Rodríguez-Leora O, Gómez-Péreza M, Curós-Abadala A, et al. *Marcapasos temporales: utilización actual y complicaciones*. Rev Esp Cardiol. 2004; 57(11): 1045–52.
17. Metkus TS, Schulman SP, Marine JE, Eid SM. *Complications and Outcomes of Temporary Transvenous Pacing: An Analysis of > 360,000 Patients from the National Inpatient Sample*. Chest. 2019; 155(4): 749–57.
18. Cao Z, Xu J, Liu J, Wu M, Xie N, Guo X, et al. *Real-time three-dimensional transesophageal echocardiographic guidance versus fluoroscopic guidance for transvenous temporary cardiac pacemaker implantation during transcatheter aortic valve implantation surgeries*. Ann Transl Med. 2020 ;8(19): 1227.
19. El Nasasra A, Alnsasra H, Zahger D, Lerman TT, Kobal S, Cafri C, et al. *Feasibility and safety of exclusive echocardiography-guided intravenous temporary pacemaker implantation*. J Echocardiogr. 2019; 17(3): 157–61.

TEMA 46

TÉCNICAS DE RESCATE DE CUERPOS EXTRAÑOS

Juan Carlos Rubio Ramos, Ana López Cabrera

Unidad de Cardiología Intervencionista.
Hospital Universitario de Puerto Real. Cádiz.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, en las salas de Hemodinámica se abordan procedimientos cada vez más complejos, sobre todo, los relacionados con el abordaje de la patología coronaria, con un gran número de dispositivos y materiales involucrados. Como consecuencia, es factible la pérdida de alguno de estos instrumentos, tanto en el torrente sanguíneo como en alguna de las cavidades cardiacas, convirtiéndose entonces en "cuerpos extraños" (CE) que deben ser extraídos del organismo con la mayor rapidez posible.

Cuando se produce la embolización de un CE en el sistema vascular, la única contraindicación para la captura del mismo sería la imposibilidad física para acceder a él, bien por la tortuosidad de los vasos, o por alojarse en ramas muy pequeñas y distales que impidan acceder a él. En el resto de situaciones es recomendable intentarlo al tener un riesgo de complicaciones bajo.

El material extraviado con más frecuencia suele ser stents, fragmentos de catéteres o guías (también sus recubrimientos), y porciones de introductores o de catéteres-balón[1]. Aunque este tipo de complicaciones pueden derivar de fallos producidos en la estructura intrínseca del material, el error humano o la técnica subóptima suelen ser las principales causas.

La pérdida y embolización del stent coronario en la luz arterial resulta cada vez menos habitual desde que se introdujo el uso del stent premontado de fábrica; a pesar de ello, no se ha eliminado totalmente, ocurre en menos del 1% de las ICP. En menor medida, se produce la pérdida por fragmentación y rotura de guías, presentándose, habitualmente, por someter durante la técnica la integridad estructural de la misma más allá de su límite.

Es importante conocer que ante la pérdida del stent no siempre debe llevarse a cabo la recuperación. Puede implantarse en la circulación coronaria, o bien desplazarse a algún territorio del torrente circulatorio no crítico sin generar complicaciones que puedan desembocar en un contexto clínico grave para el paciente.

El paso clave para la recuperación es siempre llevar el cuerpo extraño a la arteria ilíaca, ya que esto disminuye el riesgo de embolización al sistema cerebro vascular o trombosis en una arteria coronaria. Si el acceso vascular primario es la arteria radial se debe colocar un segundo introductor femoral para ampliar las posibilidades y aumentar las probabilidades de éxito en la técnica de recuperación. La extracción a través de la ar-

teria radial es posible, pero se realiza con menos frecuencia, debido a la limitación en el uso del tamaño del introductor que se puede utilizar por este acceso[2].

2. MATERIAL UTILIZADO

Dependerá del material a rescatar, localización y los dispositivos o recursos de los que disponemos, que determinará tanto la estrategia a utilizar como el material o herramienta a emplear.

Desde la primera extracción de un CE, atribuida al equipo del Dr. Thomas en 1964[3], los materiales empleados han ido evolucionando, clasificándose principalmente en tres grandes grupos:

2.1 MATERIAL ESPECÍFICO

1. Lazos

El lazo es el instrumento de referencia en el rescate de cuerpos extraños. Para su empleo se suele avanzar el lazo sobre una guía y aprovechando su angulación se intenta atrapar el CE y recogerlo dentro del catéter guía.

Aunque existen varios modelos, el más utilizado es el *Amplatz Goose Neck®*. Este lazo está compuesto de nitinol y entre sus propiedades destacan la memoria térmica con alta resistencia al acodamiento y las marcas radiopacas (de tungsteno), que permiten tener una visualización directa de su posicionamiento. Está constituido, además de por el propio lazo, por una vaina, un introductor-cargador y un sistema de manipulación. Su uso se caracteriza por la unión en 90° que posee al alambre-guía, al cual permanece soldado, y que facilita la aproximación y el rescate de los distintos materiales. Existen diferentes diámetros disponibles: 2, 5 y 10 mm, los más utilizados en casos pediátricos y a través de catéteres 4F; mientras que los de 15, 25 y 35 mm requieren al menos un 6F[3,4,5].

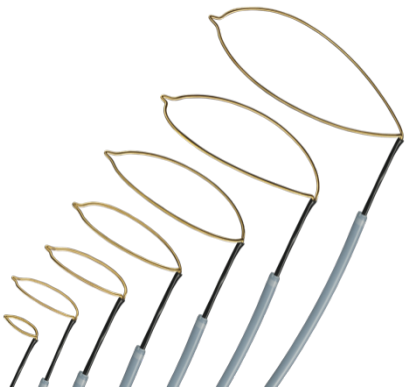


Figura 1. Amplatz GooseNeck® Snare Kit.

Fuente: imagen propiedad de Medtronic.

El desarrollo de esta técnica ha permitido el lanzamiento de sistemas de lazos más complejos, con sistemas de doble captura:

- *Expro Elite Snare*® [6]: Compuesto por una sola pieza y disponible en varios diámetros: 5, 10, 15, 25 y 35 mm.

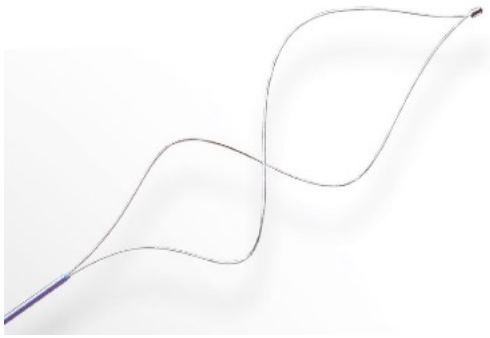


Figura 2. Expro Elite Snare®

Fuente: imagen propiedad de Teleflex.

- *Multi-Snare*® [7]*:* PFM Medical ha desarrollado un lazo "múltiple" que destaca por tener dos planos de captura, ya que además del bucle principal posee una función adicional de recuperación lateral. Existe una versión micro indicada para pequeños vasos distales que puede utilizarse con catéteres de 3F y cuenta con diámetros de 2 y 4 mm. Mientras que las otras versiones amplían la gama con diámetros de 5 y 10 mm (4F), 15 mm (5F); y 20 y 30 mm (6F o superior).

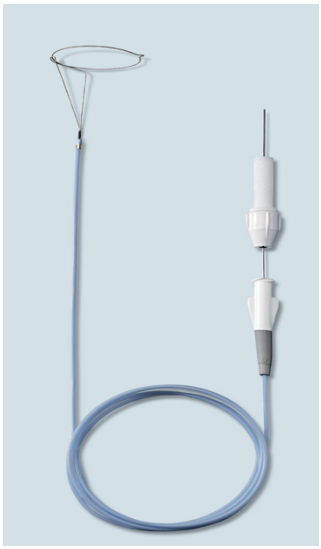


Figura 3. Multi-Snare®.

Fuente: imagen propiedad de PFM Medical.

O triple captura:

- EN Snare® [8]: Dispositivo con tres bucles entrelazos de nitinol recubierto por hebras de platino, su diseño goza de gran flexibilidad y resistencia. Disponible desde 2 mm hasta 45 mm y apto para catéteres de 6 y 7F.

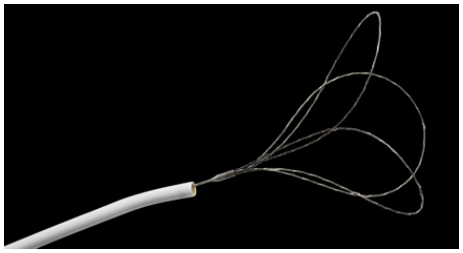


Figura 4. EN Snare®

Fuente: imagen propiedad de Merit Medical.

2. Fórceps intravascular [2-9]

Se trata de un dispositivo de recuperación vascular, compuesto por un mando y un brazo de acero inoxidable trenzado con una pinza distal de agarre. Puede utilizarse a través de catéteres de al menos 3F y tiene una longitud de 120-135 cm.

La recuperación usando este tipo de técnica es viable si el stent se encuentra en la zona proximal de las coronarias principales o en zonas más distales si estas son de buen calibre, aunque no se recomienda como primera opción al ser una técnica agresiva. En ocasiones, se puede emplear como técnica complementaria a otra de primera elección una vez que el material retenido se encuentra en la arteria ilíaca logrando así finalizar su extracción[2].



Figura 5. Fórceps intravascular.

Fuente: imagen propiedad de Cook medical.

2.2 MATERIAL NO ESPECÍFICO

En este grupo se incluyen los dispositivos que, sin haber sido diseñados específicamente para el rescate de CE, por su configuración, pueden ser utilizados de igual forma para su recuperación. Destaca el uso de las cestas o el biotomo cardiaco.

1. Cestas

Su uso es frecuente en las técnicas endoscópicas digestivas o urológicas, sirviendo para la resección de pólipos o la extracción de cálculos. Existen diferentes tipos de cestas en función del número de alambres que posean, su disposición, grosor o dureza[1].

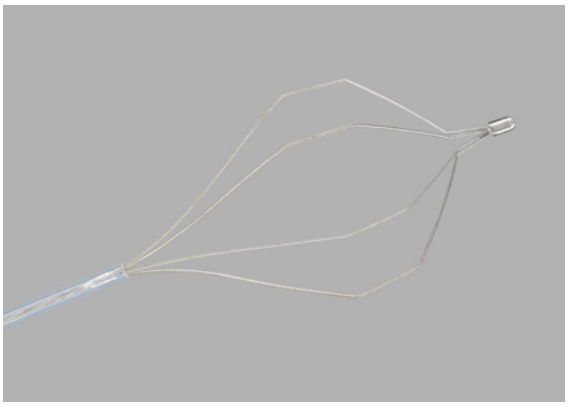


Figura 6. Cesta de recuperación.

Fuente: imagen propiedad de Cook Medical.

2. Biotomo cardiaco

Dispositivo utilizado para la obtención de muestras en las biopsias endomiocárdicas, aunque por su diseño pueden servir para las técnicas de rescate que estamos tratando[10].

Está compuesto por:

- Mango triple anillado que se adapta y asegura la posición del pulgar.
- Catéter, en acero inoxidable o recubierto de teflón, conformable o no conformable y con diferentes configuraciones (recto, pre-curvado, maxi-curvado, etc.).
- Pinza o "mandíbulas de corte", que se abren cuando se tira del anillo central y se cierran al soltarlo atrapando el material perseguido.

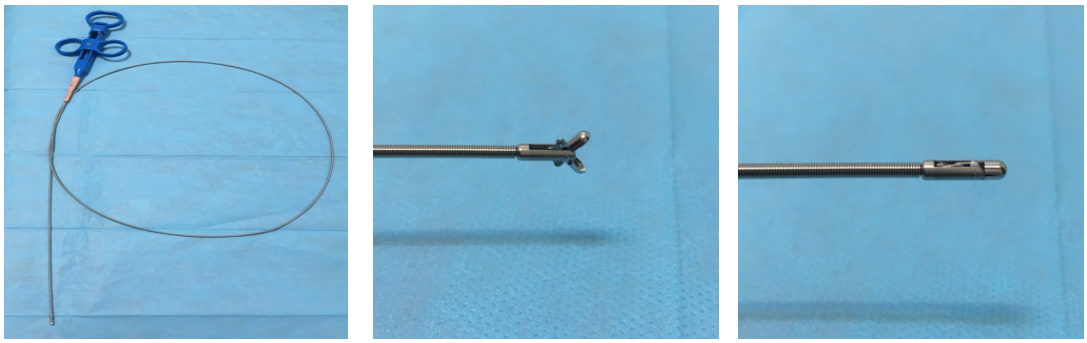


Figura 7. Biotomo endomiocárdico.

2.3 MATERIAL IMPROVISADO[11]

Se trata de instrumentos o dispositivos que no han sido diseñados para la extracción de CE ni tampoco cuentan "a priori" con una configuración apta para ello (balones, guías o catéteres), por lo que requieren ser modificados para este objetivo. Normal-

mente, se recurre a este tipo de técnica cuando, por diversas causas, no disponemos del material específico para tratar de solventar este tipo de contextos, y la necesidad nos obliga a usar la imaginación y valorar la opción del uso de determinados materiales disponibles en la sala que en ningún caso están diseñados para este fin.

Un claro ejemplo sería realizar un "lazo casero": se utilizará una guía metálica de 300 cm de longitud y 0,014"de diámetro (guías típicas de ACTP). Este pequeño calibre permite que la guía entre doblada y progrese a través de un catéter de 4F hasta el CE. Cuando el extremo doblado sale por la punta del catéter no tiende a abrirse si empujamos los dos cabos por igual, pero si sujetamos uno y empujamos, o tiramos del otro, el lazo se abre perfectamente, pudiendo rescatar así algunos materiales extraviados.

La existencia de lazos específicos y el riesgo de fractura de la guía hacen que esta técnica esté en desuso y no se considere una primera elección en estos casos. No obstante, se debe considerar ante la posible falta de material específico.

3. PROCEDIMIENTOS DE RESCATE

3.1 ÁRBOL CORONARIO

El material que se extravía con más frecuencia en las arterias coronarias es el stent con una incidencia del 0,32%[12]. La intervención sobre este va a depender en gran medida de si se encuentra sobre guía o fuera de guía. Por ello, es de gran importancia mantener la posición de la guía intracoronaria dentro del stent y en la lesión, ya que algunas técnicas de recuperación no serán posibles debido a la pérdida inadvertida de la posición de la guía.

Stent sobre guía

La primera opción es intentar implantarlo en una localización no dañina. Si esto no funcionase, se podría retirar inflando un balón de bajo perfil (1,5–2 mm) avanzado de forma distal a 1-2 atm para posteriormente tirar suavemente de ambos hacia el catéter guía. Una vez fijado sobre el balón y el catéter guía, se puede llevar a la arteria iliaca y retirar a través del introductor femoral en bloque. Esta técnica debe abordarse sin ninguna resistencia, daño o acortamiento del stent. Si este no regresa se debe abandonar esta alternativa.

Si las opciones anteriores no se resuelven con éxito, otra opción sería capturarlo usando dos guías enlazadas. Para efectuar esta técnica, debemos avanzar una segunda guía cuidadosamente a través de un strut. Una vez logrado, con la ayuda de un torque pasado entre las dos guías, se debe girar de 15 a 20 vueltas hasta observar que las guías se retuercen cerca del extremo proximal del stent. Todo el conjunto (stent atrapado entre las dos guías trenzadas y catéter guía) se extrae suavemente. Si este se ha capturado correctamente, el catéter guía debe avanzar e intubarse en el ostium al inicio de la extracción. Una vez que llega al nivel del introductor se puede extraer cuidadosamente a través del mismo.

Stent fuera de guía

Se puede aplastar contra la pared coronaria implantando otro en el mismo lugar. A menudo, esta es la opción más rápida y sencilla o la única alternativa para la pérdida de la prótesis en la circulación coronaria, con el riesgo de trombosis que esto conlleva[2].

Otra opción en estos casos sería intentar su recuperación mediante el uso de los dispositivos citados con anterioridad (lazos, cestas, fórceps, biotomo, etc.).

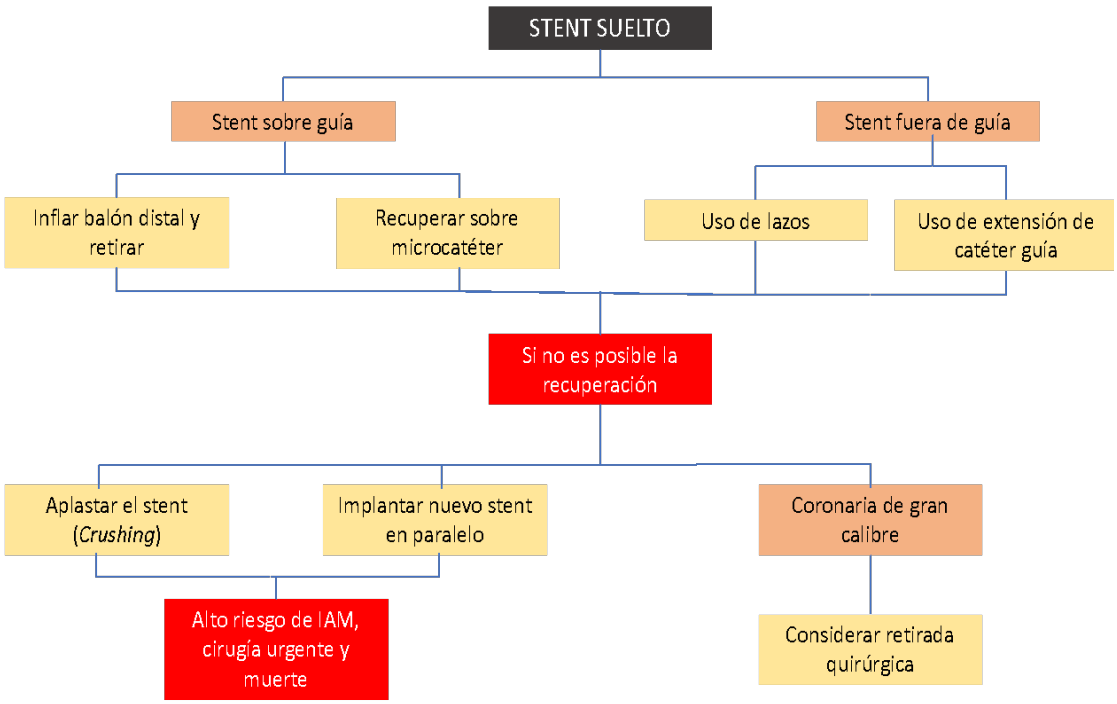


Figura 8. Modificación de J Am Coll Cardiol. Intv 2018;11:1797–810.

3.2 SISTEMA ARTERIAL

Si el CE se ha extraviado en el sistema arterial o se ha conseguido extraer de las coronarias hacia alguna de las ramas aórticas, el objetivo pasa a ser la extracción segura del material a través del introductor, cuyo calibre recomendado es de al menos 6Fr. A continuación, se utilizaría un catéter del calibre y curva más adecuados a la intervención (normalmente Pigtail, Multipropósito, Judkins Derecho 4) avanzándolo hasta la zona donde se encuentra el material a rescatar.

Posteriormente, se procedería al intercambio de la guía de curva J de 0,035" x 260 cm por un lazo, y se intentaría enlazar la punta suelta del material extraño e introducirla en el catéter utilizado. Si no fuese posible, debido al tamaño o a una deformación del material recogido, se intentaría atrapar el material entre el lazo y el catéter extrayéndolo a través del introductor femoral o, como segunda opción, se podría realizar una pequeña incisión quirúrgica o retirar todo el material a la vez. En el caso de que esta intervención no fuese exitosa, podrían utilizarse otros dispositivos de captura.

3.3 SISTEMA VENOSO

El procedimiento es muy similar a la recuperación en el sistema arterial, aunque en este caso los CE suelen quedar alojados en las cavidades cardiacas y el introductor, de al menos 6F, se introduciría por la vena femoral común derecha. El resto del proceso implicaría el uso de los materiales y técnicas de rescate detalladas en el apartado anterior.

4. COMPLICACIONES[1,11]

El desarrollo de dispositivos específicos de rescate, y un mayor manejo de ellos por parte de los profesionales, hacen que las técnicas de recuperación percutáneas sean, por lo general, seguras y con una tasa de éxito por encima del 90%[4,13]. Sin embargo, no están exentas de complicaciones, siendo las más frecuentes:

- Arritmias cardiacas.
- Fragmentación del CE.
- Trauma endovascular, incluyendo la disección o la perforación.
- Embolización.

En caso de que las opciones percutáneas fracasasen, se debería plantear el abordaje quirúrgico para la retirada del CE.

5. CUIDADOS ENFERMEROS

- **Monitorización cardiaca, respiratoria y neurológica:**
  - ✓ Control ECG, TA y FC.
  - ✓ Vigilar coloración y temperatura de la piel.
  - ✓ Controlar FR, ritmo y saturación de O_2.
  - ✓ Vigilar nivel de conciencia, detectar alteraciones mediante la observación y la comunicación.
- **Preparación del paciente e instrumentación siguiendo las normas universales:**
  - ✓ Colaborar en las técnicas que conformen el desarrollo del proceso intervencionista.
  - ✓ Realizar los registros enfermeros requeridos.
  - ✓ Elaborar el informe de cuidados posteriores para la optimización en la continuidad de los cuidados en otras unidades o fases de la hospitalización.
- **Control del contraste administrado:**
  - ✓ Valorar la situación renal del paciente antes del procedimiento.

- ✓ Aplicar medidas para evitar la nefropatía por contraste: sueroterapia e ingesta hídrica.

- **Evitar radiación innecesaria al paciente:**
  - ✓ Adecuar dosis según peso.
  - ✓ Colocar protectores gonadales en niños y mujeres en edad fértil.
- **Vigilar el estado de coagulación del paciente:**
  - ✓ Conocer la medicación administrada y posología.
  - ✓ Conocer parámetros analíticos de hemostasia y coagulación.
  - ✓ Control de ACT para mantener al paciente heparinizado según protocolo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Fernández C, Saralegui A, Ayerbe G, Monteiro CA. Técnicas de rescate de cuerpos extraños. En: Fernández Maese JM, García Aranda FJ, Gómez Fernández M, Ramírez Yáñez Pedro, Rodríguez García-Abad V, Sánchez Hernández EV, coordinadores. *Manual Procedimientos de Enfermería en Hemodinámica y Cardiología Intervencionista.* Madrid: Asociación española de Enfermería en Cardiología; 2014. p. 447-453.
2. De Palma R, Roguelov C, Aminiam A, Muller O, Kabir T, Eeckhout E. *The prevention and management of complications during percutaneous coronary intervention.* Naber C, Baumbach A, Vahanian A. *The PCR-EAPCI Percutaneous Interventional Cardiovascular Medicine Textbook.* 2015. Disponible en: https://textbooks.pcronline.com/the-pcr-eapci-textbook/the-prevention-and-management-of-complications-during-percutaneous-coronary-intervention
3. Vaquero C. *Procedimientos endovasculares.* [Internet] [Consulta el 2 de Julio de 2017]. Disponible en: https://carlosvaqueropuerta.com/wp-content/uploads/2023/11/ProcedimientosEndovasculares.pdf
4. Mariño C, Salinas C, Macedo N. *Extracción de un cuerpo extraño mediante cateterismo cardiaco en paciente neonato prematuro.* Rev. Peru. cardiol.; 2014 Ene-abr; 40 (1): 45-48.
5. Kudumula V, Stumper O, Noonan P, Mehta C, De Giovanni J, Stickley J et al. *Transcatheter Retrieval of Cardiovascular Foreign Bodies in Children: A 15-Year Single Centre Experience.* Pediatr Cardiol. 2017 May 24. [Epub ahead of print]
6. Vascular Solutions. *EXPRO Elite Snare. Instructions for use.* [Internet]. [citado el 26 Septiembre de 2023]. Disponible en: https://www.teleflex.com/usa/en/product-areas/interventional/peripheral-interventions/elite-snares/IA_GEN_Expro-Elite-Snare_DS_MC-003943.pdf
7. PFM Medical. *Multi-Snare.* [Internet]. [Consulta el 26 de septiembre de 2023]. Disponible en: https://www.pfmmedical.com/productcatalogue/index.html?no_cache=1&cid=428&did=m6058&pid=1487&sechash=9f91c827&eID=mfc_filelinks&title=MultiSnare__Product_brochure
8. Merit Medical. *EnSnare. Instructions for use.* [Internet]. [Consulta el 29 Septiembre de 2023]. Disponible en: https://www.merit.com/es/peripheral-intervention/intervention/snares-accessories/en-snare-endovascular-snare-system/
9. Cook Medical. *Vascular Retrieval Forceps.* [Internet]. [Consulta el 26 de Septiembre de 2023] Disponible en: https://www.cookmedical.com/products/di_vrf_webds/

10. Pande A, Sarkar A, Ahmed I, Patil SK. *Retrieval of Embolized Intracardiac Peripherally Inserted Central Catheter Line: Novel Percutaneous Technique by Utilizing a Flexible Biopsy Forceps.* Heart Views. 2015 Oct-Dec; 16(4): 154–157.

11. Villalta M, Gutiérrez MA, Álvarez JM, Garoz B. *Técnicas de rescate de cuerpos extraños.* En: Argibay Pytlik V, Gómez Fernández M, Jiménez Pérez Raquel, Santos Vélez S, Serrano Poyato C, coordinadores. *Manual de Enfermería en Cardiología Intervencionista y Hemodinámica. Protocolos unificados.* Vigo: Asociación Española de Enfermería en Cardiología; 2007. p. 275-280.

12. Giannini F, Candilio L, Mitomo S, Ruparelia N, Chieffo A, Baldetti L et al. *Management of complications during percutaneous coronary intervention*. J Am Coll Cardiol Intv 2018;11:1797–810.

13. Kalińczuk L, Chmielak Z, Dębski A, Kępka C, Rudziński PN, Bujak S et al. *Percutaneous retrieval of centrally embolized fragments of central venous access devices or knotted Swan-Ganz catheters.* Clinical report of 14 retrievals with detailed angiographic analysis and review of procedural aspects. Postepy Kardiol Interwencyjnej. 2016; 12(2): 140–155.

CAPÍTULO X

PROCEDIMIENTOS DE HEMODINÁMICA EN PEDIATRÍA

Asociación Española de
Enfermería en Cardiología

TEMA 47

CATETERISMO CARDIACO IZQUIERDO Y DERECHO PEDIÁTRICO

Juan Andrés Vega Ruiz, Celso Lopezosa Moya, Javier David Pérez Martin, Toñi Burgos

Hospital Regional Universitario de Málaga. Málaga.

1. INTRODUCCIÓN[1,2]

A pesar del auge de los métodos diagnósticos no invasivos y que la hemodinámica pediátrica va encaminada cada vez más al intervencionismo, el cateterismo diagnóstico sigue teniendo un peso importante para evaluar aspectos hemodinámicos y anatómicos de las cardiopatías congénitas.

2. INDICACIONES[2,3,4]

Las indicaciones para un cateterismo diagnóstico pediátrico son:

- Estudio de malformaciones, comunicaciones, fístulas y obstrucciones vasculares, anatómicas o estructurales no bien aclaradas por métodos no invasivos.
- Evaluar un diagnóstico obtenido previamente por métodos no invasivos para proceder a continuación a un cateterismo intervencionista.
- Estudios de pacientes con hipertensión pulmonar.
- Evaluación antes y después del trasplante cardiaco.
- Estudio de pacientes con atresia pulmonar para valorar circulación pulmonar, septo, cavidades derechas, comunicaciones interventriculares y colaterales sistémico-pulmonares y coronarias.
- En cardiopatías congénitas complejas (como la de corazón univentricular) para evaluar su anatomía, calcular resistencias y presiones pulmonares.
- Estenosis pulmonares periféricas, congénitas o residuales posquirúrgicas.
- Estudiar el árbol coronario (enfermedad de Kawasaki o en coronariopatías congénitas).
- En posoperatorios cuando la situación hemodinámica del paciente se complica.

3. CUIDADOS DE ENFERMERÍA EN EL CATETERISMO CARDIACO

3.1 INTRODUCCIÓN

Los cateterismos cardiacos pediátricos presentan unas peculiaridades propias:

- Las edades, pesos y medidas de los pacientes recorren un espectro muy amplio desde días de vida hasta 14-16 años y desde poco más de 1 kg hasta un peso y una talla semejantes a las de un adulto.
- Todos los procedimientos se llevan a cabo bajo anestesia general o sedación.
- La mayoría de los pacientes pediátricos vienen sin vía venosa. El procedimiento habitual es sedarlos en la mesa de Rx con sevoflurano aplicado con mascarilla facial y una vez sedados se les canaliza una vía venosa periférica y se procede a una intubación OT o bien la colocación de una mascarilla laríngea.
- Los accesos para los procedimientos hemodinámicos son femorales tanto venosos como arteriales y en algunos casos se utiliza la vena yugular.
- Las arterias radiales están desaconsejadas no solo por su tamaño, también por el alto riesgo de espasmos. Al terminar el procedimiento se procede a la retirada de los introductores y en la mayoría de casos a compresión.
- Los pacientes pediátricos son muy sensibles a la hipotermia. Necesitando que la sala esté a una temperatura de entre 22 y 24 °C, es necesaria la utilización de mantas térmicas y calentadores para las perfusiones.
- Los tres elementos imprescindibles para un diagnóstico son: poligrafía, angiografía y oximetrías.
- En la sala de cateterismo pediátrico el aparato de Rx normalmente es biplano.

Es fundamental que todas las intervenciones de enfermería que se lleven a cabo tanto con el paciente como con su familia desde el ingreso hasta el alta se realicen de acuerdo con un plan de humanización que garanticen reducir el estrés, el temor y la ansiedad y fomenten un ambiente cálido y acogedor. No solo debemos enfocar los aspectos clínicos del procedimiento, sino que también debemos considerar las necesidades emocionales y psicológicas del paciente y su familia. Ese plan debe incluir:

- Información detallada antes, durante y después del procedimiento tanto al paciente (en la medida que este lo permita) como a su familia.
- Acompañamiento del paciente por parte de la familia hasta el momento de la inducción de la anestesia.
- Generar un ambiente acogedor tanto en la sala de preanestesia como en la sala de hemodinámica.
- Distracción mediante proyección de imágenes o vídeos durante la sedación.

3.2 CUIDADOS PREVIOS AL PROCEDIMIENTO[3]

Cuidados el día del ingreso (al menos 24 horas antes del procedimiento)

Establecer una relación de confianza con el paciente pediátrico y su familia desde el momento del ingreso. Utilizando para ello un entorno agradable y lúdico y empleando un lenguaje claro y empático, explicando todo el circuito del proceso y respondiendo a cualquier pregunta que puedan tener.

- Realizar valoración de enfermería donde consten datos personales, peso, altura y cualquier información relativa a su identificación.
- Antecedentes familiares y personales, calendario de vacunación, alimentación y medicación habitual y cualquier otra condición médica relevante.
- Alergias conocidas.
- Comprobación de la historia clínica incluyendo los consentimientos informados firmados de cardiología y anestesia, analíticas pendientes de extraer, pruebas cruzadas, profilaxis antibiótica, protocolos de protección (renal, diabetes, alergias a contrastes iodados), horario de ayunas y cualquier otra información relevante para el manejo del paciente.
- Colocación al paciente de la pulsera identificativa.
- Verificación de ayunas, incluidos los lactantes.

TABLA 1. Resumen de recomendaciones para reducir el riesgo de aspiración pulmonar[5,6,7]

AYUNAS	SÓLIDOS	LECHE MATERNA	LECHE NO MATERNA	LÍQUIDOS CLAROS (AGUA, ZUMOS)
<6 meses	----------	4 horas	6 horas	2 horas
6-12 meses	6 horas	6 horas	6 horas	2 horas
>2 años	8 horas	----------	6 horas	2 horas

- Baño y aseo del paciente y rasurado de las zonas de acceso quirúrgico.
- Toma de constantes.
- Preparación de la historia clínica verificando analíticas y consentimientos.
- Verificar reserva de cama en recuperación o cuidados intensivos.
- Organizar el traslado del paciente a hemodinámica.

3.3 CUIDADOS EN EL LABORATORIO DE HEMODINÁMICA

Preparación de la sala[2,3]

La preparación de la sala pediátrica tiene ciertas diferencias con respecto a la preparación de una sala de adultos. Indicaremos solo esas diferencias.

- Conocer previamente la edad, peso y diagnóstico de los pacientes.
- Comprobación que la sala está a la temperatura adecuada (entre 22 y 24 °C).
- Encendido y chequeo del sistema de oximetría y comprobar disponibilidad de pipetas o jeringas suficientes.
- Tras la comprobación del desfibrilador seleccionaremos 2 julios/kg en desfibriladores bifásicos.
- Preparación de manta térmica con su correspondiente generador.
- El contraste que usaremos debe ser no iónico, isosmolar y con una concentración de iodo inferior al empleado en adultos, el volumen recomendado en cada inyección es de 1-1,5 cc/kg en cavidades cardiacas y aorta y de 0,5-1 cc/kg en ramas pulmonares. Es habitual la inyección manual usando una jeringa. El suero fisiológico empleado en el sistema de lavado va heparinizado a dosis de 1 U de heparina Na/1 ml de suero fisiológico.
- Cargar una bolsa o jeringa con CO_2 y cerrarla con ayuda de una llave de tres pasos, posteriormente se conectará a un sistema de extracción estéril para poder usarlo para inflar los neumos de los catéteres balón usados en el cateterismo derecho.
- Colocar ambos tubos en posición de trabajo, comprobando que no tropiezan con nada y si fuera necesario (niños de menos de seis kilogramos) se retiran las rejillas Potter Bucky.

Preparación de la mesa quirúrgica diagnóstica[3]

Las diferencias con respecto a la mesa de adultos son:

- El suero empleado en el lavado y purgado de los catéteres está heparinizado a razón de 1 U hepa. Na/1 ml suero fisiológico.
- Alargadera y llave de tres pasos para conectar al reservorio de Co_2.
- Jeringas de 5 ml para lavado y purgado de catéteres[4].
- Cazoleta pequeña y jeringa de 10 ml para inyección manual de contraste.
- Jeringas de 1-2 ml para oximetrías (las necesarias).
- Funda estéril para sonda de eco (punción ecoguiada).
- Material específico para canalizar los accesos venosos y arteriales.

3.4 FUNCIÓN DE LA ENFERMERA DURANTE EL PROCEDIMIENTO[3]

En la sala de recepción

- Recibir al paciente que normalmente va a venir acompañado de sus padres.
- Atender a las solicitudes de los padres e indicarles dónde pueden esperar y recibir la información médica al final del procedimiento.
- Revisar la historia clínica verificando identidad del paciente, consentimientos informados tanto de anestesia como de cardiología pediátrica, verificar ayunas, analíticas y posibles alergias y sangre en previsión.
- Administrar premedicación si así se indicara por parte del anestesista.
- Traslado del paciente a la sala acompañado de uno de sus padres, creando un ambiente lúdico y festivo (globos, proyección de una pelicula en el monitor de la sala, etc.).



Figura 1. Distracción del paciente a la entrada en sala.

Fuente: elaboración propia.

En el laboratorio de hemodinámica[7]

- Asistir al anestesista en la sedación con sevoflurano mediante mascarilla facial y bolsa de ventilación-inducción anestésica.
- Una vez sedado colaborar con el equipo de anestesia para canalizar vía venosa y proceder a monitorización E.C.G., sensor de pulsioxímetro, manguito de presión no invasiva y ayudar en el proceso de IOT o colocación de mascarilla facial, colocación de SNG (si procediera) y monitor de saturación cerebral (también si procediera).
- Encendido de manta térmica (según edad), colocación de E.C.G. de cinco derivaciones y sensor de pulsioxímetro para poligrafía, colocación de rodete bajo las caderas para elevar zona inguinal, colocación de rodete en zona opcipital y protector de radiológico de gónadas.
- Colocar el tubo biplano en posición de trabajo.
- Acondicionar la zona inguinal para la punción, retirada de pañal (si lo hubiese) y limpieza de la zona con agua y jabón.

Poligrafía

Como ya reseñamos anteriormente la poligrafía es un pilar en la hemodinámica pediátrica y el papel del enfermero poligrafista es fundamental. Sus funciones son:

- Llevar a cabo los registros de presiones de las cavidades cardiacas y de los distintos vasos, introducir los resultados de las gasometrías obtenidas durante el procedimiento. Recalcando que la velocidad del E.C.G. es de 50 mms/sg.

Preparación del campo quirúrgico y asistencia durante el procedimiento

Resaltaremos solo las diferencias con el caterismo en adultos:

- Limpieza y desinfección de ambas ingles y en el caso de que fuera necesario la zona yugular, utilizando clorhexidina como antiséptico.
- Al colocar la sábana quirúrgica sobre el paciente, es conveniente que este quede bien tapado para no perder calor corporal.
- Conexión de alargadera y llave de tres pasos estériles a la bolsa reservorio de Co_2
- Colocación de funda estéril a la sonda del ecocardiógrafo para punción ecoguiada de los accesos femorales y yugular.

Una vez finalizado el procedimiento se procede a retirar los introductores y efectuar compresión manual durante 10 minutos y colocar apósitos compresivos, en niños muy pequeños y ante la dificultad para dejar la pierna en reposo el riesgo de sangrado puede aumentar, se recomienda unir ambas piernas mediante un vendaje para impedir el movimiento de la pierna afectada.

Colaborar en el despertar del paciente.

Colaborar en el traslado del paciente a la zona de recuperación o a UCI en caso de intervencionismo o complicación.



Figura 2. Compresión poscateterismo.

Fuente: elaboración propia.

3.5 CUIDADOS POSCATETERISMO

Una vez realizado el cateterismo cardiaco, el paciente pasa a la unidad de recuperación posanestésica o a la UCI, donde se dará continuidad a los cuidados.

4. MATERIAL UTILIZADO EN LOS PROCEDIMIENTOS DIAGNÓSTICOS[3]

Cánulas de punción

Van a depender del tamaño y peso del paciente y de las preferencias del hemodinamista. Van desde las cánulas de punción venosa de los números 18-22, las agujas de punción de los introductores de radial o las cánulas metálicas del 18-20.

Introductores

Son semejantes a los introductores de femoral de adultos, con calibres 4F, 5F y 6F pero sus longitudes son de 7 cm. A veces para intervencionismo se utilizan introductores de femoral de adultos del 7Fr al 9Fr siendo necesario en algunos casos recurrir a disección quirúrgica. En la actualidad están surgiendo los introductores hidrofílicos del tipo Glidesheath Slender de calibre 4-5F, 5-6F y 6-7F, con una longitud de 10 cm. que permiten introducir si fuera necesario catéteres con 1 french mayor sin necesidad de cambiar de introductor.

Guías

- Guías teflonadas entre 0,018 y 0,025 de diferentes longitudes.
- Guías de 0,014 x 190 usadas en adultos para angioplastias coronarias y que en pediatría se usan para sondar fístulas, cruzar comunicaciones e incluso navegar a través de las arterias pulmonares.
- Guías de 0,035 de 180 cm punta en J 1,5 y 0,035 x 260 cm usadas como guías de alto soporte.

Catéteres

- **Berman:** catéteres que disponen de dos luces, una dispone de un balón en el extremo que se utiliza para navegar a favor de flujo y enclavarse en las arteriolas pulmonares, la otra se utiliza para medir presiones y tomar muestras de saturación; también puede utilizarse para hacer pequeños test de contraste con ayuda de una jeringa o pasar una guía que le sirva de apoyo. Hay dos tipos de presión con luz distal que permite pasar una guía y de angiografía con punta ciega y agujeros laterales que permite inyecciones con la inyectora. Los calibres van del 4F al 7F.

- **Swan-Ganz:** catéteres con agujero terminal y balón en el extremo a semejanza de los Berman de presión pero con una luz con un termistor que se conecta a una consola para mediar gasto cardiaco por termodilución y dos luces, una distal para tomar muestras de saturaciones y otra proximal para inyectar suero con el que medir la termodilución.
- ***Pigtail*:** de diferentes longitudes, angulados o rectos, son del 4F y 5F y permiten pasar una guía de 0,035, miden presiones y permiten inyecciones con la inyectora.
- **Catéteres multipropósito tipo MP o NIH con luz distal:** permiten la navegación por cavidades y el intercambio de guías del 4F y 5F. Catéteres judkins de derecha e izquierda 4F y 5F. Catéteres mamaria, vertebrales, hidrofílicos 4F y 5F.
- **Catéteres con curvas especiales:** procedentes de Rx vascular como los UF, Simmons, Cobra.

5. CATETERISMO PEDIÁTRICO DIAGNÓSTICO[8]

En cardiopatía congénita cada estructura se debe reconocer con base en una morfología propia y llevar a cabo un seguimiento de los grandes vasos para averiguar a qué cavidades están conectados y cuál es su función exacta[7].

Como ejemplo utilizamos la cardiopatía de ventrículo único, en la que uno de los dos ventrículos puede no existir o ser hipoplásico. Su solución es quirúrgica y paliativa y el objetivo es aliviar la presión sobre el ventrículo funcionante, normalmente el derecho (patología del ventrículo izquierdo hipoplásico). Se realiza en varias etapas, de las cuales las dos más destacadas son:

- **Cirugía de Glenn bidireccional[9]:** conexión de la vena cava superior con la arteria pulmonar derecha y se realiza en torno a los seis meses de vida. El cateterismo diagnóstico previo a esta cirugía no es imprescindible, siendo la anatomía y el tamaño de las ramas pulmonares bien definida por el uso de TAC, resonancia magnética, etc.
- **Cirugía de Fontan[10]:** conexión de la vena cava inferior con la rama pulmonar derecha. Es la última fase de la corrección quirúrgica, en este caso sí se aconseja la realización de un cateterismo diagnóstico previo a la cirugía ya que es importante calcular las resistencias vasculares pulmonares, lo que va a permitir descartar a aquellos pacientes que no sean buenos candidatos a cirugía y poder tomar con ellos otras medidas encaminadas a mejorar su evolución.

El cateterismo se realiza en los seis meses previos a la cirugía y entre los 18 meses y los 5 años de vida.

OBJETIVO

- Registrar presiones y tomar oximetrías, permite calcular los flujos pulmonar y sistémico y las resistencias vasculares pulmonares.

- Estimar la presión en el Fontan (punción yugular hasta VCS).
- Realizar angiografías y estudiar la anatomía del árbol pulmonar, medir el diámetro y calcular los índices de Nakata y Mcgoon. Índices necesarios para valorar si el tamaño de las ramas pulmonares es adecuado para realizar la cirugía.
- Evaluar la función ventricular, la presencia y grado de insuficiencia de las válvulas AV y conocer la presión telediastólica del ventrículo sistémico.
- Buscar circulación colateral (aortopulmonar, venovenosa, arteriovenosa pulmonar).
- Realizar o planificar un intervencionismo percutáneo encaminado a mejorar la evolución posoperatoria.

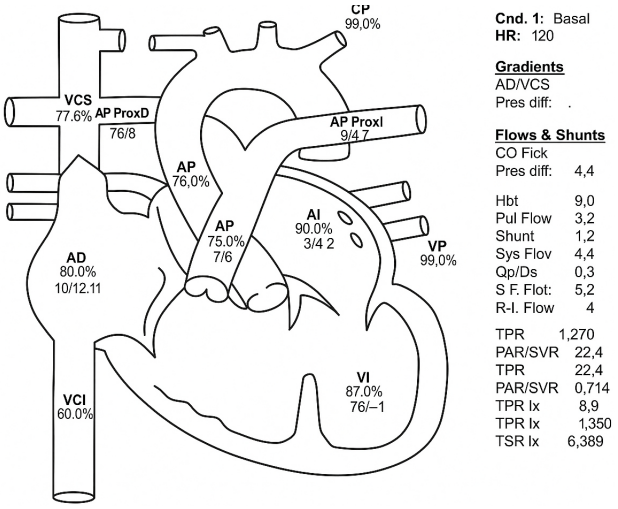


Figura 3. Esquema de corazón univentricular intervenido con técnica de Glenn[9]. Se observa la inserción de la VCS en la APD y la presencia de un único ventrículo funcionante.

Fuente:

*** TABLA 2. Registro de presiones y oximetrías durante el procedimiento[3]**

CAVIDAD	PRESIÓN	OXIMETRÍA
Vena cava superior		X
Art. pulmonar derecha	S/D/M	X
Art. pulmonar izqda	S/D/M	X
Pcp. derecha	A/V/M	
Pcp. izquierda	A/V/M	
Aurícula derecha	A/V/M	X
CAVIDAD	**PRESIÓN**	**OXIMETRÍA**
Aurícula izquierda	A/V/M	X
Vena pulmonar		
Ventrículo sistémico	S/D/Td	X
Aorta ascendente	S/D/M	X
Aorta descendente	S/D/M	X
Vena cava inferior		X

La presión media en arteria pulmonar (PMAP) > 15 mmHg o la PTDV > 12 mmHg se asocian con incremento de estancias mayores en UCI y complicaciones posoperatorias[10,11].

- Cálculo de las resistencias vasculares pulmonares (RVP):
  - ✓ Presión arteria pulmonar media = (PAMP) / Gasto cardiaco (G.C.)
- **Índice de Nakata:** área APD + área API / superficie corporal en mm^2/m^2
  - ✓ Valor normal 150 $^{+}/_{-}$ 30 mm^2/m^2
- **Índice de Mcgoon:** diámetro APD + diámetro API / diámetro Ao a nivel de diafragma.

TABLA 3. Cateterismos diagnósticos pediátricos[3]

ÍNDICE DE MCGOON	
>2	Normal
1,8-2	Hipoplasia leve
1,5-1,8	Hipoplasia moderada
<1,5	Hipoplasia grave

- APD: arteria pulmonar derecha, API: arteria pulmonar izquierda, Ao: aorta.
- PMAP: presión media de arteria pulmonar, PTDV: presión telediastólica ventrículo funcionante.

Material usado durante el procedimiento[3]

- Introductores[3]: arteria femoral (4-5Fr), vena femoral + vena yugular (5-6Fr).
- Catéter de presión con balón para registrar presiones pulmonares y extraer muestras de sangre para oximetrías. Catéteres con balón y punta ciega para angiografías pulmonares (en su defecto catéteres *pigtail*).
- Catéteres *pigtail* para toma de presiones y muestras de sangre para oximetrías y angiografías en el lado izquierdo del corazón.
- Guías teflonadas de 0,018”-0,035” y si fuera necesario guías de angioplastia coronaria de 0,014”.

Catéteres MP, AMI para realizar angiografía de la arteria mamaria interna.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ballesteros Tejerizo F, Coserría Sánchez F, Freixa X, et al. *Registro Español de Intervencionismo en Cardiopatía Congénita*. II informe oficial de la ACI-SEC y el GTH-SECP (año 2021). REC Interv Cardiol. 2023;5(3). [consultado jul-sept 2023]. Disponible en: https://secardiologia.es/blog/rec-interventional-cardiology/14411-registro-español-de-intervencionismo-en-cardiopatias-congenitas
2. Alcíbar Villa J, García Fernández E, Gutiérrez-Larraya Aguado E, et al. Guías de actuación clínica de la Sociedad Española de Cardiología. Requerimientos y equipamiento de las técnicas invasivas en cardiología pediátrica. Cateterismo diagnóstico: indicaciones. Rev Esp Cardiol. 1999;52(9):688-707.
3. Plaza Hernández MI, López Reusch S. Cateterismos diagnósticos pediátricos. En: Manual de procedimientos de enfermería en hemodinámica y cardiología intervencionista. 2014. Tema 44:391-399. Disponible en: https://enfermeriaencardiologia.com/publicaciones/manuales
4. Maroto Monedero C, Herráiz Sarachaga I, Zabala Argüelles JI. Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología en las cardiopatías congénitas más frecuentes. Rev Esp Cardiol. 2001;54:67-82. Disponible en: https://www.revespcardiol.org/es-guias-practica-clinica-sociedad-espanola-articulo-13021
5. Academy of Breastfeeding Medicine (ABM). Protocolo clínico ABM #7: Recomendaciones para ayunas previas a procedimientos en bebés lactantes (revisión 2012). Breastfeed Med. 2012;7(3). Disponible en: https://e-lactancia.org
6. American Society of Anesthesiologists (ASA). Practice guidelines for preoperative fasting and the use of pharmacologic agents to reduce the risk of pulmonary aspiration: an updated report by the ASA (2017). Anesthesiology. 2017;126(3):376-393.
7. Ibarra ML, Sánchez Carralero M, Carpintero F, et al. Anestesia pediátrica en cirugía mayor ambulatoria. Complejo Hospitalario de Albacete. 2011. Disponible en: https://www.chospab.es/area_medica/anestesesia_reanimacion/protocolos/ANESTESIA_PEDIATRICA_EN_CMA.pdf
8. Asociación Española de Pediatría (AEPED). *Cardiología pediátrica para residentes de pediatría* [Internet]. Madrid: AEPED; [citado Fecha de acceso]. Disponible en: https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/cardiologia_pediatrica_para_residentes_de_pediatria.pdf
9. Fernández Pineda L, Cazaniga M, Villagrá F, et al. La operación de Glenn bidireccional en 100 casos con cardiopatías congénitas complejas: factores determinantes del resultado quirúrgico. Rev Esp Cardiol. 2001;54:1061-1074. Disponible en: www.revespcardiol.org/es-la-operacion-glen-bidireccional-100-articulo-13017796
10. Mendoza A, Albert L, Ruiz E, et al. Operación de Fontán. Estudio de los factores hemodinámicos asociados a la evolución postoperatoria. Rev Esp Cardiol. 2012;65(4):356-362. Disponible en: www.revespcardiol.org/es-operacion-fontan-estudio-factores-hemodinamicos-articulo-S0300893212000334

TEMA 48

ESTUDIO HIPERTENSIÓN PULMONAR EN PEDIATRÍA

Celso Lopezosa Moya, Javier David Pérez Martin, Toñi Burgos

Unidad de Hemodinámica y Cardiología Intervencionista del
Hospital Regional Universitario de Málaga. Málaga.

1. INTRODUCCIÓN

La hipertensión pulmonar pediátrica (HPP) puede estar presente en cualquier edad, desde recién nacidos hasta niños más mayores. Si bien en cierto que la HPP tiene aspectos similares a la hipertensión pulmonar (HP) en adultos, a su vez tiene múltiples diferencias importantes en cuanto a la epidemiología, etiología (siendo esta multifactorial), base genética, estrategia diagnóstica y terapéutica; por todo esto tiene que estar ajustada a la edad. Otro aspecto a tener en cuenta es el daño al desarrollo de la circulación pulmonar en las fases fetal, neonatal y pediátrica[1,2].

Por todo esto y por los últimos cambios introducidos en la guía ESC/ERC sobre el diagnóstico y el tratamiento de la hipertensión pulmonar 2022, vemos la necesidad de desarrollar un tema de la hipertensión pulmonar pediátrica.

2. DEFINICIÓN GENERAL

Es una disfunción del endotelio arterial pulmonar, donde las arterias pulmonares están estrechas o engrosadas y se estrechan con el tiempo. Hay niños que nacen con este problema, conlleva un aumento de la presión y resistencia vascular pulmonar. El aumento de la poscarga del ventrículo derecho desarrolla una disfunción ventricular e insuficiencia cardiaca[1,2,3] **(Figura 1)**.

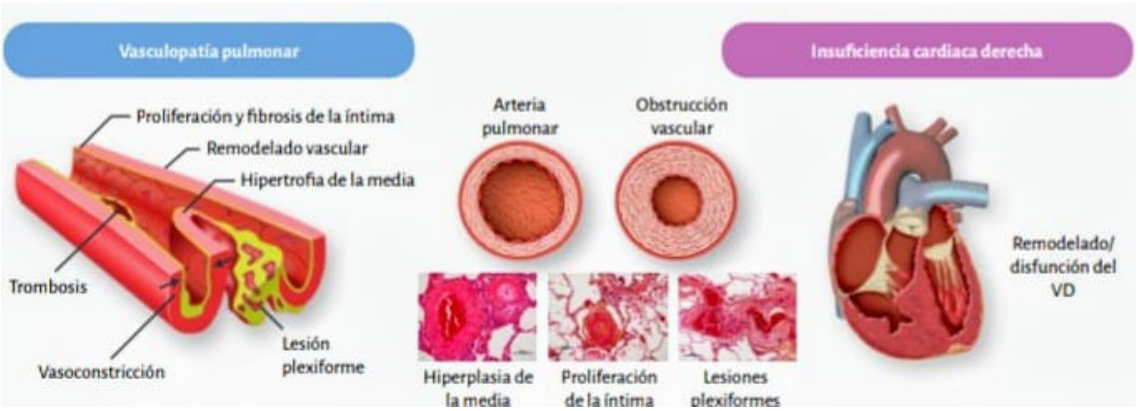


Figura 1. Imagen recuperada[1].

3. DEFINICIÓN HEMODINÁMICA Y CLASIFICACIÓN

3.1 DEFINICIÓN HEMODINÁMICA

Una de las propuestas más importantes del Sexto Simposio Mundial de Hipertensión Pulmonar 2018 (WSPH) fue la revisión de la definición hemodinámica de la hipertensión pulmonar. Definición que ya viene reflejada en la guía ESC/ERC sobre diagnóstico y tratamiento de la hipertensión pulmonar publicada en 2023[1-4].

La definición de hipertensión pulmonar en niños mayores de 3 meses ha sido siempre similar a la de los adultos, actualmente se redefine como presión arterial pulmonar media (PAPm) >20 mmHg tanto en adultos como en niños. Se define por la evaluación hemodinámica mediante la realización de un cateterismo cardiaco derecho y la estimación de la presión arterial pulmonar media (PAPm) en reposo. En este simposio se modificó **el punto de corte de la PAPm de 25 mmHg por 20 mmHg**. La presión arterial pulmonar media (PAPm) en reposo es de 14mmHg +/- 3 mmHg[1,2].

Se considera hipertensión arterial pulmonar (precapilar) a la PAPm >20mmHg, presión enclavamiento pulmonar (PCP) ≤15mmHg y la resistencia vascular pulmonar (RVP) ≥3 UW[1,2].

PAPm > 20 mmHg + PCP ≤ 15 mmHg y RVP ≥ 3UW (UNIDADES WOOD)

Combinando estos valores de corte se establecen varias definiciones hemodinámicas de hipertensión pulmonar, y así podemos definir y diferenciar la hipertensión arterial pulmonar precapilar de la poscapilar[1-4] **(Tabla 1)**.

TABLA 1. Definición de hipertensión arterial pulmonar basada en parámetros hemodinámicos para niños mayores de 3 meses de edad

DEFINICIÓN	CARACTERÍSTICAS HEMODINÁMICAS
Hipertensión arterial pulmonar.	PAPm > 20 mmHg.
Hipertensión arterial pulmonar (precapilar). Grupos 1, 3, 4 y 5 de la clasificación.	PAPm > 20 mmHg + PCP ≤ 15 mmHg y RVP ≥ 3 UW.
Hipertensión arterial pulmonar (poscapilar). Grupos 2 y 5 de la clasificación.	PAPm > 20 mmHg + PCP > 15 mmHg y RVP < 3 UW.
Hipertensión arterial pulmonar combinada (precapilar + poscapilar). Grupos 2 y 5 de la clasificación.	PAPm > 20 mmHg + PCP > 15 mmHg y RVP ≥ 3 UW.

Se excluye a los niños menores de 3 meses de estas definiciones, ya que la hipertensión arterial pulmonar persistente en el neonato se caracteriza por una resistencia vascular pulmonar elevada y mantenida tras el nacimiento en lugar del descenso rápido que tendría que suceder tras el inicio de la respiración. Esta resistencia aumentada provoca hipertensión de la arteria pulmonar produciendo cortocircuitos de derecha a izquierda de sangre no oxigenada a través del conducto arterioso y foramen oval con hipoxemia severa y acidosis secundaria[1,2,5].

3.2 CLASIFICACIÓN CLÍNICA DE LA HIPERTENSIÓN PULMONAR

TABLA 2. Clasificación clínica de la hipertensión pulmonar[1-4]

CLASIFICACIÓN DE LA HIPERTENSIÓN PULMONAR
GRUPO 1. HIPERTENSIÓN ARTERIAL PULMONAR (HAP)
1.1. Idiopática (HAPI). 1.1.1. No respondedores a pruebas de vasorreactividad. 1.1.2. Respondedores agudos a pruebas de vasorreactividad. 1.2. Hereditaria (HPAH). 1.3. Asociada a drogas y toxinas. 1.4. Asociada a: 1.4.1. Enfermedad del tejido conectivo. 1.4.2. Infección por VIH. 1.4.3. Hipertensión portal. 1.4.4. Cardiopatías congénitas (CC). 1.4.5. Esquistosomiasis. 1.5. HAP con características de afectación venosa o capilar (EVOP/HCP). 1.6. HP persistente del neonato.
GRUPO 2. HP SECUNDARIA A CARDIOPATÍA IZQUIERDA
2.1. Insuficiencia cardiaca. 2.1.1. Con fracción de eyección conservada. 2.1.2. Con fracción de eyección media o ligeramente disminuida. 2.2. Valvulopatías. 2.3. Entidades cardiovasculares congénitas o adquiridas que causan HP poscapilar.
GRUPO 3. HP SECUNDARIA A ENFERMEDADES PULMONARES O HIPOXIA
3.1. Enfermedad pulmonar obstructiva o enfisema. 3.2. Enfermedad pulmonar restrictiva. 3.3. Enfermedad pulmonar con patrón mixto restrictivo y obstructivo. 3.4. Síndromes de hipoventilación. 3.5. Hipoxia sin enfermedad pulmonar (por ejemplo, gran altitud). 3.6. Enfermedades del desarrollo pulmonar.
GRUPO 4. HP ASOCIADA A OBSTRUCCIONES ARTERIALES PULMONARES
4.1. HP tromboembólica crónica. 4.2. Otras obstrucciones arteriales pulmonares.
GRUPO 5. HP DE MECANISMO DESCONOCIDO O MULTIFACTORIAL
5.1. Trastornos hematológicos. 5.2. Trastornos sistémicos. 5.3. Trastornos metabólicos. 5.4. Insuficiencia renal crónica con o sin hemodiálisis. 5.5. Microangiopatía pulmonar trombótica tumoral. 5.6. Mediastinitis fibrosante.

La hipertensión arterial pulmonar más frecuente en niños corresponde al grupo 1, dentro de este el 82% es hipertensión pulmonar transitoria del recién nacido, por su naturaleza es transitoria y autolimitada. En el resto de causas más comunes en niños son la HAPI, la HAPH o la HAP asociada a cardiopatía congénita (CC)[1].

Aproximadamente el 34-49% de niños con hipertensión pulmonar es debida a enfermedades del desarrollo pulmonar (displasia broncopulmonar, hernia diafragmática, etc.) que se incluyen dentro del grupo 3 de hipertensión pulmonar[1,2].

Se debe tener en cuenta además que la hipertensión pulmonar pediátrica se asocia a menudo con anomalías cromosómicas, genéticas y sindrómicas[1].

4. DIAGNÓSTICO

Está indicado hacer un diagnóstico escalonado y completo, incluidos cateterismo cardiaco derecho (CCD) y prueba de vasorreactividad aguda; tenemos que tratar a los pacientes pediátricos en centros de hipertensión pulmonar con experiencia específica en hipertensión pulmonar pediátrica para establecer diagnóstico, etiología, evaluar la severidad, pronóstico, reactividad, grado de repercusión en el ventrículo derecho, implementar tratamiento adecuado (similar a los adultos, pero adaptado al niño).

Para niños con HAPI/HAPH (grupo 1) se recomienda la prueba de vasorreactividad aguda con el objetivo de identificar a los pacientes que pueden beneficiarse del tratamiento.

El diagnóstico de la hipertensión pulmonar debe ser escalonado, cuando estamos ante síntomas como disnea de esfuerzo, dolor precordial, presíncope y síncope, este último más frecuente en pediatría que en adultos, historia familiar de hipertensión pulmonar, síndromes genéticos asociados o examen físico compatible con hipertensión pulmonar. Se solicitará electrocardiograma, radiografía de tórax y ecocardiograma Doppler color. El ecocardiograma es el método de elección no invasivo para la detección de HP, ya que permite cuantificarla, realizar aproximación al diagnóstico etiológico, estimar su gravedad, evaluar la repercusión sobre el ventrículo derecho, detectar factores pronósticos y realizar seguimiento del paciente[1,3,4].

Para la determinación directa de la presión arterial pulmonar se realiza un cateterismo cardiaco derecho, en el cual se realizan mediciones de presiones y saturaciones, cálculo del gasto cardiaco y resistencia pulmonar. Y prueba de vasorreactividad pulmonar.

TABLA 3. Recomendaciones sobre la hipertensión pulmonar pediátrica[1]. Nivel de evidencia y clase de recomendación

RECOMENDACIONES	CLASE	NIVEL
NIÑOS		
Se recomienda realizar un diagnóstico completo, incluidos CCD y prueba de vasorreactividad aguda, y tratar a los pacientes pediátricos en centros de HP con experiencia específica en la HP pediátrica.	I	C
Para niños con HP se recomienda una estrategia integral para confirmar el diagnóstico y la etiología específica (similar a los adultos pero adaptada a la edad).	I	C
Se recomienda el CCD para confirmar el diagnóstico de HP, preferiblemente antes de iniciarse el tratamiento para la HAP.	I	C
Para niños con HAPI/HAPH se recomienda la prueba de vasorreactividad aguda con el objetivo de identificar a los pacientes que pueden beneficiarse del tratamiento con calcioantagonista.	I	C
Se recomienda definir una respuesta positiva a la prueba de vasorreactividad aguda similar en adultos y niños como una reducción de la PAPm ≥ 10 mmHg para alcanzar un valor absoluto de PAPm ≤ 40 mmHg, con un gasto cardiaco aumentado o sin cambios.	I	C
Para niños con HAP se recomienda una estrategia terapéutica basada en la estratificación del riesgo y en la respuesta al tratamiento, extrapolada de la que se aplica a los adultos pero adaptada a la edad.	I	C
Se recomienda monitorizar la respuesta al tratamiento de los niños con HAP mediante la evaluación seriada de datos clínicos, ecocardiográficos, marcadores bioquímicos y tolerancia al ejercicio.	I	C
Alcanzar y mantener un perfil de riesgo bajo se debe considerar como una respuesta adecuada al tratamiento de los niños con HAP.	IIa	C

RECOMENDACIONES	CLASE	NIVEL
NEONATOS Y NIÑOS DE CORTA EDAD		
Se recomienda el cribado de la HP en niños con displasia broncopulmonar.	I	B
Para neonatos y niños de corta edad con riesgo o displasia broncopulmonar y HP confirmada, se recomienda tratar la enfermedad pulmonar –incluida la hipoxia, aspiración y enfermedad estructural de vías aéreas– y optimizar el apoyo respiratorio antes de iniciar el tratamiento de la HAP.	I	B
Para neonatos y niños de corta edad, se debe considerar una estrategia diagnóstica y terapéutica distinta de la empleada en niños de más edad o en adultos dada la frecuente asociación de la HP con enfermedades del desarrollo parenquimatoso y vascular pulmonar.	IIa	C

5. PROCEDIMIENTO, MATERIAL Y TÉCNICA

La evaluación hemodinámica con el cateterismo cardiaco derecho es la prueba de referencia para la hipertensión pulmonar pediátrica, es la herramienta que nos permite diferenciar en una hipertensión pulmonar precapilar (grupo 1, 3, 4, 5) e hipertensión pulmonar poscapilar (grupo 2).

5.1 PROCEDIMIENTO

Al tratarse de niños, estos procedimientos se realizan con anestesia general, descrita en el tema de cateterismo diagnóstico derecho. Haciendo un exquisito cuidado sobre situaciones que puedan desencadenar estrés en el paciente, como puede ser el dolor, frío, ruido; todo esto puede desencadenar crisis de hipertensión pulmonar. Cuanto más pequeño sea el paciente más riesgo de peligro tiene.

Primero se realiza un cateterismo diagnóstico derecho, descrito ampliamente en el tema de cateterismo diagnóstico pediátrico para establecer el diagnóstico de HPP, donde se debe establecer:

PAPm > 20 mmHg + PCP ≤ 15 mmHg y RVP ≥ 3 UW

Al estar ya descrito este procedimiento en otros temas de este libro, solo haremos referencia a lo más específico para hacer este diagnóstico en pediatría.

5.2 MATERIAL

Estará preparado todo el material habitual para el cateterismo derecho pediátrico, al que se le incluirá el material específico, como es:

- Catéter monitorización de presión dirigido por flujo, tipo Swan-Ganz o Berman **(Figura 2)** pudiendo ser de 4-5-6 French (Fr).

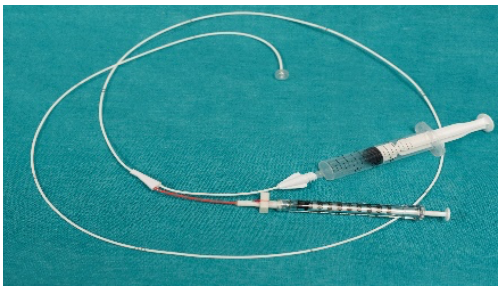


Figura 2. Swan-Ganz.

Fuente: imagen propia.

5.3 TÉCNICA

Descrita en el tema de cateterismo derecho pediátrico.

Tan solo hay que hacer mención a la importancia de realizar una buena calibración del cero de referencia abriendo el sistema al exterior, tenemos que tener una referencia

correcta para la medida de las cavidades derechas, ya que la medida que nos permite clasificar la HPP es la PAP Y PCP[3].

6. PRUEBA DE VASORREACTIVIDAD VASCULAR PULMONAR

Una vez confirmada la hipertensión pulmonar, está indicado realizar el test de vasorreactividad pulmonar, teniendo como objetivo establecer la reversibilidad de esta y su tratamiento[1,4,7].

Los compuestos recomendados para la prueba de vasorreactividad son el óxido nítrico inhalado, iloprost inhalado y epoprostenol intravenoso. La adenosina intravenosa en la última guía no se recomienda debido a los frecuentes efectos secundarios.

Siendo la droga de elección en niños el óxido nítrico inhalado (iNO) junto con FiO^2 al 100%[1,2].

El óxido nítrico inhalado actúa como vasodilatador pulmonar selectivo, relaja el músculo liso endotelial y dilata las arteriolas pulmonares, lo que aumenta el flujo sanguíneo pulmonar, se inactiva antes de alcanzar la circulación sistémica, tiene escasos efectos secundarios. La dosis inicial es entre 10-20 ppm, se va incrementando de 20 ppm en 20 ppm hasta una dosis máxima de 80 ppm durante 10 minutos y se reduce en función del efecto.

Transcurridos los cuales se procede a realizar el registro de mediciones.

Haremos un nuevo registro de presiones, pero con FIO_2 al 100% más óxido nitroso inhalado al 20 ppm **(Tabla 4)**.

El test finaliza si alcanzamos una respuesta positiva, si se alcanza la dosis máxima de droga administrada o si tenemos efectos secundarios como una caída brusca de la tensión arterial.

6.1 INTERPRETACIÓN DEL TEST

Se considera positivo si presenta una reducción de la PAPm ≥ 10 mmHg y alcanza un valor absoluto de la PAPm ≤ 40 mmHg con un gasto cardiaco aumentado o sin cambios[1-3,4].

Una vez que hemos dada por concluida la prueba, retiramos catéteres e introductores, procedemos a la compresión manual de la vena femoral durante al menos 10 minutos, y colocación de vendaje compresivo.

Según edad y patología del paciente pediátrico se procede a despertarlo y desintubarlo o se lleva intubado a la sala de reanimación, UCI pediátrica, etc. En todo este proceso colaboraremos con el anestesiólogo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Humbert M, Kovacs G, Hoeper MM, et al. 2022 ESC/ERS *Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension* [published correction appears in Eur Heart J. 2023 Apr 17;44(15):1312. doi: 10.1093/eurheartj/ehad005.]. Eur Heart J. 2022;43(38):3618-3731. doi: 10.1093/eurheartj/ehac2372-
2. SEC Working Group for the 2022 ESC/ERS guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension and SEC Guidelines Committe. Comments on the 2022 ESC/ERS guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension. Rev Esp Cardiol (Engl Ed). 2023;76(5):294-300. doi: 10.1016/j.rec.2022.11.001
3. San Román Calvar JA. De la Fuente Galán L, Amat-Santos I. Manual actualizado de cateterismo cardiaco derecho. Edición 2018.
4. Escribano Subías P, Cruz Utrilla A. Protocolo de actuación en hipertensión pulmonar hospital universitario 12 de octubre; 2022.
5. Moreno Valera MJ, Guillén Rodríguez I, Martín Talavera M. *Manual clínico: Hipertensión pulmonar persistente en el recién nacido* [Internet]. Hospital Virgen del Rocío; 2023 [citado [fecha de acceso]]. Disponible en: https://manualclinico.hospitaluvrocio.es
6. Fernández JM, García FJ, Gómez M, et al. *Manual de procedimientos de enfermería en hemodinámica y cardiología intervencionista, sociedad española de enfermería en cardiología.* Asociación Española de Enfermería en cardiología.2014.
7. Agencia española de medicamentos y productos sanitarios su web www.aemps.gob.es

TEMA 49

ATRIOSEPTOSTOMÍA DE RASHKIND

Luis Mariano Sandonís Ruiz, María Jesús Furones Guerra, Laura Agüera Erausquin, María Esther Salcedo Aranguren, Rosalía Incera Muela, Fernando Gómez López

Hospital Universitario de Cruces. Baracaldo.

1. INTRODUCCIÓN

La atrioseptostomía de Rashkind es un procedimiento cardiológico intervencionista que se realiza generalmente de forma emergente a neonatos principalmente con cardiopatías congénitas cianosantes. Consiste en la apertura de una comunicación interauricular por rotura de la fosa oval con un catéter balón, permitiendo el paso y la mezcla de sangre entre ambas aurículas y, por lo tanto, mejorando sustancialmente la saturación de oxígeno a nivel sistémico[1].

Esta técnica va a permitir la estabilización hemodinámica del recién nacido y es en sí misma una medida paliativa "puente" para que posteriormente se pueda realizar la correspondiente corrección quirúrgica[2].

Fue realizada por primera vez en 1966 por Rashkind y Miller mediante cateterismo cardiaco en tres niños con transposición de grandes arterias (TGA) que sufrían hipoxia grave por la presencia de circulaciones separadas en los circuitos pulmonar y sistémico[3] **(Figura 1)**.

Esta intervención marcó un hito en la cardiología mundial al ser el primer procedimiento intervencionista cardiaco en la edad pediátrica. En la actualidad continúa realizándose de forma habitual en las salas de hemodinámica bajo fluoroscopia o en las unidades de cuidados intensivos neonatales (UCIN) con control ecocardiográfico y, aunque han mejorado sensiblemente los materiales, no se han producido grandes variaciones en la técnica a pesar del tiempo transcurrido.

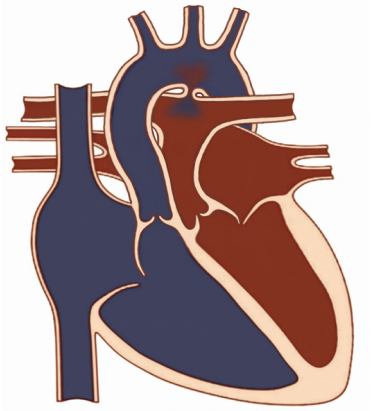


Figura 1. Transposición de grandes arterias.

Fuente: elaboración propia.

2. INDICACIONES

La septostomía auricular con globo está indicada en el recién nacido o lactante menor con cardiopatías congénitas graves que cursan con el septo interauricular intacto, y en los que una mejor mezcla de la sangre venosa sistémica y venosa pulmonar beneficiaría su oxigenación, el gasto cardiaco o ambos. También estaría indicada en patologías donde es necesario disminuir la presión venosa capilar pulmonar (PCP)[4,5] **(Tabla 1)**.

El uso de las prostaglandinas resulta útil para mantener la permeabilidad del conducto arterioso, esto ha permitido reducir la necesidad emergente del Rashkind en neonatos con baja saturación de oxígeno preductual o en aquellos en los que por algún motivo hay que retrasar la cirugía correctora de su cardiopatía[2,6].

TABLA 1. Indicaciones de la septostomía auricular con globo

INDICACIÓN	CARDIOPATÍA CONGÉNITA
Aumentar la saturación de oxígeno.	Transposición de grandes arterias simple (TGA)*
Aumentar el gasto cardiaco.	Drenaje venoso pulmonar anómalo.
Aumentar saturación y gasto cardiaco.	Atresia tricuspídea. Ventrículo derecho hipoplásico.
Disminuir la presión venosa capilar pulmonar.	Transposición de grandes arterias con comunicación interventricular (TGA+CIV). Atresia mitral. Atresia pulmonar septo íntegro (APSI). Ventrículo izquierdo hipoplásico.

* Cardiopatía congénita más frecuente para la indicación de septostomía auricular con globo[7].

3. MATERIAL. DESCRIPCIÓN Y PREPARACIÓN

Como cualquier cateterismo realizado a un paciente pediátrico, lo haremos bajo anestesia general, por lo que precisaremos de un respirador mecánico de anestesia.

Además, en la sala de hemodinámica, dispondremos del equipo de Rx, bomba inyectora de contraste, polígrafo para monitorizar las constantes vitales, registro de presiones y cálculos hemodinámicos, aparato de oximetrías, bombas de perfusión de medicamentos, ecógrafo, desfibrilador con palas pediátricas y carro de paradas[8].

Es importante colocar encima de la mesa de Rx una manta térmica radiotransparente para evitar la pérdida de calor, ya que, en este periodo, los neonatos no son capaces de mantener por sí mismos su temperatura corporal[8].

Utilizaremos un paquete quirúrgico de hemodinámica estándar, el cual contiene campos estériles, gasas, compresas, batas y guantes estériles, cazoletas estériles para

suero de lavado o medicación, jeringas de diferentes volúmenes, hoja de bisturí, protectores de plástico estériles para la mampara de protección contra la radiación dispersa, para el intensificador de imagen, así como para poder manejar de forma estéril la pantalla de escopia o el foco de luz sobre el campo estéril.

A este kit, le añadiremos el **material específico para la realización del Rashkind**:

- Introductor para la canalización de la vena. Será de al menos 1Fr mayor que el catéter de Rashkind que vayamos a utilizar.
- Catéter balón de atrioseptostomía o de Rashkind **(Figura 2)**. Disponible en dos tamaños: 4Fr utilizado para neonatos menores de 3 kg de peso y el de 5Fr para los bebés que pesen más de 3 kg.

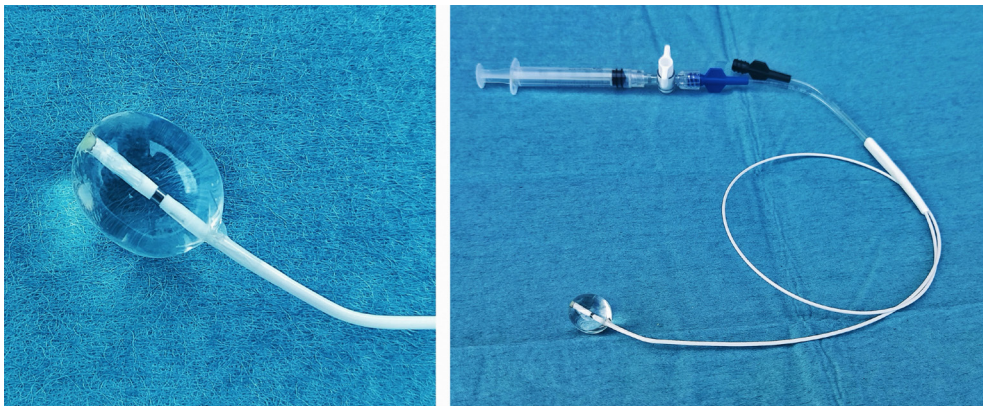


Figura 2. Catéter balón de atrioseptostomía Z5.

Fuente: elaboración propia.

Existen varios modelos de catéter balón, en la **tabla 2** podemos ver una descripción de los principales y sus características técnicas.

- Guía 0,014" para catéter balón de 4Fr o de 0,021" si es de 5Fr.
- Llave de tres pasos de alta presión.
- Cápsula de presión para monitorización en el polígrafo.
- Catéter de angiografía con agujeros laterales tipo *pigtail*.
- Suero salino fisiológico al 0,9% que utilizaremos para el lavado de los catéteres y del introductor femoral.
- Heparina sódica 100 UI/kg que se administrarán tras obtener el acceso venoso[9].
- Clorhexidina acuosa al 2% para desinfectar la zona inguinal (en caso de acceso umbilical mejor utilizar clorhexidina acuosa al 0,5%).

Se colocará al neonato o lactante en la mesa de hemodinámica sobre la manta térmica y en posición decúbito supino con los brazos elevados formando un ángulo recto respecto a la línea media del cuerpo, con el fin de no interferir en la visualización angiográfica con el arco de Rx **(Figura 3)**.



Figura 3. Colocación del niño en la mesa.
Fuente: elaboración propia.

TABLA 2. Características técnicas de los catéteres balón para atrioseptostomía

MODELO	TAMAÑO	INTRODUCTOR NECESARIO	DIÁMETRO BALÓN	VOL. MÁX BALÓN	LONGITUD BALÓN	LONGITUD CATÉTER	GUÍA
NUMED Z5™ BRAUN	4Fr	5Fr	9,5 mm	1 cc	0,95 cm	50 cm	0,014“
NUMED Z5™ BRAUN	5Fr	6Fr	13,5 mm	2 cc	1,35 cm	50 cm	0,021”
NUMED Z6™ BRAUN *	5Fr	6Fr	9,5 mm	1 cc	0,95 cm	50 cm Ángulo distal 35°	0,021”
NUMED Z6™ BRAUN *	5Fr	6Fr	13,5 mm	2 cc	1,35 cm	50 cm Ángulo distal 35°	0,021”

*El catéter balón NUMED Z6™ de BRAUN está a la espera de recibir la marca CE, por lo que aún no está disponible en la Unión Europea.

En el año 2019 se retiraron del mercado los balones Fogarty y Miller de EDWARDS seguido del Rashkind catéter de MEDTRONIC en el año 2020 por problemas de seguridad[9], por lo que en la actualidad solo disponemos del NUMED Z5™ de BRAUN. Esto ha llevado en los últimos años a una escasez de material obligando a algunas salas de hemodinámica a realizar la septostomía auricular con balones estáticos[10,11].

4. PROCEDIMIENTO

Este procedimiento, al considerarse una urgencia vital, especialmente en neonatos con grave hipoxemia, suele ser realizado por el equipo de guardia de hemodinámica. Se lleva a cabo bajo anestesia general, siguiendo estrictas medidas de asepsia y esterilidad propias del laboratorio de hemodinámica[9].

La técnica consiste en la introducción de un catéter balón por vía venosa femoral, que se avanza bajo control fluoroscópico sobre una guía de 0,014” o 0,021”, dependiendo

del tamaño del catéter. Una vez en la aurícula derecha, se atraviesa el foramen oval hasta alcanzar la aurícula izquierda.

El balón se llena con 1 o 2 cc de una dilución de contraste con suero salino a 1/3 de concentración, y a continuación se realiza un tirón enérgico y controlado hasta la unión de la vena cava inferior con la aurícula derecha. Posteriormente, se desinfla el balón y se vuelve a pasar por la fosa oval desgarrada, repitiendo la septostomía. En caso necesario, se puede aumentar el volumen de inflado del balón hasta el máximo recomendado por el fabricante.

Este proceso puede repetirse varias veces, dependiendo del estado hemodinámico del paciente y la eficacia de la septostomía. Como resultado, se logra una comunicación interauricular (CIA) mediante la rotura de la fosa oval **(figura 4)**, permitiendo el libre paso de sangre entre ambas aurículas y mejorando la saturación de oxígeno sistémico, lo que contribuye a la estabilización hemodinámica del recién nacido[1,6,12].

Al finalizar el procedimiento, se mide el gradiente de presión entre ambas aurículas con un catéter de angiografía, considerándose exitoso cuando este es inferior a 4 mmHg. También se recomienda realizar una angiografía de cavidades cardiacas, venas pulmonares y senos coronarios para confirmar el diagnóstico de la cardiopatía congénita y facilitar su corrección quirúrgica posterior[1,12].

Cuando hay problemas para el acceso venoso femoral y es un recién nacido con menos de siete días de vida se puede utilizar la vía umbilical[1]. Hay documentados casos de acceso por vena suprahepática cuando los anteriores han fallado.

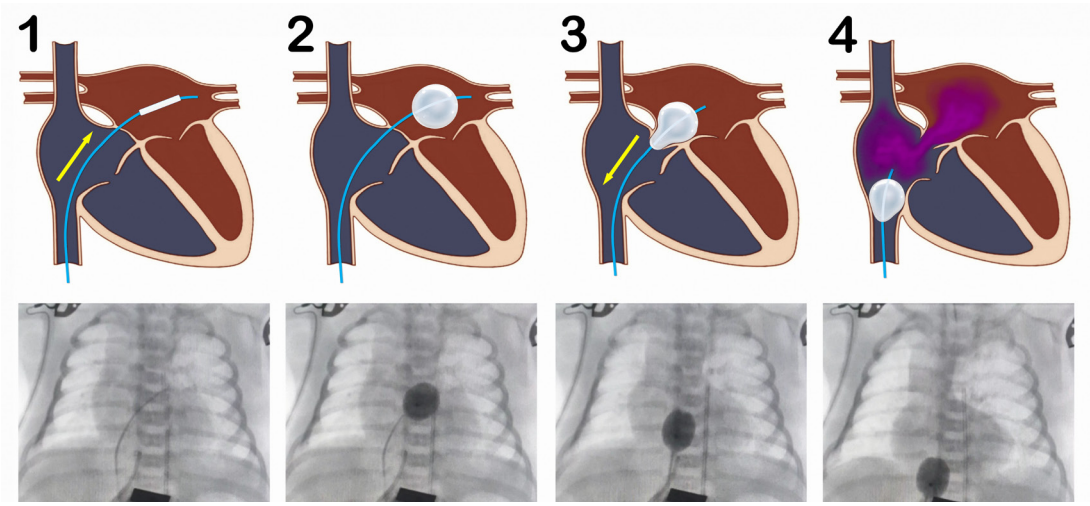


Figura 4. Atrioseptostomía de Rashkind.
Fuente: elaboración propia.

Este procedimiento también se puede realizar bajo control ecocardiográfico en la UCIN por personal especializado, con la ventaja de mayor rapidez, evitando los riesgos del traslado y la exposición a radiaciones ionizantes para el recién nacido[9,6,13]. En este caso, aunque la técnica es la misma, el llenado del balón se hará con suero fisiológico en lugar de la dilución con contraste.

La atrioseptostomía con balón es altamente efectiva durante el periodo neonatal ya que el septo auricular es normalmente fino, posteriormente se va produciendo un engrosamiento del tabique interauricular, por lo que la técnica de Rashkind rara vez es efectiva pasado el segundo mes de vida[1,12]. Como alternativa para lactantes que requieran este procedimiento fuera del periodo neonatal, se puede realizar la perforación de este con una aguja especial (aguja de Brockenbrough), o por radiofrecuencia. También se han utilizado catéteres "cuchilla" como el de Park para su apertura, pero debido a la alta tasa de complicaciones, actualmente se recomienda el uso de balones de corte (*cutting balloon*) en su lugar[14].

5. COMPLICACIONES

Las complicaciones son poco frecuentes, siendo las más comunes la aparición de arritmias cardiacas, como la taquicardia supraventricular (TSV) o el bloqueo auriculoventricular (BAV), generalmente de carácter transitorio[9].

Aunque la rotura del balón es relativamente frecuente, es raro que se desprendan fragmentos que provoquen embolización distal. No obstante, es fundamental que la enfermera instrumentista realice un buen vacío del balón para prevenir la embolia gaseosa en caso de rotura.

Entre las complicaciones menos habituales se encuentran la perforación y rotura cardiaca, así como traumatismos en las válvulas mitral y tricúspide, generalmente causados por un manejo inadecuado del balón o por sobrepasar el volumen de llenado recomendado por el fabricante. También pueden presentarse complicaciones asociadas al acceso vascular, como hemorragia, hematoma, trombosis del vaso o infección en la zona de punción[4] **(Tabla 3)**.

TABLA 3. Complicaciones de la septostomía auricular con globo

COMPLICACIONES	POSIBLES CAUSAS
ELÉCTRICAS - ARRITMIAS • TSV, BAV.	• Manipulación del catéter en cavidades cardiacas.
MECÁNICAS • Rotura del balón. • Perforación y rotura cardiaca. • Traumatismo en válvula mitral o tricúspide.	• Sobrellenado del volumen del balón. • Manejo muy brusco del balón inflado.
VASCULARES • Hemorragia, hematoma. • Trombosis.	• Múltiples punciones. • Punción arterial. • Mala anticoagulación.
LOCALES • Infección zona punción.	• Mala asepsia.

La lesión cerebral preoperatoria es común en recién nacidos con transposición de grandes vasos; sin embargo, su tasa es similar al de otras cardiopatías congénitas complejas y no se puede relacionar con la septostomía auricular con balón[15].

6. CUIDADOS DE ENFERMERÍA[1,12]

Además de los cuidados generales establecidos para el cateterismo cardiaco pediátrico, ya descritos en este manual, prestaremos unos cuidados específicos que nos permitan garantizar la seguridad del recién nacido o lactante menor durante todo el desarrollo del procedimiento.

ANTES DE RECIBIR AL PACIENTE

- Preparación de la sala y comprobación del correcto funcionamiento del aparataje: respirador, desfibrilador (selección de palas pediátricas), aparato de Rx (retirar rejilla de detectores si fuera preciso para disminuir la radiación), polígrafo, aparato de oximetrías, aspirador de secreciones, etc.
- Colocación de la manta térmica radiotransparente.
- Revisar la historia clínica del paciente, datos antropométricos, medicación y alergias.
- Preparación de la medicación según protocolo del procedimiento y peso del paciente.
- Preparación estéril de la mesa auxiliar para el procedimiento.

PACIENTE EN SALA

- Verificar la identidad del niño (pulsera identificativa).
- Apoyo a la familia, escuchando sus inquietudes, sentimientos, respondiendo a sus preguntas y aclarando sus dudas dentro de nuestras competencias.
- Comprobar vías, drenajes, sondas, bombas y demás aparataje que traiga el paciente.
- Comprobar constantes vitales a la llegada, así como color y temperatura de la piel.
- Colocación en mesa del niño sobre manta térmica, en posición decúbito supino, con la cabeza y cuello apoyados, miembros superiores elevados (formando un ángulo de 90-100° respecto a la línea media del cuerpo) y extremidades inferiores extendidas con rotación externa **(Figura 3)**.
- Conectar electrodos de electrocardiograma (ECG) y toma de constantes vitales.
- Canalización de vía venosa si fuera necesario.

- Colaboración con el anestesista en la inducción de la anestesia general, administrando la medicación necesaria, ayudando durante la intubación orotraqueal (IOT) y estabilización de la vía aérea y conexión al sistema de ventilación mecánica.
- Proteger los ojos del bebé manteniéndolos cerrados con esparadrapo y así evitar lesiones.
- Colocar protector radiológico para gónadas.
- Desinfección con clorhexidina de ambas zonas inguinales y colocación del campo estéril.
- Administrar la anticoagulación correspondiente según el peso (100 UI de heparina sódica/kg) tras la punción y colocación del introductor valvulado venoso.
- Instrumentación y colaboración con el hemodinamista durante el desarrollo del procedimiento. Importante hacer un correcto vacío del balón de Rashkind para en caso de rotura evitar un embolismo aéreo.
- Registrar las constantes vitales, oximetrías o presiones de cavidades tomadas durante el procedimiento. Permanecer alerta ante cualquier situación anómala que pueda surgir.
- Realizar una buena hemostasia manual de la zona de punción tras la retirada del introductor siguiendo las normas universales de asepsia y esterilidad. Vigilar la coloración de la pierna y presencia de pulsos arteriales.

TRAS FINALIZAR EL PROCEDIMIENTO

- Escribir el correspondiente informe de enfermería en la historia clínica del paciente.
- Notificar a la UCIN que se va a proceder al traslado del bebé, así como cualquier otra circunstancia o dato relevante al respecto.
- Traslado del niño acompañado de sus progenitores vigilando las constantes vitales durante el trayecto y llevando la medicación de urgencia necesaria ante cualquier eventualidad que pueda surgir.

BIBLIOGRAFÍA

1. Címbora Delgado JM, Hernández Gómez R, García Fernández MI, Calvo de Orador JC. (2014). Capítulo IX. *Procedimientos intervencionistas percutáneos en patología cardiaca congénita en adultos*. Tema 42. Atrioseptomía de Rashkind. En: Fernández Maese JM, García Aranda FJ, Gómez Fernández M, Ramírez Yáñez P, Rodríguez García-Abad V, Sánchez Hernández EM, Seoane Bello M(eds.). *Manual de Procedimientos de Enfermería en Hemodinámica y Cardiología Intervencionista*. Madrid: Asociación Española de Enfermería en Cardiología; 381-384.

2. Díaz Bertot E, Ozores Suárez FJ, Tápanes Daumy H, Senra Reyes L. (2014). *Cateterismo intervencionista de urgencia en niños menores de un año*. Revista Cubana de Pediatría. 86(3):308-314.
3. Rashkind WJ, Miller WW. *Creation of an atrial septal defect without thoracotomy. A palliative approach to complete transposition of the great arteries.* JAMA. 1966;196(11):991-992.
4. Quibrera Matienzo JA, Morales Cuevas R, Zazueta Chávez A. (2004). *Septostomía auricular con globo (procedimiento de Rashkind); a 37 años de distancia.* Bol Med – Facultad de Medicina Universidad Autónoma de Sinaloa. 5 Vol.1.
5. Maroto Monedero C, Camino López M, Girona Comas JM, Malo Concepción P. *Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología en las cardiopatías congénitas del recién nacido* [*Clinical guidelines of the Spanish Society of Cardiology in congenital cardiopathy of the newborn*]. Rev Esp Cardiol. 2001;54(1):49-66. doi: 10.1016/s0300-8932(01)76264-1
6. Matter M, Almarsafawy H, Hafez M, Attia G, Elkhier MMA. *Balloon atrial septostomy: The oldest cardiac interventional procedure in Mansoura.* Egypt Heart J. 2011;63:125–129.
7. Domínguez E. *Cardiopatías congénitas en el recién nacido*. Rev Enferm Neonatal. 2019;30:4-16.
8. Alcíbar Villa J, García Fernández E, Gutiérrez-Larraya Aguado F, Moreno Granado F, Pan Alvarez-Osorio M, Santos de Soto J. *Guías de actuación clínica de la Sociedad Española de Cardiología. Requerimientos y equipamiento de las técnicas invasivas en cardiología pediátrica: aplicación clínica* [*Guidelines of clinical practice of the Spanish Society of Cardiology. Requirements and equipment of invasive techniques in pediatric cardiology: clinical applicatio*n]. Rev Esp Cardiol. 1999;52(9):688-707. doi: 10.1016/s0300-8932(99)74990-0
9. Weeda JA, Bokenkamp-Gramann R, Straver BB, et al. *Balloon atrial septostomy for transposition of the great arteries: Safety and experience with the Z-5 balloon catheter*. Catheter Cardiovasc Interv. 2024;103(2):308-316. doi: 10.1002/ccd.30932
10. Baba K, Suda K, Takamuro M, et al. *Static balloon atrial septostomy in Japan in shortage of standard balloon septostomy catheter*. J Cardiol. 2021;78(3):219-223. doi: 10.1016/j.jjcc.2021.04.008
11. Banerjee A, Pramanik S, Das D. (2022). *Balloon atrial septostomy in the era of vanishing Rashkind balloon*. Indian Heart Journal. 74: 27-108.
12. Ocáriz A. (2007). Capítulo VIII. *Procedimientos intervencionistas percutáneos en patología cardiaca congénita en adultos.* Tema 31. Atrioseptostomía de Rashkind. En: Argibay Pytlik V, Gómez Fernández M, Jiménez Pérez R, Santos Vélez S, Serrano Poyato C. (eds.). *Manual de Enfermería en Cardiología Intervencionista y Hemodinámica*. Protocolos unificados, s.l. Vigo: Asociación Española de Enfermería en Cardiología. 231-234.
13. Kumar N, Shaikh AS, Kumari V, Patel N. *Echocardiography guided bed side balloon atrial septostomy in dextro transposed great arteries (dTGA) with intact ventricular septum (IVS): A resource limited country experience.* Pak J Med Sci. 2018;34(6):1347-1352. doi: 10.12669/pjms.346.15792
14. Cuenca Peiró V, Zabala Argüelles JI, Tejero Hernández A, Conejo Muñoz L. *Atrioseptostomía de Rashkind con catéter cutting balloon* [*Rashkind atrioseptostomy with cutting balloon catheter*]. An Pediatr (Barc). 2007;67(3):275-276. doi: 10.1016/s1695-4033(07)70619-7
15. Beca J, Gunn J, Coleman L, et al. *Pre-operative brain injury in newborn infants with transposition of the great arteries occurs at rates similar to other complex congenital heart disease and is not related to balloon atrial septostomy.* J Am Coll Cardiol. 2009;53(19):1807-1811. doi: 10.1016/j.jacc.2009.01.061

TEMA 50

INTERVENCIONISMO SEPTAL PEDIÁTRICO

Elena María Rodríguez Velázquez, Cristina Villalba Alba, Cristina Gutiérrez López-Romero

Hospital Universitario Ramón y Cajal. Madrid.

1. CIERRE DE COMUNICACIÓN INTERAURICULAR (CIA)

Se llama comunicación interauricular (CIA) al defecto en el cierre completo de la pared que separa ambas aurículas, quedando éstas comunicadas entre sí a través del mismo.

Como en la mayoría de las cardiopatías congénitas, no se conoce la causa exacta que provoca en el embrión dicha alteración, aunque fundamentalmente se atribuye a causas genéticas que no se pueden identificar. La CIA aparece en uno de cada 15.000 recién nacidos vivos y es más frecuente en mujeres que en varones[1].

FISIOPATOLOGÍA

La CIA puede estar presente en el periodo del nacimiento y se considera una cardiopatía congénita (durante el periodo embrionario el proceso de división no se produce por completo y queda una abertura en el tabique) o puede ser el resultado de un cierre insuficiente del foramen oval en el periodo posnatal.

Las alteraciones que podemos observar en niños pequeños son una curva de peso lenta y tendencia a infecciones respiratorias de vías bajas; en niños más mayores se puede observar también intolerancia al ejercicio, cansancio durante el juego, y de manera ocasional cuando una CIA no es corregida puede provocar arritmias crónicas e incluso hipertensión pulmonar irreversible en el adulto[1,2].

TIPOS DE CIAS

La CIA puede tener distintas localizaciones en el septo interauricular según la fase del desarrollo embriológico en que se produce la alteración.

- CIA tipo Fosa Oval u *Ostium Secundum*: es la más común (80% de los casos) y la única susceptible a cierre percutáneo. La pared que separa ambas aurículas presenta en el momento del nacimiento una comunicación en el centro de las mismas que se llama Fosa Oval, que suele medir entre 3 y 4 mm. La fosa oval debe cerrarse poco a poco en el proceso posnatal completándose en torno a los dos años de edad. Se diagnostica cuando la fosa oval no se cierra espontáneamente y queda abierta con un diámetro que supera los 3 mm. Tratándose de

una estructura propia del corazón fetal que no ha evolucionado correctamente en fase posnatal. Si el defecto mide 3 mm o menos, se llama foramen oval.

- CIA tipo *Ostium Primum:* constituyen el 15%. Pertenece a las alteraciones del canal auriculoventricular.
- CIA tipo Seno Venoso y Seno Coronario: son los menos frecuentes (5%).

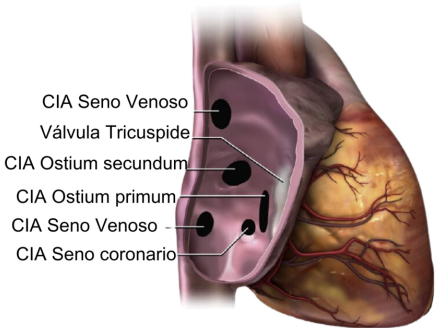


Figura 1. Tipos de CIA. Institut Cardiovascular. Fuente: www.cardiaca.cat

INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DE CIERRE

El tratamiento de las CIAs dependerá del tamaño de ésta y de la clínica del paciente.

Cualquier CIA con un diámetro igual o superior a 6 mm y hasta 40 mm, dependiendo del paciente, que produzca síntomas clínicos o dilatación de las cavidades derechas del corazón en ecocardiograma, debe ser sometida a cierre, ya sea percutáneo (mediante cateterismo) o quirúrgico. Para poder realizar un cierre percutáneo los bordes tienen que ser mayores de 3-5 mm. Además se tendrá en cuenta la distancia que hay desde la CIA a las estructuras subyacentes como seno coronario, vena pulmonar superior derecha y válvula mitral que tendrá que ser mayor a 7 mm.

Una CIA con un diámetro igual o menor a 5 mm, que no produzca síntomas o no dilate cavidades derechas del corazón en ecocardiograma, tiene una indicación dudosa de cierre y se puede seguir su evolución de manera ambulatoria.

El cierre percutáneo con dispositivo se ha convertido en el método de primera elección para el cierre de la CIA *Ostium Secundum*, siempre que sea factible[2,3].

En pacientes con hipertensión pulmonar severa o disfunción del ventrículo izquierdo es interesante realizar un test de oclusión con balón para valorar el riesgo-beneficio del cierre del defecto, ya sea percutáneo o quirúrgico[1,4].

Está contraindicado el cierre de CIA de manera percutánea cuando el paciente presente además otras malformaciones congénitas cardiacas que requieran cirugía, cuando los bordes septales sean insuficientes o presente múltiples defectos y no sean indicados para cierre percutáneo, en pacientes con Síndrome de Eisenmenger, que presente alergia al níquel (material de fabricación) y que tenga hipertensión arterial pulmonar con shunt bidireccional o RVP elevadas con respuesta inapropiada a test de oclusión con balón.

MATERIAL Y SOPORTE

Oclusores para CIA

Existen distintos dispositivos, cada uno con diferentes características, materiales y propiedades.

- **Amplatzer (Amplatzer Septal Occluder®):** Abbott. Es un dispositivo autoexpandible de nitinol y poliéster que se puede recapturar y está disponible desde 4 a 40mm (6-12Fr).
- **Figulla flex II ASD occluder:** Occlutech GmbH. Sistema de doble disco. Los tamaños disponibles varían de 4 mm a 40 mm (7-12Fr).

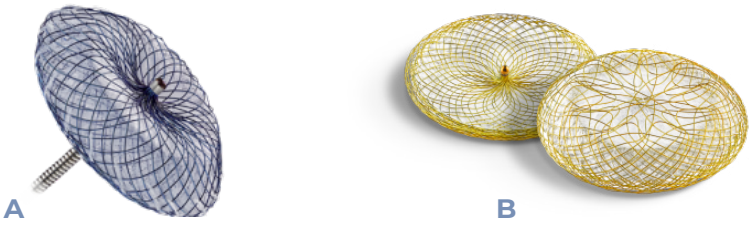


Figura 2. **A:** Dispositivo Amplatzer Septal Occluder®. **B:** Dispositivo Figulla flex II ASD Occluder. A: Abbot. Fuente: www.structuralheart.abbott.

Estos dispositivos son los más utilizados, aunque no son los únicos del mercado. Otros dispositivos para el cierre de CIA disponibles son: **Cera Septal Occluder** y **Gore Septal Occlude**.

- Material General: el material general está descrito en el tema de cierre de comunicación Interauricular en el adulto y es el mismo para pediatría.

  En la población pediátrica hay una tendencia al uso de balón de tallado para medir la comunicación, existen diferentes medidas 18-24-34 mm. El uso de este balón dependerá del centro[4].

- Ecocardiografía transesofágica (ETE) o intracardiaca (EIC) y equipo de anestesia igual que en el procedimiento de adultos.

DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

La descripción del procedimiento está descrita en el tema de cierre de comunicación Interauricular en el adulto y es el mismo para pediatría.

La hemostasia del acceso venoso en la población pediátrica puede ser mediante compresión manual o con “sutura en ocho o en z”, que se retirará a las ocho horas del procedimiento. No se utilizarán en ningún caso cierres vasculares en menores de 18 años.

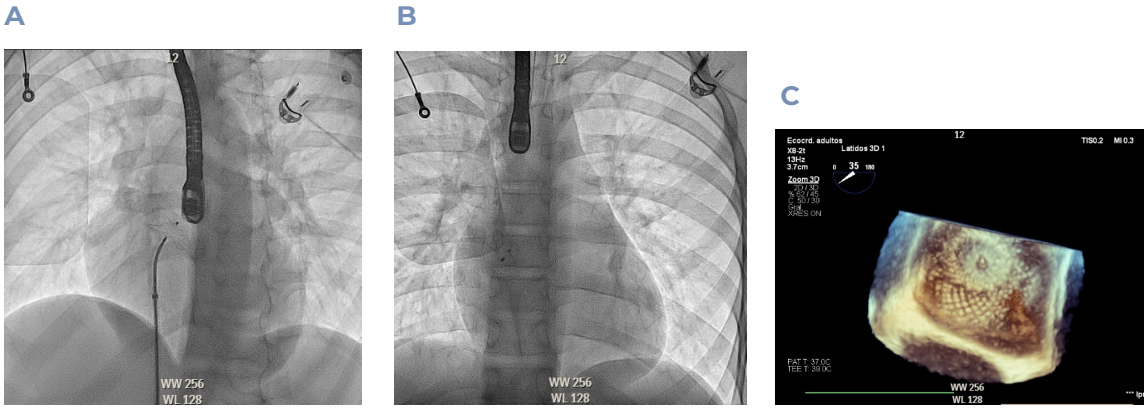


Figura 3. **A:** Dispositivo Amplatzer Septal Occluder® sin liberar, colocado en la CIA. **B:** Dispositivo Amplatzer Septal Occluder® liberado. Imagen **C:** Visión 3D del dipositivo Amplatzer Septal Occluder®.

Fuente: Hospital Universitario Ramón y Cajal. Imagen propia (sala de hemodinámica).

2. CIERRE DE COMUNICACIÓN INTERVENTRICULAR (CIV)

INTRODUCCIÓN

La CIV es un orificio en el tabique interventricular, que puede encontrarse en cualquier punto del mismo, siendo único, múltiple y con tamaño y forma variables, que causan un cortocircuito entre ambos ventrículos.

Es la segunda cardiopatía congénita más frecuente por detrás de la válvula aórtica bicúspide, representando un 20% de las cardiopatías congénitas[5].

Esta se caracteriza en que mientras el feto se está desarrollando en el vientre materno, la pared muscular (tabique) que separa el lado derecho del lado izquierdo del corazón, no se forma por completo entre los ventrículos del corazón.

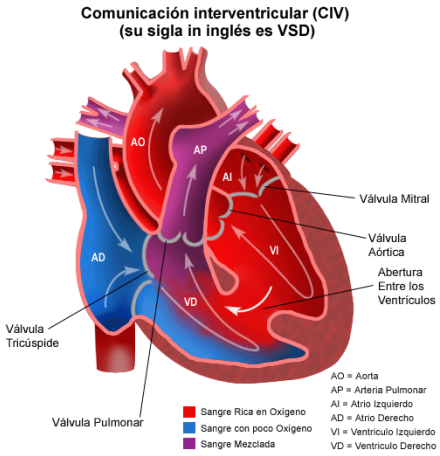


Figura 4. Imagen corazón con comunicación interventricular.

Fuente: Stanford Medicine Children's Health. www.stanfordchildrens.org

ANATOMÍA Y TIPOS

- **CIV perimembranosa:** este tipo es el más frecuente y constituye aproximadamente el 75-80%. La abertura se encuentra en la zona adyacente a la válvula aórtica en el lado izquierdo y junto a la válvula tricúspide en el lado derecho. A nivel del tracto de salida ventricular izquierdo, estas CIV se sitúan inmediatamente por debajo de la válvula aórtica.
- **CIV muscular:** constituyen un 5-20%. Representa la forma más común de CIV. El orificio se encuentra en la parte muscular de la pared inferior del corazón. Aproximadamente el 20% de todas las cardiopatías congénitas son CIV aisladas. Las más frecuentes son las apicales.
- **CIV del canal auriculoventricular:** suponen un 5-8%. Asociado con el defecto del canal auriculoventricular.
- **CIV infundibular (de tabique cónico):** representan un 5-7%. La abertura se encuentra en el tabique cónico. Son defectos en el tracto de salida del ventrículo derecho y asocian con frecuencia insuficiencia aórtica[5].

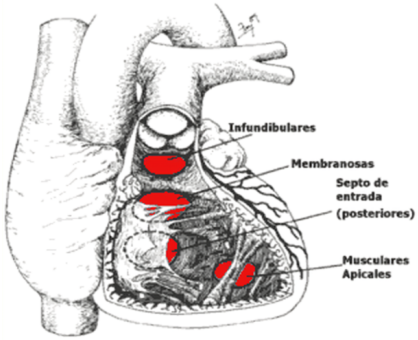


Figura 5. Imagen diferentes tipos de CIV.

Fuente: Weebly –Comunicación interventricular. comunicacioninterventricular.weebly.com

FISIOPATOLOGÍA

Las comunicaciones interventriculares como ya se ha descrito en la anatomía ocurren a medida que el bebé se desarrolla en el vientre materno. El corazón se desarrolla a partir de un tubo grande, que se divide en partes que acabarán convirtiéndose en tabiques y cavidades. Si ocurre algún problema durante este proceso, se puede formar un orificio en el tabique interventricular[6].

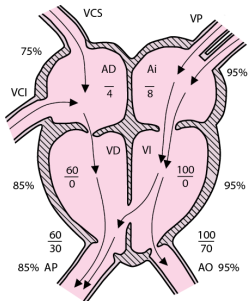


Figura 6. Imagen de la fisiopatología en una CIV. Manual MSD. Fuente: www.msdmanuals.com

FACTORES DE RIESGO

- Nacimiento prematuro.
- Factores hereditarios/antecedentes familiares cardiacos.
- Síndrome de Down.
- Hijos que hayan nacido con otros defectos congénitos[7,8].

SÍNTOMAS

En la mayoría de casos, los pacientes que padecen CIV pueden ser asintomáticos. Pero, cuando el orificio es grande, la persona podría tener síntomas relacionados con la insuficiencia cardiaca como:

- Dificultad respiratoria.
- Respiración rápida.
- Respiración forzada.
- Palidez.
- Dificultad para aumentar de peso.
- Frecuencia cardiaca rápida.
- Sudoración al comer.
- Infecciones respiratorias frecuentes[7].

INDICACIONES

El cierre de las CIV va a depender del tamaño y de la localización.

- Lesiones de pequeño tamaño: no está indicado el cierre.
- Lesiones de mediano tamaño: se debe tratar el defecto cuando cursan con ICC.
- Lesiones de gran tamaño: está indicado el cierre en los 6-12 primeros meses.

TIPOS DE DISPOSITIVOS

Son múltiples los diferentes tipos de dispositivos que han ido apareciendo el mercado debido a una mayor tasa de cierre percutáneo a través de cateterismo. Los más utilizados a lo largo de los años han sido tales como: Amplatzer™, Nit Occlud®, Cera™, Hyperion™, Occlutech®, Cocoon® y Konar®.

Las diferentes formas de los dispositivos irán en función del tipo de CIV que tenga el paciente para la elección del mismo. Sus discos podrán ser simétricos o asimétricos.



Figura 7. Ejemplo tipos de dispositivos marca Ampltzer®. Grupo Corpal.

Fuente: www.grupocorpal.com

El alto riesgo de bloqueo auriculoventricular (BAV) en el cierre percutáneo ha incentivado el desarrollo de nuevos dispositivos, uno de los más recientes en el mercado es el KONAR-MF cuya flexibilidad y poca fuerza radial hacen que se adapte a la anatomía de la CIV sin presionar las estructuras adyacentes[9].

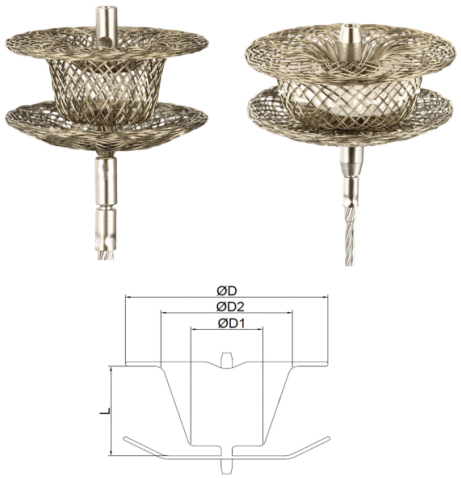


Figura 8. Tipos de dispositivo marca KONAR-MF. International Journal of Cardiology.

Fuente: www.internationaljournalofcardiology.com

TRATAMIENTO

La CIV provoca un aumento del flujo sanguíneo dentro del corazón y hacia los pulmones. Si el orificio no se repara, puede causar daño pulmonar permanente y otras complicaciones de salud.

Si la CIV es pequeña puede que no necesite tratamiento, pero el personal médico deberá hacer un riguroso análisis y seguimiento al bebé para cerciorarse de que el orificio cierre por completo y no se presenten síntomas de insuficiencia cardiaca[10].

Si la CIV es moderada/grande y tienen síntomas de insuficiencia cardiaca el tratamiento será médico para controlar los síntomas. Los medicamentos de elección son los IECAS y los diuréticos. Además, se planteará la cirugía (con un parche) o el cateterismo cardiaco (de manera percutánea mediante un dispositivo).

DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

La descripción del procedimiento está descrita en el tema de cierre de comunicación Interauricular en el adulto y es el mismo para pediatría.

La hemostasia del acceso venoso en la población pediátrica puede ser mediante compresión manual o con "sutura en ocho o en z", que se retirará a las ocho horas del procedimiento. No se utilizarán en ningún caso cierres vasculares en menores de 18 años.

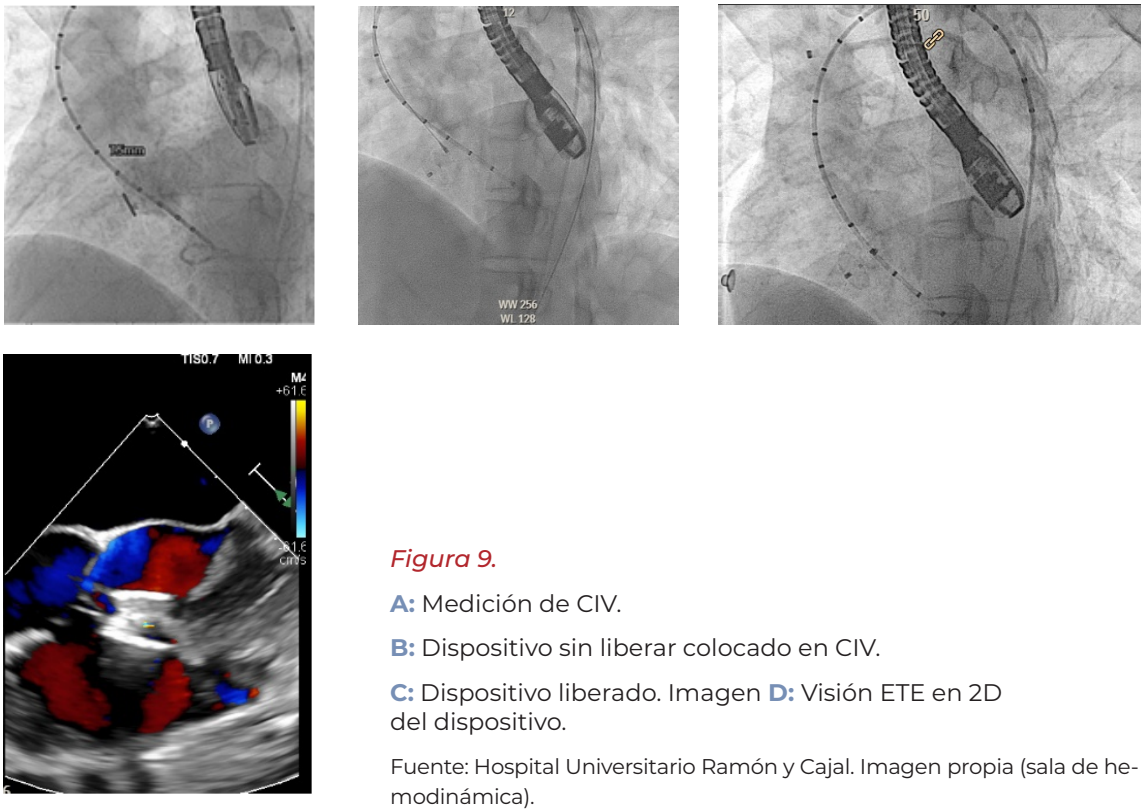


Figura 9.

A: Medición de CIV.

B: Dispositivo sin liberar colocado en CIV.

C: Dispositivo liberado. Imagen **D:** Visión ETE en 2D del dispositivo.

Fuente: Hospital Universitario Ramón y Cajal. Imagen propia (sala de hemodinámica).

DIAGNÓSTICO DE DEFECTOS SEPTALES

Actualmente, los defectos del septo pueden ser diagnosticados antes del nacimiento del bebé usando el ecocardiograma fetal. Si esta se hace posterior al nacimiento lo más común es que se escuche un soplo con el estetoscopio.

Mediante una ecografía transesofágica (ETE) se valora la anatomía del septo interauricular e interventricular y se determina si es posible el cierre percutáneo del defecto. Además de valorar el tamaño, morfología y localización exacta del defecto, si es único o múltiple, las dimensiones de los bordes remanentes y de las cavidades cardiacas, así como la presencia de DVPA[2,3]. Utilizándose de guía durante el cierre percutáneo.

En la radiografía de tórax se observará cardiomegalia en paciente con CIV medianas y grandes.

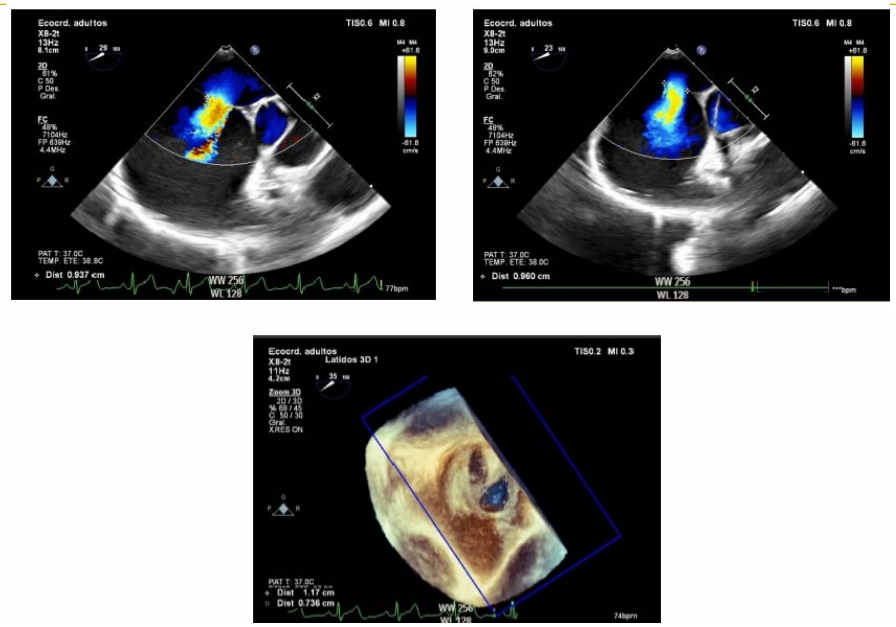


Figura 10. CIA en ecocardiografía transesofágica. **A** y **B:** visión 2D. **C:** visión 3D.
Fuente: Hospital Universitario Ramón y Cajal. Imagen propia (sala de hemodinámica).

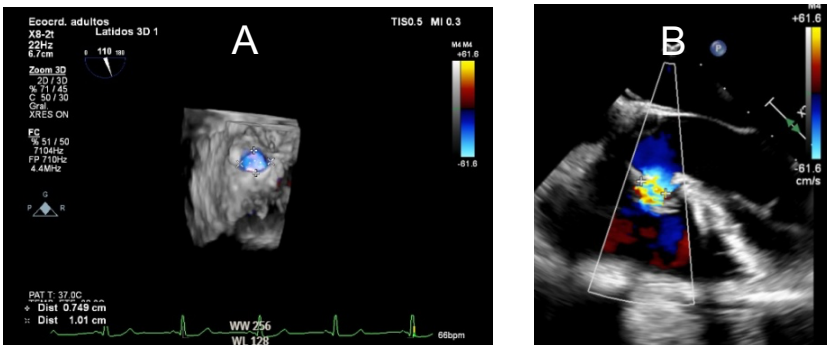


Figura 11. **A:** visión en 3D de la CIV en el ETE. **B:** visión en 2D de la CIV en el ETE.
Fuente: Hospital Universitario Ramón y Cajal. Imagen propia (sala de hemodinámica).

La resonancia magnética cardiaca y la tomografía computarizada (TAC) no son imprescindibles, pero pueden ser útiles si la ecocardiografía no es concluyente.

También será necesario realizar un cateterismo cardiaco derecho en casos de presión elevada de la arteria pulmonar determinada en la ecocardiografía y así comprobar si es por hiperaflujo o por aumento de la resistencia pulmonar vascular en casos de CIA, y en los casos de CIV nos permite evaluar la magnitud del cortocircuito.

COMPLICACIONES DE LOS DEFECTOS SEPTALES

Las complicaciones relacionadas con los procedimientos de cierre de CIA y CIV están descritos en el tema de Cierre de comunicación Interauricular en el adulto y son los mismos para pediatría.

CUIDADOS DE ENFERMERÍA

Los cuidados de enfermería están descritos en el tema de Cierre de comunicación Interauricular en el adulto y son los mismos para pediatría.

En relación con la valoración del dolor en la población pediátrica se pueden utilizar escalas más ajustadas como la escala FLACC o Wong-Baker.

SEGUIMIENTO Y TRATAMIENTO POSTIMPLANTACIÓN DE DISPOSITIVO OCLUSOR EN DEFECTOS SEPTALES

Después del implante del dispositivo se recomienda mantener tratamiento antiagregante por un periodo de al menos seis meses, con 100 mg de Aspirina o con 75 mg de Clopidogrel al día. Los pacientes con fibrilación auricular deben recibir, además, anticoagulación oral[2].

También se recomienda profilaxis de endocarditis infecciosa ante cualquier procedimiento quirúrgico a realizarse durante los seis meses posteriores al cierre.

Previo al alta es necesario un control con ecografía transtorácica (ETT) para descartar complicaciones inmediatas como trombos, derrame pericárdico, desplazamiento, malaposición o embolización del dispositivo. Hay centros que previo al alta también realizan un electrocardiograma y una radiografía de tórax.

Es aconsejable un seguimiento regular del paciente al mes del procedimiento, a los seis meses, donde se valorará la posibilidad de suspender la antiagregación, a los doce meses y después controles cada dos años ampliables a cinco años. Una vez que el paciente cumpla los 18 años los controles se harán por parte del servicio de cardiología de adultos.

BIBLIOGRAFÍA

1. *Unidad de Cardiopatías congénitas*. https://cardiopatiascongenitas.net/cardiopatias-congenitas/tipos_cc/cia/
2. Martín Moreiras J, Cruz Gonzalez I. *Manual de hemodinámica e Intervencionismo Cardiaco*. 2022. Tercera Edición.
3. Eustachio Agricol; Francesco Meucci; Francesco Ancona; Ana Pardo Sanz; José Luis Zamorano. *Echocardiographic guidance in transcatheter structural cardiac interventions*. EuroIntervention. 18 Febrero 2022. Volumen 17. Número 15. https://eurointervention.pcronline.com/article/echocardiographic-guidance-in-transcatheter-structural-cardiac-interventions
4. Guía de práctica clínica ESC 2020 para el tratamiento de las cardiopatías congénitas del adulto. Respaldado por Association for European Paediatric and Congenital Cardiology , International Society for Adult Congenital Heart Disease (ISACHD)
5. Asociación Española de Pediatria. *Comunicación interventricular (CIV)* [Internet]. Madrid: AEP; [citado 2025 Jul 21]. Disponible en: https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/5_civ.pdf

6. KidsHealth. *Comunicación interventricular* [Internet]. Nemours KidsHealth; [citado 2025 Jul 21]. http://kidshealth.org/es/parents/vsd.html

7. https://www.msdmanuals.com/es-es/professional/pediatr%C3%ADa/anomal%C3%A-Das-cardiovasculares-cong%C3%A9nitas/comunicaci%C3%B3n-interventricular-civ

8. Mayo Clinic. *Comunicación interventricular: síntomas y causas* [Internet]. [citado 2025 Jul 21]. Disponible en: www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/ventricular-septal-defect/symptoms-causes/syc-20353495?p=1

9. Manuel Pan, Miguel Romero, José Segura, Soledad Ojeda, Javier Suárez de Lezo, Francisco Mazuelos, Djordje Paylovic. *Intervencionismo percutáneo en cardiopatías congénitas. Cierre de defectos cardiacos y cortocircuitos.* Cardiocore. 3 de Octubre 2013. Volumen 49, Número 2. Páginas 75-83. https://www.elsevier.es/es-revista-cardiocore-298-articulo-intervencionismo-percutaneo-cardiopatias-congenitas-cierre-S1889898X13000923

10. https://saludycardiologia.com/comunicacion-interventricular-civ-causas-sintomas-y-tratamientos/

TEMA 51

DUCTUS ARTERIOSO PERSISTENTE

María Paz González Pérez, Mónica Díaz López, Alicia Criado Marivela, Mónica Rincón Iglesias

Hospital Universitario La Paz. Madrid.

GLOSARIO

AP: Arteria pulmonar.

AO: Aorta.

AO des: Aorta descendente.

DAP: Ductus arterioso persistente.

HTP: Hipertensión pulmonar.

1. DEFINICIÓN

El ductus arterioso (DA) es una estructura vascular de la circulación fetal normal, que conecta la arteria pulmonar (AP) con la aorta descendente (AO des).

El cierre funcional del DA ocurre habitualmente en las primeras 48h-96h de vida en los recién nacidos a término. La persistencia del mismo, más allá de este periodo de tiempo, puede provocar sobrecirculación pulmonar y sobrecarga de volumen del corazón izquierdo **(Figuras 1 y 2)**. Se considera patológica y es conocida como ductus arterioso persistente (DAP)[1,2,3,4,8].

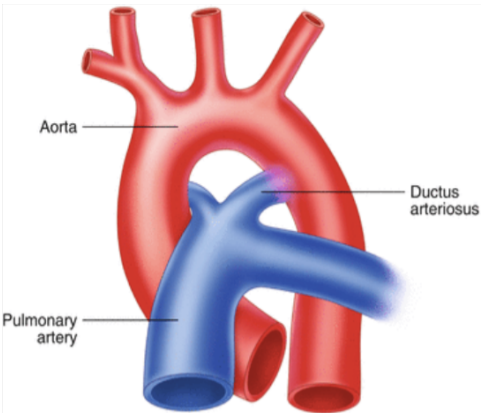


Figura 1. Anatomía ductal.
https://thoracickey.com/patent-ductus-arteriosus-3

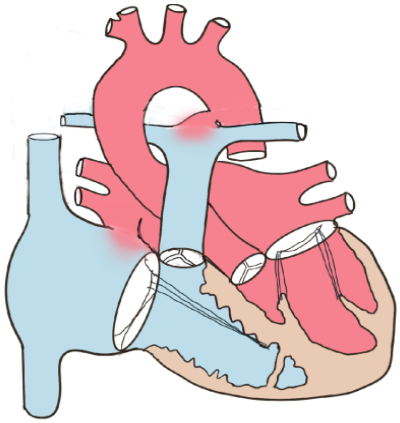


Figura 2. PDA.
Fuente: dibujo realizado y cedido por el Dr. F. Gutierrez-Larraya.

2. EPIDEMIOLOGÍA

La incidencia del DAP es aproximadamente del 0,05% de todos los nacimientos a término y entre el 5-10% de todas las cardiopatías congénitas. Es más frecuente en niñas (2:1). La incidencia del DAP es inversamente proporcional a la edad gestacional, la cual se estima que es un 50% mayor en los recién nacidos pretérmino con una edad gestacional entre 25-28 semanas[1,7].

Normalmente no existe una causa definida, y actualmente viene apoyada la existencia de una predisposición genética y un factor ambiental desencadenante en el periodo embriológico.

Existen otros factores de riesgo como la infección por rubeola y la exposición prenatal a teratógenos (alcohol y determinados medicamentos)[3,9].

3. FISIOLOGÍA Y FISIOPATOLOGÍA

El DA es una estructura vascular fetal normal que permite pasar la sangre oxigenada, procedente de la placenta, a la arteria pulmonar hasta la aorta, evitando los pulmones.

Con el nacimiento y con las primeras inspiraciones, disminuyen las resistencias vasculares pulmonares y se inicia el flujo sanguíneo pulmonar, que será el encargado de la oxigenación a partir de ese momento[1].

El DA se cierra funcionalmente entre 48-96 h de vida en el 100% de los recién nacidos a término. Este cierre se produce gracias a cambios físicos, como la caída del flujo sanguíneo que llega al DA y bioquímicos, con el aumento de la tensión de oxígeno y caída de los niveles de prostaglandinas circulantes[2,3].

Es entonces cuando el conducto arterioso se contrae y, posteriormente en una segunda fase, se vuelve fibroso gracias a esa contracción de las fibras musculares de la capa media y a la isquemia de la pared interna, quedando cerrado de forma definitiva dando lugar al ligamento arterioso[3,9].

La persistencia del flujo sanguíneo a través del ductus es patológica y puede provocar un compromiso circulatorio, con un shunt izquierda-derecha generando hiperaflujo pulmonar, sobrecarga de cavidades izquierdas e insuficiencia cardiaca en grado variable.

Hay pacientes con lesiones obstructivas asociadas en las que el DA tiene un papel importante. En lesiones obstructivas del lado derecho, como la Tetralogía de Fallot o la Atresia Pulmonar, un DAP proporciona una vía para el flujo sanguíneo pulmonar. Por el contrario, en lesiones obstructivas del corazón izquierdo, como la Atresia Aórtica o la Coartación de Aorta, un DAP permite la perfusión sistémica desde el corazón derecho[3,4].

El DA puede presentarse de forma y tamaño diferentes, condicionando esto el grado de cortocircuito que generan. La mayoría de los DA son cónicos, siendo el extremo aórtico mayor que el pulmonar y exclusivamente en los niños prematuros, el DAP presenta una forma tubular[1,6,7,8].

La clasificación de los DAP según su morfológica sería **(Figura 3)**:

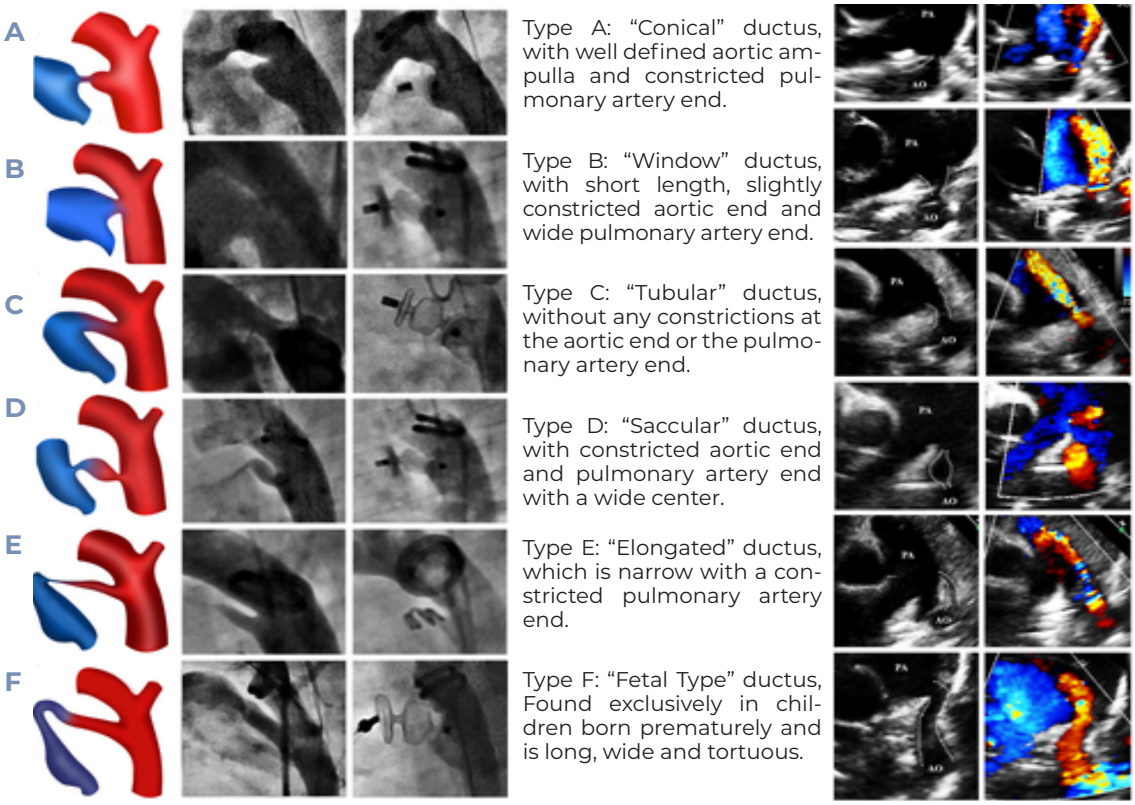


Figura 3[6]. Clasificación de los DAP: Philip R et al. Catheter Cardiovasc Interv. 2016;87(2):3 10-7.

4. CLÍNICA Y DIAGNÓSTICO

Las manifestaciones clínicas de un DAP están determinadas por el grado de cortocircuito de izquierda a derecha, que a su vez viene determinado por el tamaño y morfología del DA y las resistencias vasculares[1,8,9].

Los DAP pequeños generalmente no suelen producir síntomas, pasando desapercibidos, pudiendo ser un hallazgo casual en una revisión rutinaria, ya sea en forma de soplo o por ecocardiografía realizada por otras razones.

Los niños más mayores pueden no tener síntomas, pero manifiestan cierta intolerancia al ejercicio.

Cuando el DAP es moderado, puede presentar distintas manifestaciones clínicas, en función de la sobrecarga de volumen y presión crónica sobre la circulación pulmonar, como insuficiencia cardiaca congestiva, incluyendo dificultad y diaforesis con las tomas, irritabilidad, polipnea, retraso en la curva ponderal, infecciones respiratorias de repetición o disnea de esfuerzo[1].

En la mayoría de los casos puede dar lugar a una dilatación ventricular compensatoria. En niños más mayores o adultos jóvenes se puede manifestar como una intolerancia al ejercicio[9].

Los pacientes con DAP grandes no diagnosticados, inicialmente pueden tener clínica de insuficiencia cardiaca, que puede enmascararse pasados los 3-6 meses de vida con el aumento de las resistencias vasculares pulmonares, disminuyendo así el impacto fisiológico.

Si el DAP permanece permeable, el hiperaflujo pulmonar puede progresar a hipertensión pulmonar (HTP), generando la enfermedad vascular irreversible o Síndrome de Eisenmenger en la adolescencia o edad adulta[3].

El desarrollo de este síndrome puede producir la aparición de cianosis diferencial por la inversión del sentido del *shunt* con flujo derecha/izquierda. Así, se recomienda el cierre del DAP durante el primer año de vida.

5. DIAGNÓSTICO

Ante la sospecha de la existencia de un DAP, el diagnóstico debe ir orientado a:

- Exploración física (la aparición y la gravedad de signos y síntomas viene dada en función del tamaño del cortocircuito y de las características anatomo/fisiológicas propias de cada paciente)[1,9]:
  - ✓ Auscultación con soplo sistólico (en niños pequeños) y continuo en mayores, a nivel infraclavicular izquierda o zona superior del borde esternal izquierdo[1,9].
  - ✓ Pulsos periféricos saltones (con presión diferencial entre sistólica y diastólica), en ductus moderados o grandes.
  - ✓ Taquicardia, taquipnea y tiraje.
- EKG:
  - ✓ Signos de crecimiento ventricular izquierdo.
- Radiografía de tórax:
  - ✓ Congestión vascular pulmonar.
  - ✓ Cardiomegalia.
- Ecocardiografía:
  - ✓ Suele ser la prueba Gold Estándar de confirmación definitiva del diagnóstico del DAP **(Figura 4)**, definiendo la anatomía y compromiso hemodinámico, así como para tomar la decisión del mejor tratamiento[1].

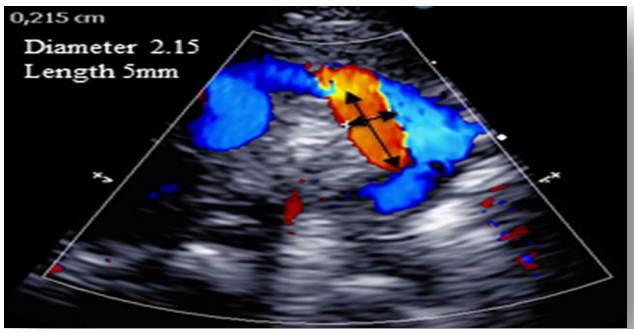


Figura 4. Ecografía Ductal.

Fuente: imagen realizada y cedida por Dr. C. Abelleira.

6. TRATAMIENTO

CONSERVADOR, MÉDICO-FARMACOLÓGICO, QUIRÚRGICO O INTERVENCIONISTA

La indicación de cierre de DAP se suele hacer al diagnóstico, excepto en niños muy pequeños en los que se decide ser conservador en espera del cierre espontáneo o de que aumenten de peso. Se maneja con restricción leve de líquidos ya que el uso de diuréticos es controvertido y no se recomienda, salvo que exista insuficiencia cardiaca congestiva.

El cierre percutáneo del DAP es el tratamiento de elección siempre y cuando la edad/peso, situación clínica y anatomía del DAP lo permitan. La indicación de cierre será en caso de que sea hemodinámicamente significativo, es decir, que el Qp/Qs >1,5 o en el caso de Qp/Qs <1,5 con soplo audible[1,8,9].

Los avances tecnológicos en cuanto a la variedad, al tamaño de los dispositivos, las exigencias de un bajo perfil de abordaje y las mejoras en los procedimientos, han permitido que casi todos los DAP se puedan cerrar en el laboratorio de hemodinámica, incluso en prematuros de bajo peso[8].

Las necesidades de preparación del paciente y de recursos son semejantes al resto de los procedimientos en el laboratorio de hemodinámica y se sigue el protocolo de enfermería de hemodinámica, teniendo siempre en cuenta las características, edad y capacidades de cada paciente y cuidador.

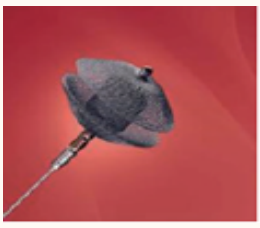
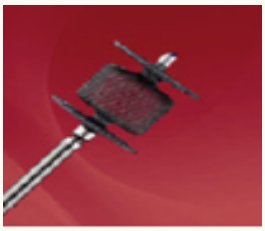
El procedimiento se realiza con anestesia general y profilaxis antibiótica.

La posición del paciente en la mesa de quirófano será en decúbito supino con los brazos elevados por encima de la cabeza.

El abordaje percutáneo será por vía femoral y puede ser anterógrado (vena femoral) o retrógrado (arteria femoral) y va a depender de la morfología del DAP.

La elección del tipo, forma y tamaño del dispositivo se efectuará según criterio médico. Existen una gran variedad de dispositivos, tipo tapón vascular, con diferentes morfologías, adaptables a la amplia variabilidad de morfología y tamaño **(Tabla 1)**[8].

TABLA 1. Ejemplos de dispositivos

	ADO I	AMPLATZER®
	ADO II	
	PICCOLO	
	KONNAR®	

Fuente: imagen propia.

La técnica consiste en la canalización de la vena o arteria femoral, o ambas, con un introductor que puede variar en tamaño (dependiendo del tamaño del dispositivo que se necesite) y suele ser entre 4-5 French **(Figura 5)**.

Una vez que se canalizan los accesos vasculares, se anticoagula al paciente con heparina sódica (iv 100UI/Kg). Se introduce un catéter (*pigtail*) guiado y se realiza una angiografía (con preferencia aortograma) RAO 30° y lateral para valorar el DAP en forma y tamaño y elegir el dispositivo adecuado.



Figura 5. Accesos vasculares.
Fuente: dibujo realizado y cedido por el Dr. F. Gutierrez-Larraya.

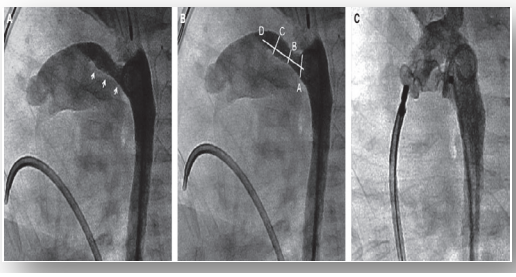


Figura 6. Angiografía ductal.
Imagen realizada y cedida por Dr. C. Abelleira.

Después se sonda el DAP por vía venosa o arterial con un catéter guiado, excepcionalmente es necesario realizar un asa arterio-venosa para sondar el DAP. A continuación, se introduce la vaina o catéter indicado, en función del tamaño del DAP, y el dispositivo con el sistema liberador elegido **(Figuras 7 y 8)**[5,8].

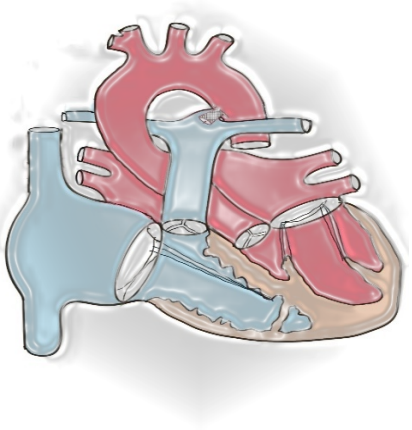


Figura 7. Anatomia Ductal.
Fuente: dibujo realizado y cedido por el Dr. F. Gutierrez-Larraya.

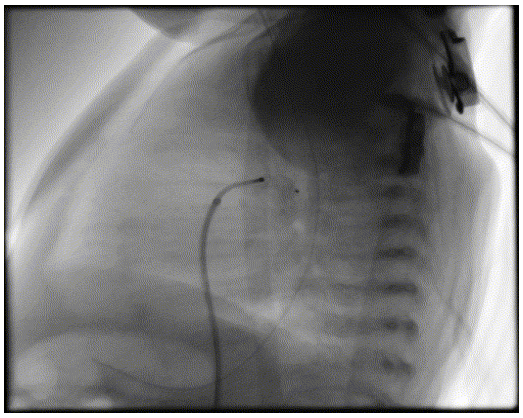


Figura 8. Angiografía sistema y dispositivo cierre DAP.
Imagen realizada y cedida por Dr. C. Abelleira.

Una vez colocado el dispositivo, se espera 10 minutos y se repite la angiografía para confirmar su posición, la existencia de paso a través de él o la protrusión en la AO o AP. Si es adecuado, se procede a la liberación del dispositivo y se realiza una angiografía de control[8]. Confirmada posición y funcionalidad, se retiran los catéteres e introductores de forma segura, se realiza una compresión vascular manual y por último se coloca un vendaje compresivo durante 24h. Seguidamente, el paciente es trasladado a una unidad de recuperación posanestésica para vigilancia y monitorización del sangrado y posibles hematomas en los puntos de punción, así como el estado vascular y nervioso (color, temperatura y pulsos periféricos) en miembros inferiores. Se recomienda realizar una radiografía de tórax pasadas 6 horas del implante del dispositivo, para vigilar su posición.

Los diagnósticos, intervenciones de enfermería y problemas de colaboración son los mismos que en el resto de los procedimientos de intervencionismo cardiaco pediátrico, en el contexto de atención integral al niño y la familia. En este procedimiento existe el riesgo añadido de migración del dispositivo implantado[9].

Un capítulo aparte merece el tratamiento de los DAP de los grandes prematuros, donde su manejo es siempre controvertido. El tratamiento pasa por diferentes fases: tratamiento conservador (en espera del cierre espontáneo), manejo médico (con antiinflamatorios no esteroideos o paracetamol, muy eficaces), percutáneo o quirúrgico[1,4,7,8].

TABLA 2. Comprender la fisiopatología (Cristin Conrad).
Opciones de tratamiento farmacológico para el ductus arterioso persistente.

MEDICAMENTO	MECANISMO DE ACCIÓN	INDICACIÓN	EFECTOS SECUNDARIOS	CONTRAINDICACIONES
Indometacina.	Inhibición no selectiva de la enzima ciclooxigenasa (COX). Impide la conversión del ácido araquidónico en prostaglandinas.	PDA. Hemodinámicamente significativo. Primeras 24h de vida y para la profilaxis del CAP.	Insuficiencia renal. Oliguria. Hiperpotasemia. Daño en la sustancia blanca. Entero necrotizante-colitis (NEC). Perforación intestinal. Disfunción plaquetaria.	Trombocitopenia. Hemorragia intracerebral. Hemorragia renal o gastrointestinal activa. Hemorragia pulmonar. Sepsis. NEC. Perforación intestinal. Daño hepático con hiperbilirrubinemia.
Ibuprofeno	Inhibición no selectiva de la COX.	PDA. Hemodinámicamente significativo.	Oliguria. Trombocitopenia pulmonar. Hipertensión. Hiperbilirrubinemia.	Infección. Hemorragia activa. Trombocitopenia. NEC. Insuficiencia renal.
Paracetamol	Reduce la síntesis de prostaglandinas al unirse a la enzima peroxidasa.	Tratamiento alternativo del PDA, aunque actualmente no está aprobado por la FDA para este fin.	Toxicidad hepática notificada en 1 estudio. Puede tener una absorción impredecible si se administra por vía enteral.	Ninguno.

Abreviaturas: COX: ciclooxigenasa; FDA: Food and Drug Administration; GL: Gastrointestinal; PDA: conducto arterioso persistente.

Fuente: CRISTIN CONRAD. *Comprender la fisiopatología*[4].

La cirugía es una opción que actualmente se contempla básicamente en grandes prematuros. Su indicación sería en aquellos casos que el DAP fuese hemodinámicamente significativo y que hubiese fallado, hubiese contraindicaciones en el tratamiento médico o cuando la anatomía del DAP desaconseje el cierre percutáneo[3,4].

La técnica consiste en una toracotomía lateral izquierda y una ligadura quirúrgica o clip vascular del DAP. Es aconsejable realizarlo en una unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (CIN) **(Figuras 9 y 10)**[1,4,8,9].

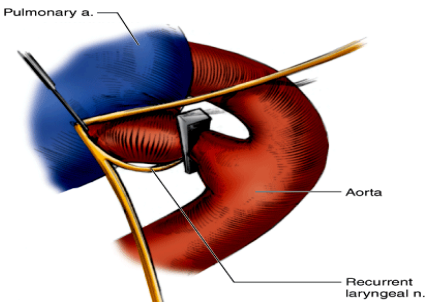


Figura 9. Ligadura Quirúrgica.

https://doi.org/10.1016/B978-1-4557-0760-7.00043-7



Figura 10. Imagen región anatómica de abordaje quirúrgico.

Imagen realizada y cedida por Dr. C. Abelleira.

Hay que tener en cuenta en las primeras 24h tras la intervención, "el síndrome posligadura" o "poscierre", que es parecido al síndrome de bajo gasto postquirúrgico transitorio, y se debe al cambio brusco en la precarga y poscarga cardiaca.

7. SEGUIMIENTO Y RECOMENDACIONES

El cierre espontáneo del DAP es raro después de los tres meses de vida y, si no se trata, la tasa de morbi/mortalidad aumenta con la edad[7].

El pronóstico después del cierre percutáneo, quirúrgico, o tratamiento médico del DAP, es bueno y su esperanza de vida no está condicionada a este procedimiento. Se recomienda un control previo al alta y a los 6 meses[7,8].

Si el cierre es por vía percutánea, pueden aparecer casos de alergia al componente de los dispositivos (níquel). Se recomienda 6 meses de profilaxis antibiótica tras el implante de un dispositivo.

En caso de cirugía se debe vigilar la aparición de anomalías torácicas o escoliosis.

No se ha podido demostrar que ningún método de cierre del ductus mejore los resultados a largo plazo. Se necesitan más estudios para comparar el cierre percutáneo con las terapias médicas y quirúrgicas estándar[5].

En cuanto a las recomendaciones de estilo de vida y actividad física, no existen limitaciones al ejercicio y en cuanto a las medidas higiénico-dietéticas, éstas serán los estándares para la prevención de la endocarditis (evitar piercing, tatuajes, buena higiene bucodental, evitar onicofagia, etc.).

BIBLIOGRAFÍA

1. Coserria Sánchez JF, Agudo Montore P. *Ductus arterioso persistente*. En Perin F, Vazquez del Rey MM, Carreras Blesa C, editora. *Cardiologia pediátrica para residentes de pediatría. Granada*: Educatori; 2023. p.177-182.
2. Hung YC, Yeh JL, Hsu JH. *Molecular Mechanisms for Regulating Postnatal Ductus Arteriosus Closure*. Int J Mol Sci. 2018 Jun 25;19(7):1861. doi: 10.3390/ijms19071861. PMID: 29941785; PMCID: PMC6073350.
3. Huff T, Chaudhry R, Arora Y, et al. *Anatomía, Tórax, Corazón Ductus Arterioso*. [Actualizado el 29 de julio de 2023]. En: StatPearls [Internet]. *Isla del Tesoro* (FL): StatPearls Publishing; 2024 enero-. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470160/?log$=activity
4. Conrad C, Newberry D. *Understanding the Pathophysiology, Implications, and Treatment Options of Patent Ductus Arteriosus in the Neonatal Population*. Adv Neonatal Care. 2019 Jun;19(3):179-187. doi: 10.1097/ANC.0000000000000590. PMID: 30720481.
5. Eilers LF, Kyle WB, Allen HD, Qureshi AM. *Patent Ductus Arteriosus*. Pediatr Rev. 2021 Nov;42(11):632-634. doi: 10.1542/pir.2020-004564. PMID: 34725225.
6. Philip R, Waller BR 3rd, Agrawal V, Wright D, Arevalo A, Zurakowski D, Sathanandam S. *Morphologic characterization of the patent ductus arteriosus in the premature infant and the choice of transcatheter occlusion device*. Catheter Cardiovasc Interv. 2016 Feb 1;87(2):310-7. doi: 10.1002/ccd.26287. Epub 2015 Nov 3. PMID: 26525611.
7. Gillam-Krakauer M, Mahajan K. *Ductus arterioso permeable*. [Actualizado el 8 de agosto de 2023]. En: StatPearls [Internet]. *Isla del Tesoro* (FL): StatPearls Publishing; 2024 enero-. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK430758/
8. Abelleria Pardo C, Bermudez Cañete R. *Cierre percutáneo de la comunicación interauricular y del ductus arterioso persistente. En: Cardiologia pediátrica y cardiopatías congénitas del niño y del adolescente* Vol. I. Madrid: ® CTO editorial S.L.;2015. p.187-190
9. Schneider DJ. *The patent ductus arteriosus in term infants, children, and adults*. Semin Perinatol. 2012 Apr;36(2):146-53. doi: 10.1053/j.semperi.2011.09.025. PMID: 22414886.

TEMA 52

INTERVENCIONISMO AÓRTICO PEDIÁTRICO

1. VALVULOPLASTIA AÓRTICA

M.ª Sonia López Reusch, M.ª Isabel Plaza Hernández

Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid.

GLOSARIO

ACVA:	Accidente cerebrovascular agudo.
FR:	French.
Lpm:	Latido por minuto.
CoAo:	Coartación de aorta.
Angio-RM:	Angio-resonancia magnética.
TAC:	Tomografía axial computarizada.
ePTFE:	Politetrafluoroetileno expandido.

INTRODUCCIÓN

En la estenosis aórtica congénita, el anillo aórtico suele ser hipoplásico, las valvas presentan engrosamiento y sus comisuras se encuentran fusionadas en distintos grados, lo que, en la mayoría de los casos, da lugar a válvulas bicúspides.

Sin tratamiento, esta condición provoca un aumento de la presión en el ventrículo izquierdo, lo que conlleva el engrosamiento de sus paredes y, como consecuencia, una reducción de su distensibilidad. Este aspecto es especialmente preocupante, ya que podría comprometer el flujo coronario, ocasionando isquemia miocárdica durante el ejercicio[1].

La valvuloplastia percutánea es actualmente la primera opción de tratamiento para estas lesiones, ya que ofrece resultados comparables a los de la cirugía, con una menor morbimortalidad asociada[2].

El carácter definitivo o paliativo del procedimiento dependerá de la morfología de la válvula, lo que puede requerir futuras intervenciones en algunos casos.

Además, la incorporación de materiales más adaptados al paciente pediátrico ha contribuido a que la técnica sea más segura y efectiva, con buenos resultados a corto y medio plazo.

INDICACIONES

Las indicaciones de realizar la valvuloplastia dependen en gran medida de la edad del paciente, además de su clínica[3,4].

- En el paciente neonato, una estenosis crítica puede suponer una urgencia vital. En este caso, el diagnóstico ecográfico junto con la presencia de una función ventricular izquierda disminuida o presencia de bajo gasto cardiaco sería suficiente independientemente del gradiente.
- En lactantes y niños más mayores se considera en general la necesidad de realización de cateterismo cardiaco si existe un gradiente pico entre aorta y ventrículo izquierdo por ecografía doppler >70-80 mmHg y gradiente medio >40-50 mmHg y por cateterismo >50 mmHg.
- En adolescentes que vayan a realizar deporte de competición gradiente >40 mmHg.
- Valvuloplastia aórtica fetal: se realiza alrededor de las 22 semanas de gestación en los casos en los que sea viable para rescatar el ventrículo izquierdo, evitando así su hipoplasia.

PROCEDIMIENTO

Existen diferentes formas de abordaje para la dilatación de la válvula mediante catéter balón. Estas dependerán de las circunstancias específicas de cada paciente y de la experiencia y preferencias del hemodinamista que la realizará.

Por un lado, está la vía retrógrada a través de la arteria femoral, umbilical o carótida. Y por el otro, la anterógrada desde el lado derecho del corazón tras pasar al izquierdo a través de un foramen oval permeable o realizando punción transeptal si no existiera este.

La vía retrógrada a través de la arteria femoral es la más utilizada en general para su realización. En neonatos, el uso de la arteria carótida se ha impuesto como una muy buena opción[5,6]

VÍA RETRÓGRADA FEMORAL

Es la vía de elección en niños y adolescentes.

- Se anestesia al paciente y se le intuba, asegurando vía venosa periférica de máximo calibre posible, o si el anestesiólogo lo considera necesaria vía venosa central en yugular interna derecha preferiblemente.
- Tras monitorizar al paciente y antes de preparar el campo quirúrgico, es imprescindible la colocación de placas externas de desfibrilador, ya que el procedimiento puede desencadenar arritmias sobre todo en pacientes con función

ventricular disminuida por su manipulación con guías y catéteres. Hay que tener en cuenta programar el desfibrilador con el doble de julios que el peso del niño.

- Se canalizará un introductor venoso de unos 5Fr por rutina por si fuese necesario la estabilización del catéter balón, aumentando la frecuencia cardiaca con catéter electrodo y marcapasos externo. Se implantará asimismo introductor arterial de un mínimo de 4Fr (este podrá ser cambiado a lo largo del procedimiento por otro de mayor calibre según el balón utilizado).

En niños mayores, lo ideal es canalizar las dos arterias femorales para poder medir simultáneamente la presión en aorta y ventrículo izquierdo, sin tener que hacer retirada de presiones una vez que se ha pasado la válvula, lo que muchas veces es dificultoso. Otra manera de poder medir presiones simultáneas es canalizando el ventrículo izquierdo de forma anterógrada a través de un foramen oval permeable (más habitual en neonatos) o realizando punción transeptal.

- Una vez canalizados los introductores se heparinizará al paciente con dosis de 1 mgr/kg peso.
- Se hará estudio hemodinámico tomando las presiones en ventrículo izquierdo y aorta para medir el gradiente entre ambas. Habitualmente, se utilizarán catéteres tipo NIH o Pigtail del calibre adecuado. Como frecuentemente es difícil atravesar la válvula estenótica y tomar presiones en retirada alargaría demasiado el procedimiento, es preferible tomar presiones simultáneas en aorta y ventrículo izquierdo. Si no contamos con dos arterias o un foramen oval permeable se puede realizar registro simultáneo utilizando un catéter un french menor que el introductor. De esta manera la presión del ventrículo la obtendremos con el catéter introducido en ventrículo y la de la aorta con el introductor.
- Para sondar el ventrículo izquierdo se puede utilizar los mismos catéteres de diagnóstico utilizados u otros como los de coronaria derecha o cobra, con guía hidrofílica de punta en J.
- Una vez sondado el ventrículo se realizará ventriculografía para medir el anillo aórtico y elegir el balón.
- Se cambiará la guía por la adecuada para el balón. Pueden ser necesarias guías de coronaria de 0,014", Platinum plus® de 0,018", teflonada convencional de 0,035 o extrastiff® si existe dificultad para estabilizar el balón.
- Se elegirá un balón de bajo perfil cuyo diámetro no exceda el del anillo aórtico. Idealmente, se comenzará con una proporción del 80-90% para ir dilatando de manera progresiva y no causar insuficiencia aórtica. La longitud de este será de 2 cm mínimo. Para neonatos se utilizarán balones tipo Thyshak Mini® (Evomed), Advance® (Cook) o Saber® (Cordis). En niños más mayores tipo Powerflex pro® (Cordis), Thyshak II® (Evomed), Cristal® (Balt) o Valver®.
- Antes de introducir el balón nos aseguraremos de realizar vacío con la jeringa manómetro para minimizar el aire en su interior. La proporción de contraste deberá ser de 1/3 con respecto al suero, para garantizar un desinflado rápido.

- Se realizará inflado y desinflado rápido. Existen diversos métodos para estabilizar el balón durante el inflado y evitar así daño en las valvas[7]:
  1. Mediante la infusión de adenosina en bolo rápido a dosis de 0,3 mg/kg para inducir bloqueo transitorio del nodo aurículo-ventricular.
  2. Mediante sobreestimulación con catéter electrodo introducido en el ventrículo derecho y marcapasos a frecuencias entre 220-240 lpm.
  3. Mediante el uso de balones especiales como el Nucleous (Evomed) cuyo diseño e inflado bifásico permite una mejor estabilización del mismo. Aunque su tamaño de momento solo permite su uso en niños mayores.
- Después de la valvuloplastia se retirará el balón sobre la guía y será sustituido por el catéter de diagnóstico que se esté utilizando para volver a medir el gradiente. La posterior realización de un aortograma es fundamental para valorar la existencia de insuficiencia valvular tras su dilatación. Si siguiese existiendo gradiente sin insuficiencia, se volverá a redilatar con balones de mayor tamaño.
- Se considerará el procedimiento un éxito cuando el gradiente tras haber dilatado con un balón de tamaño razonable sea menor de 30 mmHg y no exista insuficiencia valvular significativa.

VÍA RETRÓGRADA CARÓTIDA

Es actualmente la vía de elección en neonatos por su rapidez en cuanto a acceso directo al ventrículo izquierdo y por el tamaño de los accesos arteriales femorales (con el riesgo de dañarlos que esto supone)[8].

- Es necesario que un cirujano realice arteriotomía de la carótida derecha.
- A través de un introductor de 4Fr, se pueden realizar aortogramas y pasar relativamente fácilmente el catéter diagnóstico y los balones al ventrículo izquierdo.
- Una vez realizado el procedimiento, la arteria será reparada por el cirujano.
- Debemos tener en cuenta que en estos pacientes el riesgo de complicaciones será mucho mayor y que tenemos que extremar las precauciones y los cuidados de enfermería durante todo el procedimiento si cabe aún más.

Tendremos en cuenta

Estos pacientes presentan un alto grado de inmadurez en el control de la termorregulación, por lo que es fundamental evitar que su temperatura central descienda por debajo de 36°C.

La hipotermia no intencionada incrementa la morbi-mortalidad, dando lugar a alteraciones metabólicas, como acidosis y disminución del efecto de las drogas vasoactivas. Además, puede provocar alteraciones hipotalámicas, así como un mayor riesgo de sangrado e infección[9].

ACTUACIONES DE ENFERMERÍA

Calentamiento pasivo

- Aumentar la temperatura de la sala lo máximo que sea posible.
- Mantener tapado al paciente.
- Limitar el tiempo entre la preparación quirúrgica de la piel y la colocación del campo quirúrgico.
- Intentar que los paños quirúrgicos se mojen lo menos posible.
- Mantener cubiertas las partes de máxima pérdida de calor. Tapar la cabeza con gorro o algodón.

Calentamiento activo

- Uso de convectores de aire.
- Calentamiento de los líquidos de infusión (sistemas tipo Hot line) y de irrigación.

Diagnósticos de enfermería

- 0006 hipotermia.
- 00254 riesgo de hipotermia perioperatoria.
- 00282 riesgo de hipotermia neonatal.
- 00008 termoregulación ineficaz.

COMPLICACIONES

- Trombosis arterial. La existencia de material de menor calibre hace cada vez más segura la técnica.
- Daños del sistema central por episodios tromboembólicos. Debemos extremar las precauciones para evitar la entrada de aire a través de los catéteres con un exhaustivo purgado de los mismos y comprobar la correcta heparinización del paciente.
- Aparición de insuficiencia valvular significativa. Es la complicación más frecuente.
- Daños en la válvula aórtica o mitral y en las arterias coronarias.
- Arritmias.

VALVULOPLASTIA AÓRTICA FETAL

- Tras comprobar con ecografía que el feto está adecuadamente colocado, se le anestesiará vía intramuscular (cóctel de midazolam, fentanilo y rocuronio) y se trasladará a la madre a la sala de hemodinámica.
- Se preparará campo quirúrgico con desinfección de la zona de punción del abdomen y anestesia local del mismo.
- La punción del abdomen se realizará con aguja chiva de 18 G hasta alcanzar el tórax del feto, posteriormente la aguja se avanzará hasta colocarla en el ventrículo izquierdo correctamente alienada con la válvula aórtica.
- Se introducirá el balón adecuado según la medición del anillo valvular medido ecográficamente (los más habituales son los de 3 a 3,5 mm de diámetro) junto con guía de 0014". Una vez colocado dentro de la válvula se procederá a su inflado y desinflado rápido.
- Puesto que habitualmente se precisan varios inflados y hay que retirar para volver a avanzar el balón, hay que tener perfectamente calculada y señalada la longitud del balón para evitar su reentrada a través del bisel de la aguja y, por tanto, su muy probable rotura.
- Una vez comprobado que se ha dilatado la válvula observando el paso de sangre a través de la misma, se retira la aguja chiba y se pone apósito en la pared abdominal de la madre[10].

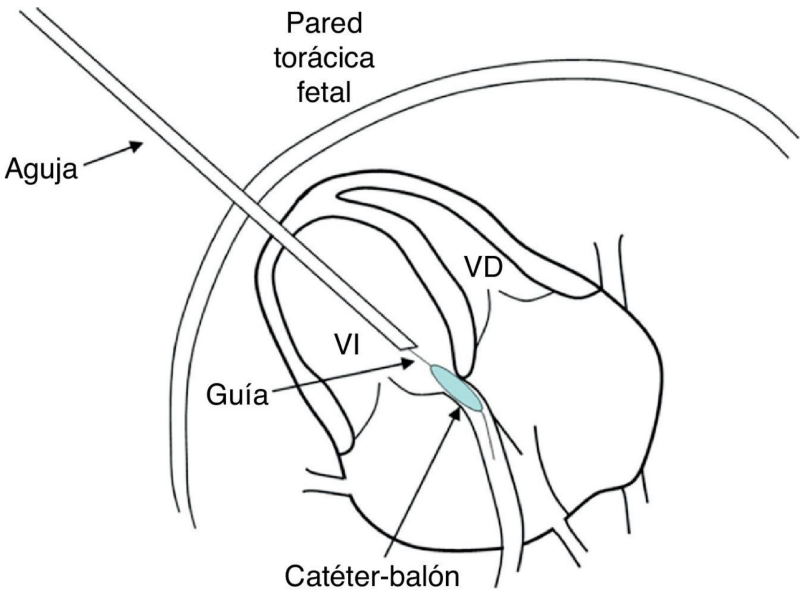


Figura 1. Esquema de la técnica de la valvuloplastia aórtica fetal .

Fuente: David Escribano, Ignacio Herraiz, Alberto Mendoza, Alberto Galindo. Elsevier diagnóstico prenatal, Artículo especial vol. 23. Núm. 4. Páginas 135-176 (octubre-diciembre 2012. DOI: 10.1016/j.diapre.2012.06.003.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hammon JW Jr, Lupinetti FM, Maples MD, et al. *Predictors of operative mortality in critical valvular aortic stenosis presenting in infancy*. Ann Thorac Surg. 1988;45(5):537-540. doi: 10.1016/s0003-4975(10)64527-4
2. McElhinney DB, Lock JE, Keane JF, Moran AM, Colan SD. *Left heart growth, function, and reintervention after balloon aortic valvuloplasty for neonatal aortic stenosis*. Circulation. 2005;111(4):451-458. doi: 10.1161/01.CIR.0000153809.88286.2E
3. Zeevi B, Keane JF, Castaneda AR, Perry SB, Lock JE. *Neonatal critical valvar aortic stenosis. A comparison of surgical and balloon dilation therapy*. Circulation. 1989;80(4):831-839. doi: 10.1161/01.cir.80.4.831
4. Torres A, Vincent JA, Everett A, et al. *Balloon valvuloplasty for congenital aortic stenosis: Multi-center safety and efficacy outcome assessment*. Catheter Cardiovasc Interv. 2015;86(5):808-820. doi: 10.1002/ccd.25969
5. Fischer DR, Ettedgui JA, Park SC, Siewers RD, del Nido PJ. *Carotid artery approach for balloon dilation of aortic valve stenosis in the neonate: a preliminary report*. J Am Coll Cardiol. 1990;15(7):1633-1636. doi: 10.1016/0735-1097(90)92839-t
6. Patel S, Saini AP, Nair A, Weber HS. *Transcarotid balloon valvuloplasty in neonates and small infants with critical aortic valve stenosis utilizing continuous transesophageal echocardiographic guidance: A 22 year single center experience from the cath lab to the bedside*. Catheter Cardiovasc Interv. 2015;86(5):821-827. doi: 10.1002/ccd.26036
7. Daehnert I, Rotzsch C, Wiener M, Schneider P. *Rapid right ventricular pacing is an alternative to adenosine in catheter interventional procedures for congenital heart disease*. Heart. 2004;90(9):1047-1050. doi: 10.1136/hrt.2003.025650
8. Beekman RH, Rocchini AP, Andes A. *Balloon valvuloplasty for critical aortic stenosis in the newborn: influence of new catheter technology*. J Am Coll Cardiol. 1991;17(5):1172-1176. doi: 10.1016/0735-1097(91)90850-9
9. Arndt K. *Inadvertent hypothermia in the OR*. AORN J. 1999;70(2):204-222. doi: 10.1016/s0001-2092(06)62235-7
10. Mäkikallio K, McElhinney DB, Levine JC, et al. *Fetal aortic valve stenosis and the evolution of hypoplastic left heart syndrome: patient selection for fetal intervention*. Circulation. 2006;113(11):1401-1405. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.588194

TEMA 52

2. COARTACIÓN DE AORTA

Mª Sonia López Reusch. Mª Isabel Plaza Hernández.

Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid.

La coartación de aorta (CoAo) es una disminución del calibre de la aorta en sus diferentes porciones, pero la más habitual es a nivel del itsmo aórtico una vez superada la arteria subclavia izquierda. Hay situaciones diversas con CoAo, desde una coartación aislada con corazón normal, una coartación postquirúrgica o se puede asociar con otras malformaciones intracardiacas como CIV (1/3 de los pacientes con CoAo), válvula aortica bicúspide en el 30-85% de casos y otras lesiones obstructivas izquierdas (15%) como estenosis subaórtica, hipoplasia VI y lesiones obstructivas mitrales. Supone un 5,1% de las malformaciones cardiacas congénitas, su prevalencia es un 2,09 por 10000 nacidos vivos y mayor en varones en relación 2:1[1].

FISIOPATOLOGÍA DE LA COARTACIÓN DE AORTA

La coartación aórtica provoca una sobrecarga de presión en la circulación arterial proximal a la coartación causando hipertrofia ventricular izquierda e hipertensión de la parte superior del cuerpo incluyendo cerebro y también provoca una hipoperfusión distal a la coartación afectando a órganos abdominales y miembros inferiores. Todo ello puede conducir hacia insuficiencia cardiaca y shock circulatorio en los casos más graves, endocarditis bacteriana, hemorragia intracraneal, encefalopatía hipertensiva, aneurisma o disección aórtica en un periodo más tardío de la vida; en algunos casos menos graves puede ser asintomática durante la infancia e ir apareciendo síntomas sutiles como cefalea, dolor torácico, fatiga, claudicación de miembros inferiores durante la actividad física. Un caso grave se puede manifestar en el periodo neonatal (diagnosticado de CoAo nativa ductus-dependiente cuando se cierra el ductus a las horas de nacer) con acidosis metabólica, insuficiencia renal, insuficiencia del ventrículo izquierdo y shock. Los neonatos con CoAo nativa sintomáticos necesitan una estabilización hemodinámica antes de la reparación quirúrgica o la angioplastia con balón. La estabilización se realiza con una infusión de prostaglandina E1 que permitiría mantener el conducto arterioso permeable, que no se cierre y así provocar un cortocircuito derecha izquierda reconduciendo la sangre desde la arteria pulmonar a la aorta descendente, mejorando la perfusión sistémica y revirtiendo la acidosis metabólica.

DIAGNÓSTICO

La radiografía de tórax y el ECG pueden contribuir al diagnóstico pero el método fundamental es la ecografía doppler. También son útiles la angio-RM y el TAC. Se considera coartación significativa cuando existe un gradiente transcoartación mayor a 20 mmHg.

Un hallazgo característico en el examen físico son los pulsos fuertes e hipertensión en miembros superiores, disminución o retraso en los pulsos femorales y tensión arterial baja o indetectable en miembros inferiores.

TRATAMIENTO DE LA COARTACIÓN DE AORTA

El tratamiento de la CoAo puede ser quirúrgico o percutáneo realizando una dilatación o angioplastia de la porción estenótica de la aorta[2]; si se descarta el tratamiento quirúrgico y se decide realizar angioplastia de la aorta, habría que diferenciar por edades y peso:

- Neonatos, lactantes y niños por debajo de 20-25 kg cuyo tratamiento será la angioplastia con catéter balón.
- En niños en edad preescolar, escolar y adolescentes, alrededor de un peso >20-25 kg, la técnica de elección será implantar un stent (con la cualidad de poder dilatarse para aumentar su diamétro en sucesivas angioplastias teniendo en cuenta el crecimiento del paciente), ya que una angioplastia con balón no es suficiente para aumentar el calibre de la porción afectada y disminuir el gradiente. La técnica para implantar un stent en aorta se verá en el siguiente tema.

En este capítulo abordaremos la angioplastia con balón en la aorta.

La angioplastia con balón percutánea es un tratamiento relativamente seguro y eficaz para la CoAo nativa grave en lactantes pequeños, y debe considerarse una alternativa válida a la cirugía debido a su buen resultado y menos traumatismo y complicaciones que la cirugía. Aunque cierto es que hay una alta incidencia de reestenosis pasadas unas semanas/meses teniendo que volver a repetir la dilatación con balón. Un istmo pequeño en relación con la aorta torácica descendente en el diafragma es un predictor importante de reestenosis/resultado inadecuado[3,4].

La dilatación con balón es segura y eficaz en niños mayores de tres meses. En lactantes de hasta tres meses el procedimiento es factible y conduce a una mejora de la función ventricular izquierda, pero en todos ellos se produce reestenosis rápidamente[5,6].

PROCEDIMIENTO

Se hará con anestesia general, con el paciente heparinizado a una dosis de 1 mg/kg y con profilaxis antibiótica.

La vía de acceso más utilizada es la arteria femoral, el camino es directo, aunque en ocasiones, en el caso de los neonatos por la dificultad que existe con los accesos vasculares, es necesario acceder por arteria carótida (disección quirúrgica de la carótida por parte del cirujano, dejará un introductor canalizado para continuar con el cateterismo) o axilar. La punción se hará ecoguiada con la técnica de Seldinger, se elegirá el introductor con el tamaño necesario para realizar el procedimiento que estará entre 4 y 7Fr/ 7 cm de longitud dependiendo de la edad (neonato-adolescente), intentando ele-

gir siempre el más pequeño para dañar lo menos posible la arteria elegida, el tamaño lo limitará el perfil del balón que elijamos para realizar la angioplastia, normalmente entre 4-7Fr.

Una vez canalizado el acceso vascular para confirmar el diagnóstico se realiza el estudio hemodinámico recogiendo las presiones pre- y postcoartación con un catéter adecuado para ello tipo NIH 4-5Fr; después se realiza una angiografía de la aorta con contraste para visualizar la coartación y poder tomar medidas y así elegir el catéter balón adecuado (existen diferentes marcas; ejemplos: Power-flex pro® o Saber® de cordis, Advance® de Cook, etc., y diferentes medidas).

Realizado el diagnóstico se procederá a la angioplastia con balón de la zona estenótica, para ello se debe subir el catéter balón elegido sobre una guía que previamente se habrá alojado en ventrículo izquierdo si estamos accediendo desde femoral (la posición de la guía será diferente si se accede desde carótida, axilar o radial, en estos casos la guía quedará alojada en aorta descendente) para que dé soporte al catéter balón y pueda avanzarse hasta la zona de la estenosis. Ya colocado el balón sobre la zona a dilatar se procede a realizar el inflado del balón con las atmósferas que requiera el balón para llegar a su diámetro nominal. El inflado se realizará con la jeringa-manómetro rellena con una mezcla de suero y contraste para que se vea el balón inflado en la pantalla, no se puede mantener mucho tiempo inflado, debe hacerse rápido ya que estamos bloqueando el paso de la sangre hacia la aorta, habrá que estar atentos al estado hemodinámico del paciente. La dilatación se puede repetir varias veces aumentando el diámetro del balón 1 mm cada vez hasta considerar por la imagen que se ha alcanzado el resultado adecuado (generalmente se consigue cuando desaparece la muesca que aparece cuando se infla el balón).

Después de la angioplastia se retira el catéter balón con mucho cuidado y se vuelve a introducir un catéter para mediar el gradiente pre- y postcoartación y comprobar que ha disminuido, por debajo de 20 mmHg sería un resultado adecuado. También se realizará de nuevo una angiografía de la aorta.

Si se considera finalizado el cateterismo se retirará introductor y se hará hemostasia sobre la zona de punción dejando tras 10 minutos de compresión un vendaje compresivo.

COMPLICACIONES

En la angioplastia de una CoAo existirán las complicaciones generales de un cateterismo y complicaciones específicas causadas por la intervención en esa zona anatómica concreta:

- Reestenosis de la zona como se ha citado anteriormente.
- La angioplastia con balón implica un desgarro de la íntima y la media que suele sanar, pero en ocasiones queda afectada la integridad vascular y hay un porcentaje significativo de aneurisma aórtico.
- Disección aórtica.
- Complicaciones neurológicas (ACVA).

BIBLIOGRAFÍA

1. L. Bergersen et al. *Balloon Dilatation and Stent Placement for Coartation*. En: Springer Science + Business Media, LLC. Congenital Heart Disease. First edition. New York. Springer; 2009: (pp 97-101).
2. PHe L, Liu F, Wu L, Qi CH, Zhang LF, Huang GY. *Percutaneous balloon angioplasty for severe native aortic coarctation in young infants less than 6 months: medium- to long-term follow-up*. Chin Med J (Engl). 2015 Apr 20;128(8):1021-5. doi: 10.4103/0366-6999.155069. PMID: 25881593; PMCID: PMC4832939.
3. Kothari SS, Juneja R, Saxena A, Reddy SC, Sharma S. *Balloon dilatation of simple aortic coarctation in neonates and infants*. Indian Heart J. 1998 Mar-Apr;50(2):187-92. PMID: 9622987
4. Redington AN, Booth P, Shore DF, Rigby ML. *Primary balloon dilatation of coarctation of the aorta in neonates.* Br Heart J. 1990 Oct;64(4):277-81. doi: 10.1136/hrt.64.4.277. PMID: 2223307; PMCID: PMC1024421.
5. Kothari SS, Juneja R, Saxena A, Reddy SC, Sharma S. *Balloon dilatation of simple aortic coarctation in neonates and infants*. Indian Heart J. 1998 Mar-Apr; 50(2):187-92. PMID: 9622987.
6. Redington AN, Booth P, Shore DF, Rigby ML. *Primary balloon dilatation of coarctation of the aorta in neonates*. Br Heart J. 1990 Oct;64(4):277-81. doi: 10.1136/hrt.64.4.277. PMID: 2223307; PMCID: PMC1024421.

TEMA 52

3. STENT AÓRTICO

M.ª Sonia López Reusch, M.ª Isabel Plaza Hernández

Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid.

La angioplastia con balón en la coartación y recoartación aórtica nativa ha sido controvertida desde su introducción en la década de los 80 por el alto porcentaje de recoartación y por el daño que sufre la capa íntima y media de la aorta al dilatar con el balón, este daño conlleva una incidencia relativamente alta de formación de aneurismas (del 2-20%, según bibliografías). La ventaja de los stents al implantarse es que fijan la íntima lesionada a la pared aórtica mejorando/curando su lesión, ya que le da la oportunidad de formar una neoíntima sobre el desgarro, evita el retroceso elástico del vaso y además sella las posibles disecciones agudas, lo que disminuye la tasa de aneurismas, recoartaciones y rotura aórtica. Por estas razones, el implante de stent aórtico se ha convertido en el tratamiento de elección tanto en la coartación nativa como en la recoartación en pacientes con más de 25-30 kg, en los cuales las arterias femorales tienen un calibre adecuado para el implante. Por debajo de este peso se suele optar por angioplastia con balón o cirugía.

Por tanto, las indicaciones para el implante de un stent en aorta serían:

- Tratamiento de elección en coartaciones de aorta nativas en niños a partir de los 25 kg.
- Pacientes que ha fracasado una angioplastia con balón o lesiones poco probables de ser resueltas con angioplastia.
- Si se ha producido un desgarro de la íntima con riesgo de disección tras una angioplastia.
- Pacientes que son malos candidatos a cirugía por diferentes motivos: cirugías previas o recientes, malos accesos vasculares u otras condiciones[1,2,3].

MATERIAL NECESARIO PARA IMPLANTAR STENT AÓRTICO

STENTS

Los stents son tubos ranurados con distintas composiciones biocompatibles como acero inoxidable (acero más cromo), nitinol (aleación de niquel y titanio), aleaciones con cobalto, con iridio, platino y otros metales que siguen investigando e incorporando las casas comerciales para su mejora, están recubiertos de material radiopaco para visualizarlos bajo la técnica de RX; formados por celdas cerradas que se abren cuando se expanden con un balón, son flexibles para que se puedan expandir y adaptarse a la forma del vaso, pero con la suficiente fuerza radial para que mantengan pegados a la pared del vaso y no se cierren, tienen diferentes longitudes y diámetros[4].

Existen varias marcas y cada una ofrece unas características, pero todas cumplen con la misma función, que es abrir la luz del vaso. Una característica importante que tienen que cumplir es que se pueda ampliar su diámetro en sucesivos cateterismos para acompañar al crecimiento de la aorta a medida que el niño crece. La elección del stent depende del conocimiento y experiencia del operador.

Existen stents ya premontados en un catéter balón como son los stents Formula® de Cook y stents que se tienen que montar/climpar sobre un balón para poder ser implantado como el CP stent® de Numed.

También existen stents recubiertos con un material extensible normalmente de eP-TFE (politetrafluoroetileno expandido) eficaces en la coartación y la recoartación, de elección en los casos con anatomía compleja, además su importancia como dispositivo de rescate en los casos de *stent* no recubierto cuando hay una complicación del tipo daño vascular o disección aórtica[3].

BALONES

Para implantar el stent se necesita montarlo sobre un balón adecuado a su medida. Existen balones de diferentes casas comerciales, los más conocidos los BIB balón® de Numed, que tienen doble balón, permiten al operador inflar un balón interno sin expandir del todo el stent y cuando esté en la posición correcta terminar de implantarlo con el segundo balón externo, los balones Cristal® del Balt, balones Power-flex-pro® de Cordis, también se pueden utilizar. No se suelen usar balones de alta presión por el riesgo que conlleva las rugosidades que se forman al desinflar y sacar el balón.

VAINAS

Las vainas limitan el procedimiento, ya que el niño ha de tener un peso como hemos dicho antes suficiente para que se pueda utilizar la vaina con el calibre adecuado para que pueda avanzar a través de ella el balón con el stent. Para ello, antes de comenzar el cateterismo se puede medir con técnica eco-doppler el calibre de la arteria femoral y una angiografía de la misma para decidir si es posible realizar el cateterismo con el material necesario, es decir, si la vaina necesaria para implantar el stent no supera el calibre de la arteria.

También necesita colocar una vaina con una longitud suficiente para abarcar desde el acceso en la piel hasta más allá de la lesión, a través de ella va a avanzar de manera protegida el balón con el stent montado para no lesionar el vaso. Cuando sea el momento de inflar el balón para implantar el stent, se retirará lo necesario para dejar libre el stent sobre la lesión.

GUÍAS

La guía por la que avanzará la vaina y el stent debe ser lo suficientemente rígida para superar la fuerza del flujo sanguíneo y dar soporte al avance del balón con el stent. Serán guías tipo super-stiff de punta larga y mínimamente traumática y flexible.

PROCEDIMIENTO

El procedimiento se realiza bajo anestesia general, con profilaxis antibiótica y heparinizado con dosis 1 mg/kg de peso tras la canalización de los introductores.

La vía de acceso más común es la arteria femoral tanto derecha como izquierda, se suele canalizar si el tamaño del niño lo permite, arteria radial para realizar los controles durante la colocación del stent, si esto no es posible los controles se harán a través de la vaina por la que sube el balón con el stent. Los introductores serán del menor tamaño posible, en radial 4 o 5Fr y en arteria femoral se suele comenzar con 4-5Fr para realizar el diagnóstico previo, pero habrá que intercambiarlo durante el procedimiento por la vaina que se necesite para subir el stent, puede llegar a ser 9-10Fr. Las punciones se harán ecoguiadas con técnica de Seldinger, en este momento se mide el calibre de la arteria femoral para confirmar que va a ser posible introducir la vaina que necesitamos para implantar el stent.

Tras obtener los accesos, se realiza el estudio del gradiente pre y post lesión con un catéter 4-5Fr tipo NIH y se realizará aortografía con la proyección del rayo adecuada para visualizar la lesión y poder tomar medidas, se puede realizar con el mismo tipo de catéter.

Posteriormente, se sube con un catéter una guía que dé suficiente soporte (0,035") tipo super-stiff y se deja alojada en ventrículo izquierdo, se retira catéter y sobre ella se avanza la vaina con el calibre adecuado para poder introducir el balón con el stent elegido.

Una vez alcanzado el punto de lesión, se retira la vaina para dejar libre el balón con el stent y pueda ser inflado. Se realizarán los controles a través del otro acceso radial con un catéter de 4-5Fr o si no ha sido posible a través de la vaina. Se infla el balón a las atmósferas que nos indique sus instrucciones con una jeringa con manómetro y el stent quedará implantado. Se puede repetir el inflado del balón en varias ocasiones para asegurarnos que queda bien expandido y uniforme. No se puede mantener mucho tiempo el balón inflado porque estamos obstruyendo el paso de la sangre hacia la aorta, tienen que ser inflados rápidos. Se retira con mucho cuidado el balón para que no se mueva el stent de su sitio.

Para finalizar y confirmar el resultado se realiza otra angiografía y se mide el gradiente pre y post stent confirmando que esté se ha reducido. Se retirará la vaina y el introductor radial, si se ha canalizado, y se comprimirá los puntos de punción para hacer hemostasia.

COMPLICACIONES

Las complicaciones específicas de este procedimiento son[1]:

- Rotura o trombosis de la arteria femoral.
- Migración del stent en el momento de la implantación: esto se podría resolver implantándolo y dilatándolo en una ubicación alternativa segura.

- Rotura aórtica aguda: tratamiento conservador si es una disección pequeña o implantando un stent recubierto en una disección más grande. Se actuaría igual si se produce un aneurisma.
- Hipertensión paradógica: se trataría con fármacos destinados a ello.
- Oclusión trombótica del stent: se podría tratar con trombólisis local.
- Endocarditis.

BIBLIOGRAFÍA

1. Shakeel A Qureshi. *Stenting in aortic coarctation and transverse arch/isthmus hypoplasia.* En Informa Healthcare, editor. Percutaneous Interventions for Congenital Heart Diseases. 2007. First edition. United Kingdom. Informa. p 474-492.
2. L. Bergersen et al. *Balloon Dilatation and Stent Placement for Coartation.* En: Springer Science + Business Media, LLC. Congenital Heart Disease. First edition. New York. Springer; 2009: (pp 97-101).
3. Gibb, J et al. *Resultados a medio plazo de la terapia con stent para la coartación aórtica en niños menores de 30 Kg con stent de perfil bajo de nueva generación: un estudio de seguimiento de la experiencia de un solo centro.* [internet] 2024. Volumen 45, pp 544-551. Disponible de: https://link.springer.com/article/10.1007/s00246-023-03402-8.
4. Charles E. Mullins, MD. *Cardiac Catheterization in congenital Heart Disease: Pediatric and Adult.* 2006. Blackwell Publishing, USA. First Edition. pp: 642-650.

TEMA 53

INTERVENCIONISMO PULMONAR

1. VALVULOPLASTIA PULMONAR

María Jesús Furones Guerra, Rosalia Incera Muela, José Carmelo Balsa Marco, Miguel Ángel Alor Gómez, María Esther Salcedo Aranguren, Luis Mariano Sandonís Ruiz

Hospital Universitario de Cruces, Baracaldo.

GLOSARIO

ACT: Tiempo de coagulación activada.

AVP: Atresia valvular pulmonar.

CC: Cardiopatías congénitas.

CIA: Comunicación interauricular.

CIV: Comunicación interventricular.

UCI: Unidad de cuidados intensivos.

VD: Ventrículo derecho.

1. INTRODUCCIÓN

La estenosis pulmonar es un estrechamiento del tracto de salida del flujo pulmonar que obstruye el flujo sanguíneo procedente del ventrículo derecho hacia la arteria pulmonar durante la sístole, es un defecto congénito que ocurre debido al desarrollo anormal del corazón del feto durante las primeras 8 semanas de embarazo, supone el 7-10% de las cardiopatías congénitas (CC) (**Figura 1**, Atresia Pulmonar). Aunque con frecuencia es un defecto aislado, puede asociarse a otras malformaciones congénitas[1,2,3,4].

La presentación clínica es variable, desde la estenosis crítica o la atresia valvular pulmonar (AVP) en el recién nacido hasta la estenosis leve que no precisa tratamiento.

Desde 1982, la valvuloplastia pulmonar percutánea es la técnica de elección para el tratamiento de la estenosis valvular pulmonar desde el recién nacido hasta la vida adulta. Su objetivo es la sobredistensión de los velos y el rasgado de estos a nivel del rafe comisural, mediante el ingreso de un catéter balón a través de un acceso venoso femoral (cuya medida en diámetro y longitud depende de la edad del paciente y el diámetro del anillo pulmonar)[2,5,6,7]. Con este procedimiento se logra aumentar el flujo sanguíneo a territorio pulmonar y disminuir la repercusión en el ventrículo derecho.

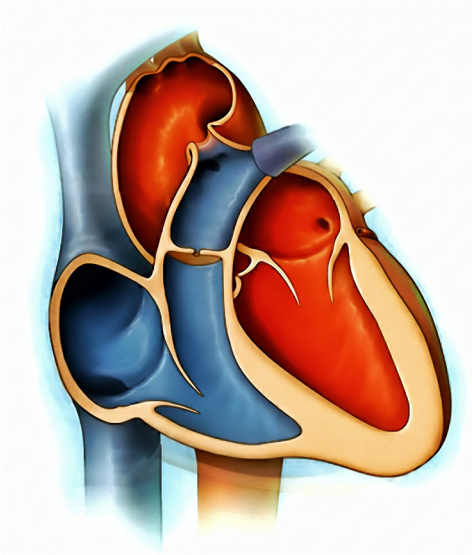


Figura 1. Atresia Pulmonar.
Fuente: elaboración propia.

La tasa de éxito inmediato del procedimiento es cercana al 90%, con una muy baja mortalidad (0,24%) y escasas complicaciones mayores (0,35%)[4,8].

2. INDICACIONES

La estenosis pulmonar puede darse a nivel subvalvular, valvular y supravalvular (si la estenosis es infundibular o supravalvular, la valvuloplastia no sería de elección).

- Estenosis valvular pulmonar. Las aletas de la válvula son más gruesas o más angostas de lo normal.
- Estenosis supravalvular pulmonar/ramas pulmonares. La parte de la arteria pulmonar justo por encima de la válvula pulmonar es más angosta de lo normal.
- Estenosis subvalvular pulmonar (infundibular). El músculo debajo del área de la válvula es más grueso de lo normal, esto estrecha el tracto de salida del ventrículo derecho.

La Estenosis Valvular Pulmonar puede presentarse en diversos grados, que se clasifican de acuerdo a la obstrucción del flujo:

- **Estenosis leve:** gradiente Doppler pico instantáneo < 36 mmHg o velocidad pico < 3 m/s). Curso normalmente benigno, compatible con una vida normal. La estenosis valvular pulmonar leve a moderada en la mayoría de los casos constituye una afección benigna, acianótica y que puede no requerir tratamiento a lo largo de su vida[1,2,4].
- **Estenosis moderada:** Gradiente Doppler pico instantáneo 36-64 mmHg o velocidad pico 3-4 m/s. Aunque con frecuencia es asintomática, la limitación al gasto cardiaco del ventrículo derecho (VD), puede dar lugar a la aparición de disnea o de fatiga con el ejercicio. Un 20% puede evolucionar hacia un grado mayor de obstrucción[1,2,4].

- **Estenosis grave:** gradiente Doppler pico instantáneo > 64 mmHg, velocidad pico > 4 m/s o gradiente Doppler medio > 40 mmHg. Se asocia con la presencia de sintomatología, disfunción del VD o cianosis. Siempre se indicará tratamiento[1,2,4]. (**Tabla 1:** gradientes de estenosis valvular pulmonar).

La estenosis valvular pulmonar leve a moderada en la mayoría de los casos constituye una afección benigna, acianótica y que puede no requerir tratamiento.

Considerar la realización de valvuloplastia pulmonar: si el gradiente transvalvular pico es mayor de 50 mmHG, si está sintomático (angor, síncope...), si se producen arritmias auriculares de difícil control, si se asocia a comunicación interauricular (CIA), o a comunicación interventricular (CIV), especialmente en *shunt* derecha-izquierda y si existe disfunción del VD[2,4,5].

TABLA 1. Gradientes de estenosis valvular pulmonar

GRADIENTE LEVE	GRADIENTE MODERADO	GRADIENTE SEVERO
25 a 49 mmHg	50 a 79 mmHg	> 80 mmHg

3. PROCEDIMIENTO

Administración de cefazolina 50 mg/kg/dosis o clindamicina 20 mg/kg/dosis (en casos de alergia) 30-60 minutos antes del procedimiento.

El paciente pediátrico debe encontrarse en decúbito dorsal, bajo anestesia general.

Asepsia y antisepsia de zonas inguinales con clorhexidina 2%.

En caso de recién nacidos debe mantenerse ductus permeable con el uso de prostaglandinas.

Abordaje en vena femoral derecha o izquierda, por técnica de *Seldinger* con introductor corto 4/5Fr. También pueden ser útiles otros accesos alternativos, como el yugular o el transhepático, especialmente en pacientes neonatales.

Después de colocar el introductor corto, se administra heparina 100 UI/kg, para mantener ACT> 250 segundos durante el procedimiento.

Se progresa a través del introductor corto 4/5Fr, un catéter-balón con control de flotación a favor de flujo tipo *Wedge* para cruzar la válvula estenótica, si la estenosis es crítica se puede intentar cruzar con catéteres multipropósito o *Judkins* derecho de 4/5Fr[3,9].

Se realizará medición del gradiente mediante catéter de agujero distal, el french (Fr) dependerá del introductor elegido en relación con el catéter-balón que se vaya a utilizar (normalmente en niños de más de un año el de elección será el de 6Fr y en neonatos el de 4 o 5Fr), para sondar la válvula pulmonar se suele utilizar guías hidrofílicas que oscila entre 0,014" y 0,035" y con punta en J para evitar lesiones vasculares[3,8].

Utilizando un catéter *Pigtail* 4/5Fr se realiza ventriculografía derecha.

Realizada la ventriculografía derecha se procede a realizar la medición del anillo pulmonar para escoger el catéter-balón a utilizar, normalmente se elegirá uno que tenga un diámetro del 120-150% del diámetro del anillo pulmonar (en neonatos no se elegirá uno que sobrepase el 120 % y en niños mayores se elige uno que se acerca más al 150%)[3,9].

Se progresa catéter multipropósito 4/5Fr a través de guía hidrofílica 0,035" x 180/260 cm que se puede dirigir hasta cualquiera de las ramas pulmonares.

Se hará el intercambio por una guía extrasoporte cuyo diámetro variará de 0,014" a 0,035", de acuerdo con el catéter balón a utilizar.

Posicionada la guía extrasoporte 0,014"–0,035", se retira el introductor corto para luego avanzar el catéter-balón a través de la guía extrasoporte hasta posicionar el balón a nivel de la válvula pulmonar.

Una vez posicionado el catéter-balón se infla con contraste diluido (contraste/solución salina 0,9% 1/3) hasta lo estipulado por el fabricante o hasta que desaparezca la muesca de estenosis valvular pulmonar, con una duración de 3-5 segundos, pudiéndose repetir el inflado del balón hasta en 3 ocasiones[3,8] (**Figura 2**, Valvuloplastia Pulmonar).

La longitud recomendable del balón es de 20 mm en los recién nacidos y los lactantes, de 30 mm en los pacientes pediátricos[1,2].

En recién nacidos cuando el orificio valvular es muy pequeño se procederá a predilatar la válvula, usando un balón coronario con diámetro de 2,5-3 mm y longitud 15-20 mm. En algunos casos se debe realizar dilatación progresiva con balones de distintos tamaños.

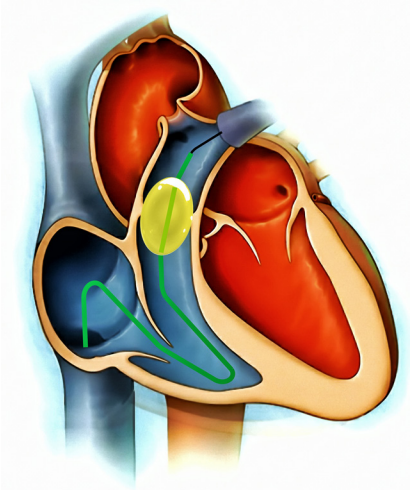


Figura 2. Valvuloplastia Pulmonar.
Fuente: elaboración propia.

Una vez realizada la dilatación se retira el catéter-balón y sobre la guía se vuelve a introducir el catéter de presiones para medir nuevo gradiente. Se considera la dilatación exitosa cuando la presión del VD no supera el 50% de la presión sistémica, o exista un gradiente pico pico menor a 30 mmHg[2,8].

Después de la dilatación valvular se procederá a retirar el catéter-balón e intercambiarlo por un catéter *Pigtail* 4/5Fr.

Finalmente, se realiza nueva ventriculografía para comprobar el estado de la válvula, para luego retirar catéter e introductor de vena femoral.

Se hace presión sobre zona de punción, se verifica pulsos periféricos y se coloca vendaje compresivo.

4. COMPLICACIONES[4,8]

COMPLICACIONES FRECUENTES

- Sangrado.
- Equimosis o dolor en zona de punción.
- Bradicardia transitoria.
- Extrasístoles.
- Caída de la presión sistémica durante el inflado del balón; la que retorna a la normalidad tras el desinflado del balón.
- Obstrucción infundibular reactiva que desaparece espontáneamente a los pocos días.
- Reestenosis e insuficiencia valvular pulmonar a largo plazo.

COMPLICACIONES POCO FRECUENTES

- Trombosis venosa periférica.
- Hematomas en zonas de punción.

5. CUIDADOS DE ENFERMERÍA[3,9]

Una vez finalizado el procedimiento, se retirarán el o los catéteres del cateterismo y se procederá a la realización de presión en la zona de punción, colocación de apósito, verificación de pulsos periféricos y mantenimiento de el o los miembros inferiores inmovilizados las primeras 12 horas.

Monitorizar color, temperatura y pulsos en miembros inferiores.

Recién nacidos y lactantes luego del procedimiento serán monitorizados en una unidad de cuidados intensivos.

A partir de 2 años serán monitorizados en una Unidad de Cuidados Intermedios/UCI, de acuerdo con disponibilidad de camas, con estancia de 6 12 horas o según evolución clínica.

De presentar gradiente residual infundibular mayor a 50 mmHg, se debe iniciar Propranolol vía endovenosa/oral.

Se debe tomar un electrocardiograma y ecocardiografía al día siguiente del procedimiento.

Los pacientes pueden ser dados de alta del hospital a las 24 horas de realización del procedimiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. Gutiérrez-Larraya Aguado F, Abelleira Pardeiro C, Balbacid Domingo E J. *Tratamiento percutáneo de la válvula pulmonar y las arterias pulmonares en cardiopatías congénitas*. Servicio de Cardiología Infantil, Hospital Universitario La Paz, Madrid, España. REC Interv Cardiol. 2021;3:119-128.
2. Rao PS. *Pulmonary valve stenosis*. En: Sievert H, Qureshi S, Wilson N, Hijazi I, editores. *Interventions in Structural, Valvular and Congenital Heart Disease*. 2ª ed. Nueva York: Taylor & Francis Group; 2015. p. 185-195.
3. Somoza F, Marino B. *Estenosis pulmonar valvular*. En: *Cardiopatías congénitas: Cardiología perinatal, conductas a seguir desde el feto al adulto*. 2ª ed. Buenos Aires: Ediciones Journal; 2016. p. 171-178.
4. Prieto LR, Latson LA. *Pulmonary stenosis*. En: Allen HD, editor. *Moss and Adams: Heart Disease in Infants, Children and Adolescents*. 9ª ed. Baltimore: Wolters Kluwer; 2016. p. 983-1007.
5. Narang R, Das G, Dev V, Goswami K, Saxena A, Shrivastava S. *Effect of the balloon-anulus ratio on the intermediate and follow-up results of pulmonary balloon valvuloplasty*. Cardiology. 1997;88(3):271-276. doi: 10.1159/000177342
6. McCrindle BW. *Independent predictors of long-term results after balloon pulmonary valvuloplasty*. Valvuloplasty and Angioplasty of Congenital Anomalies (VACA) Registry Investigators. Circulation. 1994;89(4):1751-1759. doi: 10.1161/01.cir.89.4.1751
7. Rao PS. *Percutaneous balloon pulmonary valvuloplasty: state of the art*. Catheter Cardiovasc Interv. 2007;69(5):747-763. doi: 10.1002/ccd.20982
8. Martín Moreiras J, Cruz González I. *Manual de Hemodinámica e Intervencionismo Cardiaco*. 3ª ed. Madrid: Ediciones Journal; 2022. p. 977-979.
9. Fernández Maese JM, García Aranda FJ, Gómez Fernández M, Ramírez Yáñez P, Rodríguez García-Abad V, Sánchez Hernández EM, Seoane Bello M (eds.). *Manual de Procedimientos de Enfermería en Hemodinámica y Cardiología Intervencionista*, Madrid, Asociación Española de Enfermería en Cardiología, 2014, 621 pp. ISBN 978-84-697-0208-6.p.401.

TEMA 53

2. ANGIOPLASTIA PULMONAR Y STENT PULMONAR

Manuela Asenjo, Susana Cobos, Carmen Arias, M.ª Isabel Torres, A. Calavia, P. Bueno

Sala de Hemodinámica Infantil H.G.U. Gregorio Marañón. Madrid.

GLOSARIO

ACT: Tiempo de coagulación activado.
AP: Arteria pulmonar.
APD: Arteria pulmonar derecha.
API: Arteria pulmonar izquierda.
APSI: Atresia pulmonar con septo íntegro.
BIS: Índice bispectral.
FC: Frecuencia cardiaca.
FR: Frecuencia respiratoria.
OAD: Oblicua, anterior derecha.
OAI: Oblicua, anterior izquierda.
PT: Tiempo de protrombina.
PTT: Tiempo de tromboplastina.
RMN: Resonancia magnética nuclear.
TC: Tomografía computerizada.
TSVD: Tracto de salida de ventrículo derecho.
VD: Ventrículo derecho.

1. INTRODUCCIÓN

La estenosis de las arterias pulmonares es una patología que puede manifestarse en el contexto de diversas cardiopatías congénitas, asociada a síndromes como Williams, Alagille, Noonan, rubéola y Ehlers-Danlos, o bien como consecuencia de una cirugía paliativa o correctora.

En cualquiera de estas situaciones, el tratamiento percutáneo transluminar mediante balón o stent puede, en algunos casos, ofrecer una solución definitiva a la enfermedad, mientras que en otros permite mejorar la situación clínica del paciente hasta que se pueda realizar un tratamiento definitivo.

Su incidencia es de aproximadamente el 2-3% de los pacientes con cardiopatía congénita[1], siendo más frecuente en aquellos con tetralogía de Fallot, atresia pulmonar

con septo íntegro (APSI), tras cirugías de unifocalización y en el contexto de los procedimientos de Norwood, Glenn y Fontan.

En el Registro Español de Intervencionismo en Cardiopatías Congénitas del año 2021[2], que recopiló datos de 16 centros, se registraron 108 angioplastias de la arteria pulmonar principal y 231 angioplastias de ramas pulmonares.

Del total de procedimientos, el 51,9% se realizó con balón convencional, el 45,8% con implante de stent, y solo un 2,2% con balón de corte. La primera experiencia en humanos de este procedimiento se llevó a cabo en 1983 en siete pacientes en el Boston Children's Hospital[1]. Desde entonces, su uso se ha expandido gracias a la introducción de nuevos materiales y al desarrollo de balones de alta presión y balones de corte (*Cutting Balloon*), cada vez más pequeños y con un mejor perfil.

La estenosis pulmonar puede afectar a tronco pulmonar como en el caso de la tetralogía de Fallot, a ramas pulmonares, lobares o pequeñas ramas periféricas. La sintomatología viene derivada del aumento de presión en el ventrículo derecho, pudiendo llegar a provocar disnea de esfuerzo, episodios de arritmias y disfunción grave del ventrículo.

Las indicaciones de tratamiento y los síntomas de la estenosis de rama pueden variar con la edad y los defectos cardiovasculares asociados, así como por el tamaño de los vasos a tratar y la evolución de estos durante el crecimiento del paciente.

Como criterios de repercusión hemodinámica para llevar a cabo el tratamiento encontramos:

- Gradiente mayor o igual de 20 mm de Hg.
- Estenosis angiográfica mayor o igual del 50%.
- Presión en VD o AP mayor de 60% de la sistémica o una asimetría mayor o igual 30% en la perfusión pulmonar por RMN o gammagrafía[3].

En la circulación de Fontan, incluso los pequeños estrechamientos son importantes; una diferencia de presión de 2 a 3 mmHg en la rama principal de la arteria pulmonar es motivo de intervención[4] **(Figuras 1 y 2)**.



Figura 1. Angiografía pulmonar en paciente en estadío de Fontan.

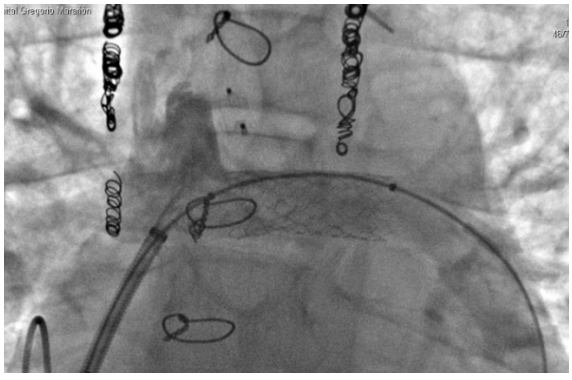


Figura 2. Estenosis tras implante de stent en la arteria pulmonar.

Fuente: Sala de Hemodinámica Infantil del H.G.U. Gregorio Marañón

En pacientes con estenosis grave de una rama pulmonar puede afectar al desarrollo y crecimiento del pulmón subyacente por "hipoplasia de la AP distal potencialmente irreversible debido a la hipoperfusión de los segmentos afectados, y puede desarrollarse hipertensión pulmonar en los vasos pulmonares no afectados, con aumento del flujo"[5].

La estenosis de la arteria pulmonar se clasifica según Gay *et al.* (1963)[6] en los siguientes tipos:

- **Tipo I:** estenosis que afecta al tronco pulmonar principal o a las ramas derecha e izquierda.
- **Tipo II:** estenosis que involucra la bifurcación de la arteria pulmonar que se extiende a ambas ramas.
- **Tipo III:** estenosis periféricas múltiples.
- **Tipo III:** estenosis combinadas centrales y periféricas.

El tratamiento de esta patología viene condicionado por el tamaño de los vasos a tratar y la evolución de estos durante el crecimiento del paciente.

La angioplastia con balón se recomienda en pacientes lactantes con lesiones estenótica aisladas que permiten que la arteria pueda aumentar de tamaño con el crecimiento del niño. Si fuese necesario se valoraría la colocación de un stent en un cateterismo posterior.

La principal limitación de la angioplastia con balón convencional es la reestenosis por recoil, lo que ha impulsado el uso de balones de alta presión e incluso de balones de corte (*Cutting Balloon*).

Estos balones generan microincisiones lineales, precisas y controladas en la íntima engrosada, facilitando su distensión y provocando un menor daño residual en comparación con los balones de alta presión[7].

En un estudio de Zsofia, *et al.*[8] se ha comprobado la utilidad en tratamiento con balón de estenosis aisladas o moderadas después de una cirugía de unifocalización y reconstrucción de la AP.

La dificultad técnica del procedimiento viene dada por el tamaño del material que se necesita para el implante del stent siendo este, en ocasiones, mayor que el acceso vascular de los pacientes.

Actualmente se está trabajando en stents premontados con menor perfil, que una vez implantados permiten, en procedimientos posteriores, redilataciones del stent, pudiendo aumentar el diámetro de este y acompañando al crecimiento del paciente.

Un aumento en el diámetro de la estenosis en más del 50%, una disminución en el gradiente de la estenosis en más del 50% y una disminución en la presión del ventrículo derecho en más del 20% en relación con la presión sistémica es considerado un procedimiento exitoso[3,4].

2. TÉCNICA

Como en la mayoría de los cateterismos en edad pediátrica, se recomienda realizarlos con sedación o bajo anestesia general, dependiendo de la edad, estado clínico del paciente o bien la complejidad del procedimiento.

Hay escenarios en los que el procedimiento se realiza en situaciones críticas de urgencia, como el implante de stent en el TSVD en pacientes con crisis de hipoxemia o en estenosis pulmonar tras cirugía de Norwood con conducto aortopulmonar. En estos casos se requiere un control absoluto del estado del paciente y se realiza con anestesia general e intubación.

Los pacientes con varias lesiones graves que requieran procedimientos largos o con presiones del VD sistémicas o suprasistemicas tienen más riesgo de sufrir inestabilidad hemodinamica o algún evento adverso y también se beneficiaran de la aplicación de anestesia general[1].

Por el contrario, en pacientes de mayor edad en los que el implante se realiza para mejorar su capacidad funcional, como es el caso de los pacientes con cirugía de Fontan con estenosis de rama pulmonar (suele ser izquierda), se pueden realizar con sedación y ventilación a través de mascarilla laríngea.

El procedimiento se realiza con monitorización de constantes vitales: FC, FR, saturación de oxígeno, TA y temperatura (especialmente en neonatos), con control de sedación mediante monitorización con BIS y con control de la saturación regional de oxígeno mediante monitor de INVOS. La canalización de acceso arterial para monitorización de PA está indicado en aquellos casos con riesgo de sufrir efectos adversos.

En cuanto a los accesos, la vena femoral es el acceso de elección en pacientes con una anatomía biventricular, la vena yugular en el caso de pacientes en estadio de Glenn y la arteria femoral en aquellos pacientes portadores de un conducto tras la cirugía de Norwood-Sano o fístula sistémico pulmonar para el acceso a las ramas pulmonares a través del conducto **(Figura 3)**.

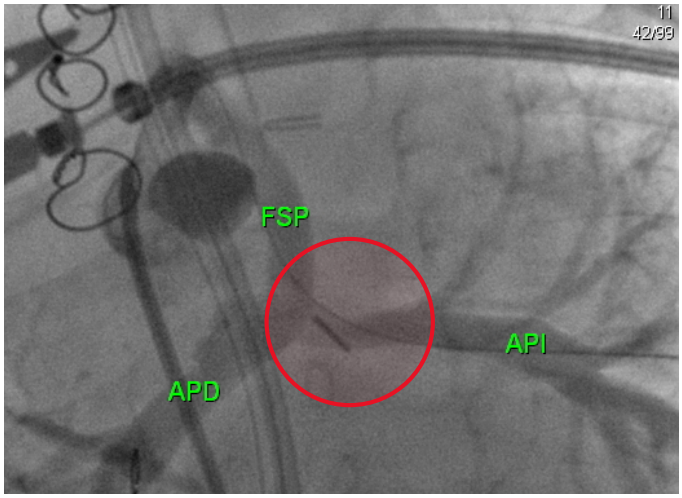


Figura 3. Sondaje de fístula sistémico pulmonar desde acceso arterial hasta estenosis de arteria pulmonar izquierda.

Fuente: Sala de Hemodinámica Infantil del H.G.U. Gregorio Marañón

En pacientes neonatales o lactantes sometidos a cirugía cardiaca que se haya diagnosticado estenosis de ramas pulmonares se puede realizar, mediante un procedimiento híbrido, el implante de stent en ramas pulmonares por acceso directo transtorácico.

Una vez conseguida la canalización de los accesos percutáneos se realiza heparinización del paciente con heparina sódica intravenosa, con una dosis estándar de 100 UI/kg, valorando la administración de nueva dosis pasada la hora de la administración en procedimientos largos y con controles de ACT reglados

El procedimiento se inicia con un estudio diagnóstico derecho con medición de presiones de ventrículo derecho, de ramas pulmonares derecha e izquierda y medición de presiones en retirada a través de las ramas pulmonares, como punto de partida del estado hemodinámico del paciente, así como la repercusión sobre el VD y su relación con la presión sistémica.

Para el estudio angiográfico se realiza una ventriculografía derecha para visualizar las posibles estenosis, el nivel y la gravedad de estas.

Las proyecciones para el estudio angiográfico son:

- **Para AP derecha:** proyección anteroposterior o una oblicua anterior derecha (OAD).
- **Para AP izquierda:** proyección oblicua anterior izquierda (OAI) con una ligera angulación caudal.

Pero en general y sobre todo en pacientes con cirugías previas será necesario personalizar los planos radiológicos a las características especiales de cada anatomía.

Los estudios angiográficos realizados con angiografía rotacional y reconstrucciones 3D mejoran la visualización de las estructuras permitiendo un mejor abordaje de la estenosis[1].

El diámetro inicial del balón generalmente debe ser de 3 a 3,5 veces el diámetro de la estenosis para que sea efectivo. Se debe tener cuidado con que el balón no supere inmediatamente 1,5 veces el diámetro normal del vaso[1].

Si se realiza la angioplastia con implante de stent optaremos por uno que se acople a un catéter-balón (o venga ya premontado) cuyo diámetro máximo de inflado sea 2,5 veces el diámetro mínimo de la lesión, valorando también los diámetros de las zonas preestenóticas y posestenóticas[9].

Una vez definida la o las estenosis y selecionado el material para el tratamiento, se realizará el sondaje selectivo de la de mayor significación. Se realiza con un catéter y una guía de bajo perfil para progresarlo lo más distalmente a la lesión, consiguiendo a través de él colocar una guía de alto soporte. Esta guía permite la utilización de vainas o catéter guía del calibre necesario para progresar, bien un balón, un Cutting-Ballon o un stent según la terapia que se requiera.

El uso de vainas tiene una doble utilidad: por un lado, protege las estructuras cardiacas de posibles lesiones que se puedan producir al progresar o retirar los balones. Y por otro lado permite la inyección de contraste para la comprobación del buen posi-

cionamiento del dispositivo antes de su dilatación o implante. También permite en caso de complicaciones (flaps, aneurisma o rotura) un acceso a la lesión más rápida y sencilla para su tratamiento.

Se progresa la vaina con su dilatador a través de la estenosis hasta sobrepasarla, se retira el dilatador y se progresa el balón / balón + stent hasta el lugar de la estenosis, retirando a continuación la vaina y descubriendo el balón.

Una vez conseguida la posición idónea (en la medida de lo posible el inflado del balón se realizará en la zona media de la estenosis) se realiza el inflado teniendo precaución de haber expuesto la totalidad del balón fuera de la vaina y que no interfiera con estructuras adyacentes (por ejemplo, válvulas o arterias lobares distales más pequeñas). En el caso de los balones con cuchillas, el inflado y desinflado se realiza lentamente permitiendo que las cuchillas se desplieguen y se plieguen adecuadamente.

La presión máxima de inflado se mantiene durante 5-30 seg si el paciente está hemodinámicamente estable[3].

En los casos de estenosis elásticas en que la terapia con balón convencional o de alta presión no resuelva la estenosis, tiene utilidad el uso de balón con cuchillas transversales o *Cutting-Ballon*. Pero su uso tiene ciertas limitaciones porque debido a la rigidez que le confieren las cuchillas no siempre se consigue su manejo y progresión a través de la estenosis.

En aquellos casos en que no sea efectiva la angioplastia con balón será necesario el implante de un stent aunque su uso esté limitado en pacientes neonatos y lactantes.

La limitación principal del stent en su uso en estos pacientes se debe a la necesidad de vainas de gran tamaño para su implante y que requeriría reintervenciones sucesivas para aumentar el calibre acompañando al crecimiento del vaso.

Descrita esta técnica por Mullins en 1980, proporciona soporte estructural y evita la reestenosis inmediata y los resultados a medio y largo plazo son mejores que la angioplastia convencional[3].

En el caso de implante de stent es importante el buen posicionamiento de este siendo necesaria la verificación a través de pequeñas inyecciones de contraste.

El implante del stent ya sea premontado o no se realiza con jeringa con manómetro para control de la presión de inflado hasta la presión nominal o de rotura.

Tanto en angioplastia convencional con balón o angioplastia con stent se realiza una angiografía para comprobación de la integridad del vaso afecto y el buen posicionamiento del dispositivo.

¿Cuando usar un stent no premontado o premontado?

Los stents premontados tienen un perfil más bajo pudiendo implantarse a través de vainas de 5 o 6Fr permitiendo su uso en pacientes de menor peso (por ejemplo, Stent Fórmula de Cook). Los no premontados puede llegar a diámetros mayores, no siendo necesaria su redilatación posterior, pero precisan vaina para su implante de mayor calibre (10-11-12Fr)[10].

En general se recomienda el uso de stents expandibles de celdas abiertas en balones de alta fuerza radial con posibilidad de redilatación hasta diámetros lo más cercano al diámetro previsto al final del desarrollo del árbol arterial. Y es por ello por lo que no se recomienda el uso de stents autoexpandibles ya que la posibilidad de sobreexpansión con balón es muy limitada y además la fuerza radial que ejerce sobre la pared del vaso puede estimular la hiperplasia de la íntima aumentando el riesgo de proliferación endotelial[1].

Los stents son eficaces para la estenosis congénita de la arteria pulmonar, la estenosis posquirúrgica o la estenosis debida a la compresión externa de otras estructuras[11]. También se recomienda este tipo de tratamiento en pacientes mayores de 20 kg, ya que se reduce el riesgo de reestenosis, manteniendo un diámetro estable sin aumento de gradiente a través del implante durante más tiempo.

Excepcionalmente, se considera el uso del implante de stent en pacientes más pequeños con lesiones abruptas como estrategia de rescate siempre y cuando sea un paciente que va a requerir nuevas intervenciones quirúrgicas en la zona (por ejemplo, estenosis de ramas pulmonares en estadios de Norwood).

En estenosis cercanas a la bifurcación de ramas pulmonares, se utiliza la técnica del implante de stent sobre la estenosis y sobre la rama de la bifurcación y posteriormente se progresa una guía a través de los *struts* hacia la rama que ha quedado ocluida y se progresa un balón para la apertura de los *struts* dando flujo de esta **(Figuras 4 y 5)**.

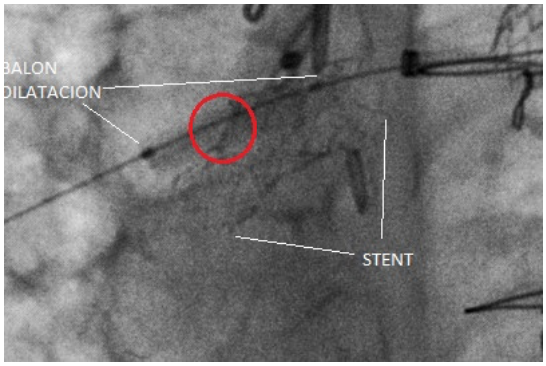


Figura 4. Dilatación de *strut* del stent en APD con balón.

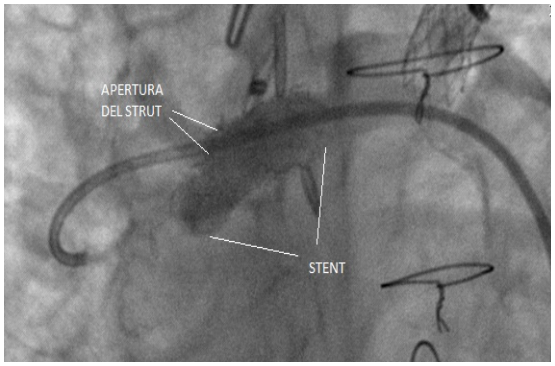


Figura 5. Pigtail a través de la dilatación del *strut* del *stent* implantado en APD.

Fuente: Sala de Hemodinámica Infantil del H.G.U. Gregorio Marañón.

Inclusive se puede realizar el implante de otro stent en la dilatación realizada dando una imagen de stent en “Y” o en “pantalón”.

En cuanto al uso de stents recubiertos son especialmente útiles en vasos muy estenóticos para evitar el sangrado en el caso de disección del vaso y su uso en aquellas arterias que presenten aneurismas, proporcionando un sellado de las mismas. "Las desventajas de este tipo de stents incluyen la necesidad de vainas mas grandes para su implante y la dificultad encontrada cuando un stent cubierto se despliega en una posición en la que se cruza una rama lateral importante”[11].

NUEVAS TÉCNICAS Y MATERIALES

Hasta hace pocos años, los materiales y dispositivos utilizados en hemodinámica pediátrica no estaban diseñados específicamente para pacientes pediátricos, por lo que se adaptaban productos originalmente fabricados para pacientes adultos, como catéteres, balones y stents coronarios o vasculares periféricos.

En los últimos años, sin embargo, han surgido introductores de diámetros menores de 4Fr, catéteres de 3,3Fr para neonatos e incluso dispositivos de cierre de ductus para pacientes de bajo peso. Además, se están llevando a cabo pruebas preliminares con stents de muy bajo perfil, diseñados para su implantación en bebés, con la capacidad de sobredilatarse hasta diámetros propios de la edad adulta[6].

En la última década, se ha comenzado a utilizar balones impregnados con medicación (paclitaxel/sirolimus) para su liberación local en casos de reestenosis arterial periférica, lo que podría resultar beneficioso en el tratamiento de estenosis de arterias pulmonares lobares periféricas.

La tendencia actual se orienta hacia un tratamiento personalizado, especialmente en pacientes con cardiopatías congénitas, quienes, debido a su patología o a las diversas cirugías a las que han sido sometidos, presentan una anatomía no uniforme. Estos pacientes pueden beneficiarse del desarrollo de biomodelos 3D personalizados, que permiten una planificación más precisa y adaptada a sus necesidades.

Estos biomodelos necesitan de un estudio de TC y RMN a partir de la cual se realiza un impresión en base de silicona o material similar que va a permitir el estudio de la anatomía y una "cateterización *in vitro*" analizando la mejor estrategia terapéutica de la estenosis.

3. RESULTADOS

El tratamiento percutáneo debe:

- Mejorar el gasto cardiaco.
- Aliviar la presión del VD.
- Reequilibrar la distribución de flujo a ambos pulmones.
- Mejorar la clase funcional, capacidad de esfuerzo y el pronóstico en pacientes con fisiología univentricular o biventricular[3].

A largo plazo, el uso de stents suele provocar la proliferación de la neoíntima, cubriendo la superficie interna del dispositivo dentro de los primeros seis meses tras su implantación.

Cuando la proliferación neoíntima es significativa, puede dar lugar a reestenosis del vaso, afectando la eficacia del tratamiento. La tasa de reestenosis reportada oscila entre el 1,5% y el 4%[11].

4. COMPLICACIONES

La angioplastia con o sin stent es una técnica relativamente segura y siempre se deberá realizar por personal entrenado en ella.

En varios estudios previos, se han descrito complicaciones del tratamiento con dilatación con balón de la estenosis de la arteria pulmonar entre el 6 y el 13% de los pacientes y en relación con la colocación de stent en menos del 5%[3], pero un estudio de análisis de 1300 procedimientos de 2011, Holzer *et al*. describen la aparición de eventos adversos en un 20% de los casos.

Estos eventos adversos pueden ser leves (locales y autolimitados), graves o muerte.

Las complicaciones pueden estar directamente relacionadas con la aplicación de la terapia en el vaso, como roturas vasculares, aparición de flaps vasculares, aneurismas, migración del stent o hemoptisis por sangrado pulmonar.

También pueden deberse a la situación clínica del paciente, incluyendo hipotensión por hipoperfusión pulmonar y arritmias provocadas por la estimulación con guías o catéteres. También está descrito el edema por reperfusión en pacientes mayores con cianosis crónica[3].

En el año 2021, el Registro Español de Intervencionismo en Cardiopatías Congénitas reportó, en procedimientos de angioplastia sobre la arteria pulmonar principal, dos embolizaciones de stent y un caso de derrame pleural.

En cuanto a la angioplastia sobre ramas pulmonares, se registraron cuatro complicaciones, incluyendo dos disecciones vasculares, una hemorragia pulmonar y una isquemia[2].

5. CUIDADOS DE ENFERMERÍA AL PACIENTE PEDIÁTRICO SOMETIDO A ANGIOPLASTIA PULMONAR

Los cuidados de enfermería en los pacientes pediátricos sometidos a una angioplastia pulmonar son los mismos que los estándar que se aplican en otros procedimientos intervencionistas.

A destacar los siguientes diagnósticos:[12]

- **[00004] Riesgo de infección.**
- **[00039] Riesgo de aspiración.**
- **[00254] Riesgo de hipotermia perioperatoria.**
- **[00254] Riesgo de lesión postural perioperatoria.**
- **[00025] Riesgo de desequilibrio del volumen de líquidos.**
- **[00206] Riesgo de sangrado.**

PATRÓN 1:

[00004] Riesgo de infección

Definición: susceptible de sufrir una invasión y multiplicación de organismos patógenos, que pueden comprometer la salud.

Intervenciones enfermeras

- **[2314] Administración de medicación: intravenosa (IV)**
  - ✓ Seguir las diez reglas de la administración. Correcta de medicación.
  - ✓ Tomar nota de los antecedentes médicos y de alergias del paciente.
  - ✓ Verificar la colocación y la permeabilidad del catéter IV.
  - ✓ Mantener la esterilidad del sistema IV permeable.
  - ✓ Administrar la medicación IV a la velocidad adecuada.
  - ✓ Lavar llave con una solución adecuada antes y después de administrar la medicación, según protocolo.
  - ✓ Comprobar la presencia de infiltración y flebitis en el lugar de infusión.
- **[3590] Vigilancia de la piel**
  - ✓ Vigilar el estado del punto de inyección.
  - ✓ Observar si hay enrojecimiento, calor extremo, edema o drenaje en la piel y las mucosas.
  - ✓ Observar si hay zonas de presión y fricción.
  - ✓ Observar si hay infecciones.
- **[6540] Control de infecciones**
  - ✓ Lavarse las manos antes y después de cada actividad de cuidados de pacientes.
  - ✓ Usar guantes según lo exigen las normas de precaución universal.
  - ✓ Garantizar una manipulación aséptica de todas las vías IV.
  - ✓ Enseñar al paciente y a la familia a evitar infecciones.

PATRÓN 2:

[00039] Riesgo de aspiración

Definición: susceptible a la penetración de secreciones gastrointestinales, orofaríngeas, sólidos o líquidos en el árbol traqueobronquial, que puede comprometer la salud.

Intervenciones enfermeras

- **[3302] Manejo de la ventilación mecánica**
  - ✓ Controlar las conexiones del ventilador.
  - ✓ Iniciar la configuración y aplicación del ventilador.
  - ✓ Asegurar que las alarmas están conectadas.
  - ✓ Controlar de forma rutinaria los parámetros del ventilador.
  - ✓ Asegurar la presencia del equipo de emergencia a la cabecera del paciente.
- **[31600] Aspiración de la vía aérea**
  - ✓ Determinar la necesidad de aspiración.
  - ✓ Seleccionar una sonda de aspiración que sea la mitad del diámetro interior del tubo endotraqueal.
  - ✓ Monitorizar el estado de oxigenación del paciente, estado neurológico y hemodinámico (PA y ritmo cardiaco) antes, durante y después de la succión.
  - ✓ Controlar y observar el color, cantidad y consistencia de las secreciones.
- **[2870] Cuidados posanestesia**
  - ✓ Comprobar oxigenación y administrar oxígeno si procede.
  - ✓ Administrar medidas de calentamiento (mantas calientes o de convección).
  - ✓ Controlar el retorno de la función sensorial y motora.
  - ✓ Satisfacer las necesidades de seguridad del paciente.

[00254] Riesgo de hipotermia perioperatoria

Definición: susceptible de sufrir un descenso accidental de la temperatura corporal central por debajo de 36 °C / 96,8 °F que puede ocurrir desde una hora antes hasta 24 horas después de la cirugía y que puede comprometer la salud.

Intervenciones de enfermería

- **[6480] Manejo ambiental**
  - ✓ Evitar las exposiciones innecesarias, corrientes, exceso de calefacción o frío.
  - ✓ Ajustar una temperatura ambiental adaptada a las necesidades del paciente.
- **[3902] Regulación de la temperatura perioperatoria**
  - ✓ Precalentar al paciente con el dispositivo de calentamiento activo durante al menos 15 min antes de la anestesia.
  - ✓ Proporcionar soluciones de irrigación caliente o fría, según el caso.

- ✓ Monitorizar temperatura corporal central continua.
- ✓ Hacer uso de medidas físicas (mantas, sábana).

[00254] Riesgo de lesión postural perioperatoria

Definición: Susceptible de padecer cambios anatómicos y físicos accidentales como consecuencia de la postura o el posicionamiento del equipo usado durante un procedimiento quirúrgico, que pueden comprometer la salud.

Intervenciones de enfermería

- **[29200] Precauciones quirúrgicas**
  - ✓ Comprobar el aislamiento a tierra del monitor.
  - ✓ Participar en la sesión de verificación preoperatoria.
  - ✓ Verificar que el paciente no está en contacto con ningún objeto metálico.
  - ✓ Observar si hay lesiones en la piel del paciente después de usar electrocirugía.
  - ✓ Tomar precauciones antes de comenzar la cirugía contra las radiaciones ionizantes o usar equipos de protección si lo requiere.
- **[842] Cambio de posición intraoperatorio**
  - ✓ Determinar la duración, tipo de procedimiento, requisitos de anestesia, la edad del paciente, su peso corporal y el tratamiento actual con medicamentos.
  - ✓ Identificar las situaciones quirúrgicas de alto riesgo (procedimiento >2 h, presión excesiva continua en ciertas áreas del cuerpo).
  - ✓ Mantener la alineación corporal correcta.
  - ✓ Comprobar la integridad de la piel.
  - ✓ Colocar material acolchado en las prominencias óseas.
  - ✓ Asegurarse de que el equipo o el personal no ejerza presión sobre el paciente durante el procedimiento.
  - ✓ Consultar con anestesia antes del traslado y coordinar la transferencia.
  - ✓ Proteger todos los tubos, drenajes, sondas.
- **[6545] Control de infecciones: intraoperatorio**
  - ✓ Limitar y controlar la circulación de personas en el quirófano.
  - ✓ Realizar lavado quirúrgico.
  - ✓ Asegurarse de que el personal de quirófano viste las prendas apropiadas.

- ✓ Inspeccionar la piel/tejidos alrededor de la herida quirúrgica.
- ✓ Monitorizar la esterilidad del campo quirúrgico.

- **[3440] Cuidados del sitio de incisión**
  - ✓ Limpiar la zona que rodea la incisión con una solución antiséptica apropiada.
  - ✓ Vigilar el proceso de curación en el sitio de incisión.
  - ✓ Aplicar el vendaje adecuado.

[00025] Riesgo de desequilibrio del volumen de líquidos

Definición: susceptible de una disminución, aumento o cambio rápido de un espacio a otro del líquido intravascular, intersticial o intracelular, que puede comprometer la salud.

Intervenciones de enfermería

- **[4030] Administración de hemoderivados**
  - ✓ Verificar las órdenes del médico.
  - ✓ Obtener la historia de transfusiones del paciente.
  - ✓ Obtener o comprobar el consentimiento informado del paciente.
  - ✓ Verificar que el hemoderivado se ha preparado y clasificado, que se ha determinado el grupo y que se han realizado las pruebas cruzadas (si corresponde) para el receptor.
  - ✓ Verificar que sea correcto el paciente, el grupo sanguíneo, el grupo Rh, el número de unidad y la fecha de caducidad, y registrar según el protocolo del centro.
- **[4020] Disminución de la hemorragia**
  - ✓ Identificar la causa de la hemorragia.
  - ✓ Monitorizar de forma exhaustiva al paciente en busca de una hemorragia.
  - ✓ Aplicar presión directa o un vendaje compresivo, si está indicado.
  - ✓ Observar la cantidad y naturaleza de la pérdida de sangre.
  - ✓ Monitorizar el tamaño y características de los hematomas, si están presentes.
  - ✓ Registrar el nivel de hemoglobina/hematocrito antes y después de la pérdida de sangre.
  - ✓ Monitorizar la presión arterial y los parámetros hemodinámicos, si están disponibles (por ejemplo, presión venosa central y presión capilar pulmonar/de enclavamiento de la arteria pulmonar).

- ✓ Monitorizar estudios de coagulación, incluyendo tiempo de protrombina (PT), tiempo parcial de tromboplastina (PTT), fibrinógeno, productos de degradación de la fibrina/productos fraccionados y recuentos plaquetarios, según corresponda.
- ✓ Monitorizar los factores determinantes del aporte tisular de oxígeno (Pa O2, Sat O2, niveles de hemoglobina y gasto cardiaco), si se dispusiera de ellos.
- ✓ Monitorizar la función neurológica.

- **[4250] Manejo del shock**
  - ✓ Administrar líquidos IV mientras se controlan las presiones hemodinámicas y la diuresis, según corresponda.
  - ✓ Administrar líquidos cristaloides o coloides IV según corresponda.
  - ✓ Administrar concentrados de eritrocitos, plasma fresco congelado o plaquetas, según corresponda.
  - ✓ Monitorizar el estado hiperdinámico del shock séptico tras la reanimación con líquidos (por ejemplo, aumento del gasto cardiaco, disminución de la resistencia vascular sistémica [RVS], piel enrojecida o temperatura aumentada).
  - ✓ Administrar vasopresores, según corresponda.
  - ✓ Administrar antiarrítmicos, según corresponda.
  - ✓ Iniciar la administración temprana de antibióticos y comprobar cuidadosamente su eficacia, según corresponda.

PATRÓN 4

[00206] Riesgo de sangrado

Definición: susceptible de disminución del volumen de sangre, que puede comprometer la salud.

Intervenciones de enfermería

- **[2000] Manejo de electrolitos**
  - ✓ Mantener un acceso IV permeable.
  - ✓ Mantener una solución intravenosa que contenga electrolitos a un flujo constante.
- **[4020] Disminución de la hemorragia. Monitorización continua**
  - ✓ Observar cantidad y naturaleza de la pérdida de sangre.
  - ✓ Aplicar hemostáticos (absorbibles, etc.).
  - ✓ Administrar hemoderivados para transfusión si precisa.

- **[4030] Administración de hemoderivados**
  - ✓ Verificar las órdenes del médico.
  - ✓ Obtener o comprobar el consentimiento informado del paciente.
  - ✓ Verificar que el hemoderivado se ha preparado y clasificado, que se ha determinado el grupo y que se han realizado las pruebas cruzadas.
  - ✓ Verificar que sea correcto el paciente, el grupo sanguíneo, el grupo Rh, el número de unidad y la fecha de caducidad, y registrar según el protocolo del centro.
  - ✓ Monitorizar los signos vitales (por ejemplo, estado basal, durante y después de la transfusión).
  - ✓ Monitorizar la aparición de reacciones transfusionales.
  - ✓ Registrar el volumen transfundido.

BIBLIOGRAFÍA

1. Latson L. *Pulmonary artery stenosis.* En: Sievert H, Qureshi SA, Wilson N, Hijazi ZM, editores. *Interventions in Structural, Valvular and Congenital Heart Disease*. 2ª ed. Londres: CRC Press; 2015. p. 681-688
2. Ballesteros F, Coserría F, Freixa X, Amat-Santos IJ, Balbacid E, Betrián P, Blanco R, Carrasco JI, del Cerro MJ, Flores M, Gómez A, Insa B, Navalón MJ, Ojeda S, Rueda F, Sánchez J, Sanz-Ruiz R, Zabala JI. *Registro español de intervencionismo en cardiopatías congénitas.* II informe oficial de la ACI-SEC y el GTH-SECPCC (2021)REC Interv Cardiol. 2023;5:185-192.
3. Gutiérrez-Larraya F, Abelleira C, Balbacid JE. *Tratamiento percutáneo de la válvula pulmonar y las arterias pulmonares en cardiopatías congénitas.* REC Interv Cardiol. 2021;3(2):119-128.
4. Sinisalo J, Pihkala J. *Keuhkovaltimoahtaumien perkutaaninen hoito* [*Percutaneous treatment of pulmonary artery stenosis*] Lääketieteellinen aikakauskirja duodecim [Medical periodical duodecim]. 2013;129(3):302-8.
5. Goldstein BH, Kreutzer J. *Transcatheter Intervention for Congenital Defects Involving the Great Vessels: JACC Review Topic of the Week.* J Am Coll Cardiol. 2021;77(1):80-96. doi: 10.1016/j.jacc.2020.11.019
6. Franch Rh, Gay Bb Jr. *Congenital Stenosis of the Pulmonary Artery Branches. A Classification, with Postmortem Findings in Two Cases*. Am J Med. 1963;35:512-529. doi: 10.1016/0002-9343(63)90149-9
7. Peirone A, Contreras A, Cabrera M, Ferrero Guadagnoli A, Gentiletti A, Schroh A, Laghezza L, Juaneda I, Díaz J, , Kreutzer C. *Pulmonary Artery Branch Stent Implantation in Congenital Heart Disease: A 10-Year Multicenter Experience*. Revista Argentina de Cardiología [Internet]. 2016;84(1):20-24.
8. Long ZB, Adamson GT, Peng LF, et al. *Balloon Angioplasty for Pulmonary Artery Stenosis After Complete Unifocalization and Repair of Tetralogy of Fallot With Major Aortopulmonary Collaterals.* J Invasive Cardiol. 2021;33(5):E378-E386. doi: 10.25270/jic/20.00516

9. Zahn EM, Abbott E, Tailor N, Sathanandam S, Armer D. *Preliminary testing and evaluation of the renata minima stent, an infant stent capable of achieving adult dimensions.* Catheter Cardiovasc Interv. 2021;98(1):117-127. doi: 10.1002/ccd.29706
10. Coserria F, Santos J, Descalzo A. *Angioplastia con stent de ramas pulmonares en cardiopatías congénitas: ¿Cuándo? ¿Cómo?* Cardiocore. 2013;48(1):4-7.
11. Zablah JE, Morgan GJ. *Pulmonary Artery Stenting.* Interv Cardiol Clin. 2019;8(1):33-46. doi: 10.1016/j.iccl.2018.08.005
12. Diagnósticos enfermeros – NNN Consult: Acceso Web Unificado a la UCM (Web SSO) [Internet]. sso.ucm.es. Disponible en: https://www-nnnconsult-com.bucm.idm.oclc.org/nanda/pat

TEMA 53

3. IMPLANTE DE VÁLVULA PULMONAR

Aránzazu Molina Nieto, Jael Voces Álvarez, Mercedes Becerra Sieira, Francisco Javier Zamorano Andrino, María Carmen Lamas Salvado, Carmen Fernández Pérez

Hospital Universitario de A Coruña. A Coruña.

1. INTRODUCCIÓN

El implante de válvula pulmonar es una técnica que permite la colocación percutánea de una prótesis valvular biológica en la zona afectada, representando un gran avance en el tratamiento de pacientes con cardiopatías congénitas.

Las enfermedades congénitas han despertado un constante interés de mejora entre los profesionales sanitarios, lo que ha impulsado avances en cirugía, intervencionismo y técnicas de imagen. Gracias a estos progresos, el implante de válvula pulmonar, iniciado en el año 2000, ha alcanzado cifras históricas, con más de 10.000 procedimientos realizados en todo el mundo[1].

	Balloon expandable or self-expanding	Valve material	Stent/frame material	Year of first published implant	Country of origin	Valve sizes at implant	Pre-procedural imaging	Suitable anatomy	Frame width (mm)	Frame length (mm)
Medtronic Melody Valve 	Balloon expandable	Bovine jugular vein	Platinum iridium	2000	England	18, 20, 22 mm	TTE, can consider cross-sectional imaging	Conduit, bioprosthetic valve	Same as implanted valve size	28, 30
Edwards SAPIEN Transcatheter Heart Valve 	Balloon expandable	Bovine pericardium	Cobalt chromium	2006	United States	20, 23, 26, 29 mm	TTE, can consider cross-sectional imaging	Conduit, bioprosthetic valve, native RVOT	Same as implanted valve size	15.5, 18, 20, 22.5
Medtronic Harmony Valve 	Self-expanding	Porcine pericardium	Nitinol	2013	United States	22, 25 mm	ECG gated CTA	Native RVOT	22, 25	55, 51
Edwards Alterra Adaptive Prestent 	Self-expanding	NA	Nitinol	2018	United States	Accommodates 29 mm S3 THV	ECG gated CTA	Native RVOT	40	49
Med-Zenith PT-Valve 	Self-expanding	Porcine pericardium	Nitinol	2019	China	20, 23, 26	ECG gated CTA	Native RVOT	28, 32, 36, 40, 44	38-54
Pulsta Valve 	Self-expanding	Porcine pericardium	Nitinol	2018	South Korea	18-28 in 2 mm increments	TTE or CTA	Native RVOT	22-32	28-38
Venus P-valve 	Self-expanding	Porcine pericardium	Nitinol	2014	China	18-36 in 2 mm increments	Cardiac MRI	Native RVOT	28-46	25-30 (does not include flared ends)

Figura 1. Comparación de los tipos de válvulas y prestent. TTE, eco transtorácica; RVOT, tracto de salida del VD; NA, no aplica; S3 THV, válvula cardiaca transcateter Sapien S3.

Existen dos tipos de prótesis, descritas en la **figura 1:**[2]

1. **Las expandibles** con balón son más antiguas y con más recorrido histórico en todo el mundo. Disponen de una mayor fuerza radial, con una capacidad para controlar el diámetro a alcanzar. Ejemplos: Melody, Sapien, Myval.
2. **Las autoexpandibles** son válvulas más recientes, más largas y no se tiene control sobre el diámetro a alcanzar. Ejemplos: Venus P, Harmony, Pulsta.

El primer implante de una válvula pulmonar registrado y documentado (Melody) fue diseñado para implantarlo de manera percutánea. Se trata de una válvula compuesta de un segmento de vena yugular bovina con su válvula venosa y que está suturada en un stent expansible de hasta 22-24 mm de diámetro[3].

El objetivo principal de estas prótesis es corregir la estenosis en pacientes que han sido operados con implante de conducto entre la arteria pulmonar y el ventrículo derecho, consiguiendo la dilatación de la arteria y el implante de la prótesis, evitando así cirugías posteriores por aumento de edad y mejorando, entre otras patologías, la disfunción del ventrículo derecho (VD).

2. INDICACIONES

Las indicaciones generales para la implantación de este tipo de prótesis tienen que ver con las enfermedades congénitas, que supongan en el paciente una estenosis o insuficiencia pulmonar severa, como por ejemplo, la tetralogía de Fallot, entre otras.

Las guías europeas y norteamericanas establecen indicadores similares para el recambio de prótesis valvular percutánea y el recambio quirúrgico[4].

Si bien el manejo de los pacientes sintomáticos no genera dudas, el tratamiento de los pacientes asintomáticos sigue siendo motivo de controversia. De hecho, muchos protocolos en distintos centros insisten en que deben cumplirse criterios específicos para proceder con la intervención[3,5].

1. Datos electrocardiográficos donde el paciente presente prolongación de QRS >180ms.

Y al menos uno de los siguientes:

2. Obstrucción grave de tracto de salida ventrículo derecho (TSVD).
    - Presión VD 75% de la tensión sistémica sin síntomas..
    - Gradiente pico/medio por ecografía 50/35 mmHg
3. Insuficiencia pulmonar moderada-grave: suma de fracción de regurgitación con valor + de 25% en una RM más otro de los siguientes valores:
    - Volumen telediastólico de VD >150 ml/m^2.
    - Volumen telesistólico de VD >70 ml/m^2.

- Volumen telediastólico VI <65ml/m^2.
- Fracción de eyección de VD (FEVD) <45%.

3. MATERIALES

- **Introductores y dilatadores:** introductores 4-6F, Vaina DrySeal, Flexor Check-Flo, Vaina Mullins. Dilatadores de varios tamaños: de 14 a 18F.
- **Guías:** 0,035" estándar, hidrofílicas y de alto soporte: Back-Up Meier, Amplatz Super Stiff, Amplatz Extra Stiff, Lunderquist.
- **Cateteres:** Multipropósito, Multi-track, Pigtail, Judkins derecho e izquierdo, Berman de presiones.
- **Balones:** según disponibilidad del centro, por ejemplo: Atlas Gold, BIB balloon, Z-Med II, Cristal balloon, Mullins.
- **Stents recubiertos o no recubiertos:** según disponibilidad del centro, por ejemplo: Stent Numed CP, AndraStent XL o XXL, Andrastent R.
- **Sistema de liberación:** el compatible con la válvula que va a ser implantada. Por ejemplo, Ensemble II (Melody) y Commander (Sapien S3).
- **Válvula pulmonar:**
  - ✓ Válvulas balón expandible: **Melody** (Medtronic) **(Figura 2)**, **Sapien** (Edwards) **(Figura 3)**, **Myval** (Meril) **(Figura 4).**



Figura 2. Válvula Melody.



Figura 3. Válvula Sapien 3.



Figura 4. Válvula Myval.

  - ✓ Válvulas autoexpandibles: **Venus P** (Medtech) **(Figura 5)** única autoexpandible con Marcado CE, **Harmony TPV** (Medtronic) **(Figura 6)**, **Pulsta** (TaeWoong Medical) **(Figura 7)**.



Figura 5. Válvula Venus P.

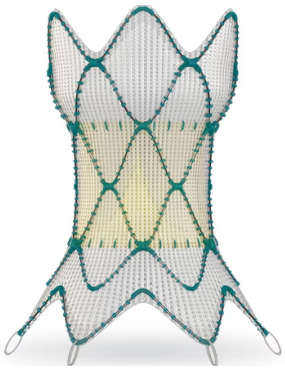


Figura 6. Válvula Harmony TPV.

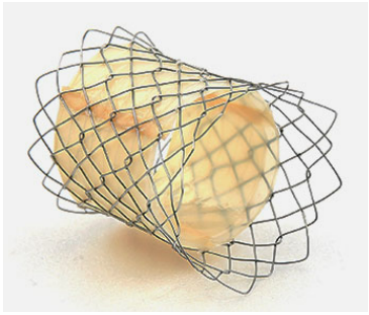


Figura 7. Válvula Pulsta.

- **Alterra Adaptative Prestent + Sapien (Edwards): (Figura 8)** no dispone actualmente de marcado CE.

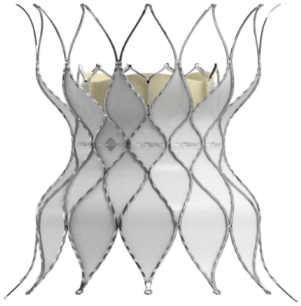


Figura 8. Alterra Adaptative Prestent + Sapien.

4. PROCEDIMIENTO[6]

El intervencionismo percutáneo sobre la válvula pulmonar se suele realizar bajo anestesia general o sedación profunda consciente y precisa la administración de antibioterapia profiláctica (cefazolina, vancomicina, etc.).

La vía de abordaje habitual para el implante de válvula es la vena femoral, aunque también es posible el acceso a través de la vena yugular interna o la vena subclavia.

Otro acceso común es el arterial, ya sea radial o femoral, utilizado para coronariografías de control antes y después del implante de la válvula, así como para la monitorización invasiva de la presión arterial.

En caso de emplear el dispositivo de cierre femoral Perclose Prostyle, será necesario realizar una presutura al canalizar el acceso.

Tras canalizar los accesos, se procede a anticoagular al paciente con 100 UI/Kg de Heparina con el objetivo de mantener ACT >250 s durante todo el procedimiento.

El siguiente paso será realizar un cateterismo para estudio completo, en caso de no tener un estudio previo, incluyendo angiografía coronaria y pulmonar, ventriculografía derecha, medición del tracto de salida del ventrículo derecho (TSVD) y del anillo

pulmonar. Además, se realizará un registro de presiones basales en aurícula derecha (AD), ventrículo derecho (VD), arteria pulmonar (AP), ramas pulmonares y aorta[5].

Para poder cruzar la válvula estenótica y acceder al lecho pulmonar se recomienda la utilización de catéteres Multipropósito, Judkins Derecho de 4 o 5F o catéter-balón con orificio distal (Berman de presiones).

A continuación, se avanza una guía hasta colocarla en una rama pulmonar distal, preferiblemente de lóbulos inferiores y se intercambia por una guía de alto soporte de 0,035", tipo Lunderquist o Amplatz Extra Stiff.

Si hubiese una discrepancia entre las mediciones invasivas y las angiográficas, debido por ejemplo a la presencia de calcificación o elevada elasticidad del conducto, se puede emplear un balón de tallaje para determinar el diámetro mínimo del TSVD, tomando como referencia la muesca que se produzca durante su inflado.

Se debe tener en cuenta que uno de los posibles riesgos del implante es el de comprensión coronaria o de la raíz aórtica, por lo que se deberá realizar un test de compresión coronaria, inflando un balón no compliante y realizando una coronariografía secundaria para comprobar la permeabilidad de estas.

Otro de los potenciales riesgos durante el inflado del balón de tallaje es la rotura del TSVD, por lo que es recomendable disponer de stents recubiertos.

Tras realizar todas las mediciones y pruebas necesarias se procederá a la selección de la válvula y preparación de esta según las instrucciones indicadas por el fabricante.

Debido al grosor de los sistemas de liberación de las válvulas, será preciso predilatar el acceso venoso con dilatadores de gran tamaño, de 14 a 18F, dependiendo de la válvula que se utilice.

Cuando se alcanza la *landing zone* se procederá a implantar la válvula cuyo implante será diferente según el tipo de válvula que hayamos utilizado, como se desarrolla en los apartados de *Implante de válvula expandible con balón y autoexpandible*.

Posteriormente, se realiza una angiografía en el tronco pulmonar para valorar si existe insuficiencia valvular pulmonar o *leaks* perivalvulares, utilizando para ello un catéter Pigtail. Se procederá también a un registro de presiones para descartar la presencia de gradiente residual entre la AD y VD. Si el gradiente residual es >25 mmHg o si hay infraexpansión de válvula, será necesaria la posdilatación con balones de alta presión.

El procedimiento concluye con la hemostasia de los accesos vasculares, bien con una sutura o con dispositivo Perclose Prostyle (ya presuturado previamente) para el acceso venoso y el que se considere, según el caso, para el acceso arterial.

5. IMPLANTE DE VÁLVULA PULMONAR EXPANDIBLE CON BALÓN (MELODY, SAPIENS, MYVALVE)

La prótesis disponible con mayor experiencia en la actualidad es la Melody, que consiste en una válvula bovina cosida en un CP stent de platino-iridio. El sistema stent-vál-

vula se crimpa manualmente a un balón BIB sobre un catéter de liberación de 22F. Esta válvula está disponible en tres diámetros (18, 20 y 22 mm) que pueden alcanzar hasta los 24-26 mm al ser dilatadas con balones de ese tamaño[8].

La otra prótesis percutánea con amplia experiencia en posición pulmonar es la válvula Sapien. Esta bioprótesis, que fue diseñada inicialmente para su implante en posición aórtica, está disponible en tres tamaños, 23, 26 y 29 mm, lo que permite tratar TSVD con diámetros de hasta 28-29 mm. Inicialmente se utilizó el modelo Sapien XT aunque en la actualidad se utiliza la siguiente generación, la Sapien S3, con buenos resultados[9].

La válvula Myval tiene un diseño muy similar a la válvula Sapien y presenta medidas superiores a 30 mm. Aunque el uso de esta válvula en posición pulmonar es *off label* se han reportado experiencias iniciales con buenos resultados[10,11].

En el caso de realizar un implante de válvula expandible con balón será necesario realizar un "prestent", que consiste en el implante de uno o varios stents que servirán de anclaje para la válvula (*landig zone*), asegurando su estabilidad y reduciendo la posibilidad de migración, además de dilatar o resolver estenosis si las hubiera.

En algunos centros, es una práctica habitual realizar el prestenting 2 o 3 meses previo al implante de la válvula para favorecer la endotelización, pero esto no es estrictamente necesario.

Para el prestent se recomienda usar stents recubiertos, especialmente en conductos calcificados con riesgo de rotura, aunque podrían utilizarse stents sin recubrir. Así pues, se implanta un stent y posteriormente se prepara la válvula montada en el sistema de liberación.

PREPARACIÓN DE LA VÁLVULA MELODY

- Lavar en solución salina en 3 bateas, de forma sucesiva, durante 1 minuto, para eliminar el glutaraldehído.
- Realizar crimpado manual sobre una jeringa de 2 ml, estirándola longitudinalmente de forma homogénea.
- Situar la válvula parcialmente crimpada sobre el balón Ensemble y realizar el crimpado manual final. La válvula lleva una sutura azul que debe posicionarse en dirección a la punta del catéter, que también es de color azul.
- Avanzar la vaina protectora y purgar el sistema hasta eliminar burbujas residuales.

PREPARACIÓN VÁLVULA SAPIEN S3

La preparación es la misma que en el caso de la prótesis aórtica, con la particularidad de que se orienta de manera inversa, es decir, colocaremos la parte metálica de la válvula (y no la falda) más cerca de la punta distal del sistema de liberación Commander.

6. IMPLANTE DE VÁLVULA PULMONAR AUTOEXPANDIBLE (VENUS P)

En abril de 2022, la válvula autoexpandible Venus P (MedTech) consiguió el marcado CE y representa una alternativa para los tractos nativos de mayor tamaño[11].

La válvula Venus P está formada por un stent de nitinol con forma de diábolo, lo que le permite adaptarse adecuadamente al tronco pulmonar, y una zona central y valvas de pericardio porcino. Además, no precisa implantar previamente un stent para crear una zona de aterrizaje *(landing zone).*

El crimpado de la válvula sobre su sistema de liberación se realiza bajo agua helada. En estas condiciones, el nitinol se ablanda y puede crimparse sobre el sistema de liberación. La válvula se fija al sistema de liberación por dos pequeños ganchos u orejas (*ears*).

Una vez enganchada y reducido el tamaño, se cubre la válvula con la cápsula de la vaina del sistema de liberación, de tal manera que la válvula entra en el paciente recubierta por dicha cápsula.

Una vez situada en el árbol pulmonar en la localización elegida, al retraer la cápsula del sistema de liberación la válvula recuperará su forma de diábolo al alcanzar la temperatura corporal.

7. COMPLICACIONES

- Rotura del conducto.
- Riesgo de daño y rotura de la válvula tricúspide.
- Perforación de ramas pulmonares con la guía.
- Embolización/desplazamiento de la válvula.
- Oclusión de ramas pulmonares por incorrecta selección de zona de implante.
- Compresión de las arterias coronarias.
- Riesgo de distorsión de la aorta con prótesis grandes.
- Arritmias: taquicardia ventricular, bloqueo auriculoventricular completo.
- Complicaciones del acceso vascular.

8. CUIDADOS DE ENFERMERÍA EN EL IMPLANTE DE VÁLVULA PULMONAR

El rol de la enfermería en este procedimiento es similar al de otros procedimientos realizados en la sala de hemodinámica, con el objetivo de que el procedimiento se desarrolle de la forma más correcta y segura posible. Se pueden dividir las actividades enfermeras en tres momentos:

- Antes del procedimiento:
  - ✓ Comprobar la disponibilidad de todo el material necesario para el procedimiento y preparación de la sala de hemodinámica.
  - ✓ Acogida del paciente: comprobar identificación del paciente, alergias y preparación adecuada según protocolo (ayunas de 6-8 h, correcto rasurado de ingles, etc.). Favorecer comunicación activa con el paciente, explicando los pasos a seguir y resolviendo las posibles dudas con el objetivo de minimizar la ansiedad y el temor percibidos ante el procedimiento.
  - ✓ Colocación correcta del paciente en la mesa, protegiendo zonas de decúbito para evitar posibles lesiones cutáneas. Es recomendable el uso de dispositivos para mantener la temperatura corporal del paciente[12].
  - ✓ Monitorización del paciente y asistencia en la inducción anestésica, bien sea con sedación o anestesia general.
  - ✓ Administración de profilaxis antibiótica según protocolo del hospital. En ciertos casos puede ser necesario que dicha profilaxis haya sido iniciada previa a la llegada del paciente a la unidad, por lo que procederemos a comprobarlo.
- Durante el procedimiento:
  - ✓ Control de las constantes vitales y registro de presiones según sea necesario.
  - ✓ En caso de realizarse el procedimiento con sedación, vigilar el estado del paciente, evaluando el estado de consciencia y confort y la presencia de dolor.
  - ✓ Vigilar el estado de anticoagulación, registrando tiempos y dosis de administración de fármacos anticoagulantes y realizando mediciones de ACT (tiempo de coagulación activado) según protocolo.
  - ✓ Preparación del campo quirúrgico asegurando una técnica correcta. Colaboración y asistencia en los diferentes pasos del procedimiento, incluyendo la preparación del diferente material y dispositivos implantables, incluida la prótesis, según las instrucciones del fabricante.
  - ✓ Al finalizar el procedimiento, realizar o asistir en la hemostasia de las zonas de punción, bien sea utilizando un punto en Z, dispositivos de cierre o con compresión manual.
- Tras el procedimiento:
  - ✓ Asistencia en el despertar del paciente, con una posterior evaluación del estado hemodinámico, neurológico y de presencia del dolor.
  - ✓ Vigilancia de la zona de punción (sangrado, hematoma, etc.) y de los miembros en los que se realizó la punción (temperatura, color, presencia de pulsos distales).

- ✓ Registro de enfermería del procedimiento realizado: accesos vasculares, método de hemostasia, medicación y contraste administrados, estado del paciente al despertar y posibles complicaciones o eventos que hayan sucedido durante el procedimiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. Solana García R, Rueda F, Betrian P, Gutierrez Larraya F, et al. *Registro español de implante percutáneo de la válvula pulmonar Melody en menores de 18 años.* REC Interv Cardiol. 2019; 71(4): 283-290.
2. Patel ND, Levi DS, Cheatham JP, Qureshi SA, Shahanavaz S, Zahn EM. *Transcatheter Pulmonary Valve Replacement: A Review of Current Valve Technologies.* J Soc Cardiovasc Angiogr Interv. 2022;1(6):100452. Published 2022 Sep 16. doi: 10.1016/j.jscai.2022.100452
3. Gutierrez Larraya F, Pardeiro CA, Domingo EJB. Tratamiento percutáneo de la válvula pulmonar y las arterias pulmonares en cardiopatías congénitas. REC Intervl Cardiol. 2021;3(2):119-128.
4. Baumgartner H, De Backer J, Babu-Narayan SV, et al. 2020 ESC Guidelines for the management of adult congenital heart disease. Eur Heart J. 2021;42(6):563-645. doi: 10.1093/eurheartj/ehaa554
5. Sarnago Cebada F. Protocolo de implante de válvula pulmonar percutánea. Unidad de Cardiopatías Congénitas del Adulto. Hospital Universitario 12 de Octubre. Ed 1.
6. Garcia San Roman K, Fernandez Gonzalez L, Blanco Mata R, Astorga Burgo JC., Acin Labarta A, Arriola Meabe A. Intervencionismo percutáneo sobre válvula pulmonar y estenosis de rama pulmonares. En: Martin Moreiras J y Cruz Gonzalez I. (eds.) Manual de hemodinámica e intervencionismo cardiaco. 3ª ed. Madrid. Editorial Mc Graw Hill;2022.975-990.
7. Cheatham SL, Holzer RJ, Chisolm JL, Cheatham JP.The Medtronic Melody(R) Transcatheter Pulmonary Valve implanted at 24-mm diameter-it works. Catether Cardiovasc Interv. 2013;82(5):816-823.
8. Sinha S, Aboulhosn J, Asnes J, Bocks M, Zahn E, Goldstein BH, Zampi J, Hellenbrand W, Salem M, Levi D. Initial results from the off-label use of the SAPIEN S3 valve for percutaneous transcatheter pulmonary valve replacement: A multi-institutional experience. Catheter Cardiovasc Interv. 2019;93(3):455-463.
9. Sivaprakasam MC, Reddy JRV, Gunasekaran S, Sivakumar K, Pavithran S, Rohitraj GR, Jayranganath M, Francis E. Early multicenter experience of a new balloon expandable MyVal transcatheter heart valve in dysfunctional stenosed right ventricular outflow tract conduits. Ann Pediatr Cardiol. 2021;14(3):293-301.
10. Odemis E, Yenidogan I. First experiences with Myval Transcatheter Heart Valve System in the treatment of severe pulmonary regurgitation in native right ventricular outflow tract and conduit dysfunction. Cardiol Young. 2022;32(10):1609-1615.
11. Alvarez Fuente M, Toledo M, Hernandez I, Garrido Lestache E, Rivero N, Sanchez et al. Experiencia inicial con la nueva válvula pulmonar percutánea autoexpandible Venus P. REC Interv Cardiol. 2023;5:263-269.
12. Rightmyer J, Singbartl K. Prevenir la hipotermia perioperatoria. Nursing. 2017; 34(2):51-54.

TEMA 54

STENT EN DUCTUS ARTERIOSO

Rosalía Incera Muela, Luis Mariano Sandonís Ruiz, José Carmelo Balsa Marco, Laura Agüera Erausquin, Miguel Ángel Alor Gómez, María Jesús Furones Guerra

Hospital Universitario de Cruces. Baracaldo.

GLOSARIO

ACT: Tiempo de coagulación activado (*Activated clotting time*).

APSI: Atresia pulmonar con septo íntegro.

AP+CIV: Atresia pulmonar con comunicación interventricular.

DA: Ductus arterioso.

DSVD+EP: Doble salida del ventrículo derecho con estenosis pulmonar.

ECMO: Oxigenación por membrana extracorpórea (*Extracorporeal membrane oxigenation*).

IOT: Intubación orotraqueal.

TAC: Tomografía axial computarizada.

TF: Tetralogía de Fallot.

UCI: Unidad de cuidados intensivos.

UI: Unidades internacionales.

1. INTRODUCCIÓN

En 1992, Gibbs y colaboradores describieron por primera vez el mantenimiento de la permeabilidad del ductus arterioso pulmonar con la implantación de un stent mediante cateterismo cardiaco[1] **(Figura 1, stent en ductus)**. Esta técnica paliativa y segura es la alternativa percutánea a la quirúrgica (fístula de *Blalock-Taussing*) y con el paso de los años, una vez superada la curva de aprendizaje, ha demostrado disminuir la morbi-mortalidad y los tiempos de ingreso hospitalario de los recién nacidos, aunque con tasas de reintervención superiores[2-5]. La mayoría de los centros se decantan hoy en día por la vía percutánea.

El implante de un stent ductal en neonatos con cardiopatías congénitas que cursan con cianosis o hipoxemia severa es un procedimiento percutáneo con buena tolerancia por parte del paciente. Se coloca un stent para conservar el flujo de sangre a las ramas de la arteria pulmonar previo a la cirugía reparadora definitiva. El ductus así permanece permeable durante meses, permitiendo a su vez el crecimiento de las ramas pulmonares. La edad de los neonatos a los que sometemos a esta intervención habitualmente oscila de los 7 a los 24 días[5].

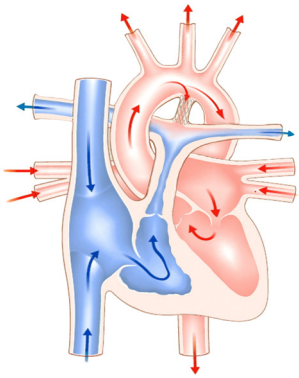


Figura 1. Stent en ductus.
Fuente: elaboración propia.

Las cardiopatías congénitas que más frecuentemente precisan el implante de stent en el ductus son[4]:

- Atresia pulmonar con septo íntegro (APSI).
- Doble salida del ventrículo derecho con estenosis pulmonar (DSVD+EP).
- Tetralogía de Fallot (TF).
- Atresia pulmonar con comunicación interventricular (AP+CIV).

2. ACCESOS VASCULARES

El origen del ductus es predictor del éxito de la técnica[2]. Aquellos que nacen de la aorta torácica son más abordables y menos sinuosos que los que nacen del arco aórtico (DA vertical). La elección del acceso vascular por lo tanto la determina el origen y la morfología del ductus.

Cuando el ductus nace de la de la aorta descendente, en los casos de atresia pulmonar con septo íntegro, estenosis pulmonar crítica o atresia tricuspidea, éste tiende a ser recto y corto. En estos casos un único acceso retrógrado por vía arteria femoral sería el más adecuado **(Figura 2, acceso arteria femoral)**. Si el procedimiento se realizase tras la valvuloplastia de la arteria pulmonar, accederíamos al ductus de forma anterógrada aprovechando el acceso venoso del que disponemos **(Figura 3, accesos venoso y arterial femoral)**.

Por otro lado, el ductus que nace vertical, desde la parte media del arco aórtico, convierte en un reto el acceso a la ampolla ductal desde la arteria femoral siendo éstos además más tortuosos. Encontramos ductus complejos en tetralogías de Fallot y ventrículos únicos en los que el acceso a la aorta desde la arteria axilar o la carótida serían de elección.

Algunos autores se ayudan colocando al paciente girado[13] (con la cabeza donde normalmente se colocan los pies) para poder disponer de un apoyo cómodo y seguro del introductor, los catéteres y la guía que utilizan para implantar el stent en este tipo de ductus de difícil abordaje. Esta posición además posibilita un intercambio de catéteres más rápido en caso de inestabilidad hemodinámica.

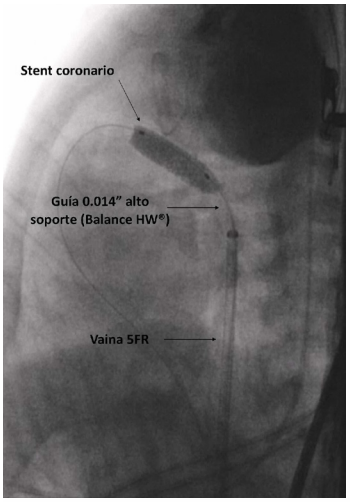


Figura 2. Acceso arteria femoral.

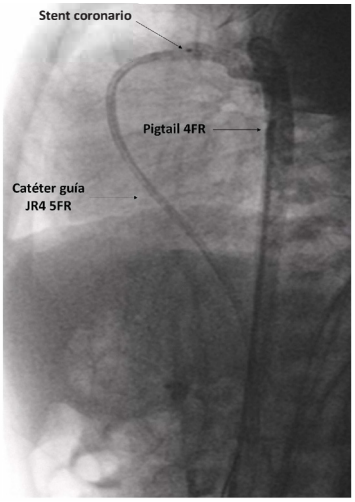


Figura 3. Acceso venoso y arterial femoral.

Fuente: elaboración propia.

3. TIPOS DE STENT

Los stents que se usan para permeabilizar el ductus son stents coronarios. La longitud del stent la determina la angiografía, comenzando el implante siempre desde la terminación pulmonar y solapando posteriormente si el conducto es complejo hacia la aorta. La realización de un TAC previo orienta en la selección del material y disminuye los tiempos de fluoroscopia y radiación[2,3].

A pesar de que el diámetro del stent debe ser personalizado atendiendo a factores, como tiempo de espera previsto a la cirugía o la longitud del ductus, suele determinarse habitualmente por el peso del niño[2,3,13] **(Tabla 1)**.

TABLA 1. Diámetro del Stent respecto al peso del neonato

PESO DEL NEONATO	DIÁMETRO DEL STENT
< 2 kg	3 mm
2–3 kg	3,5 mm
3–4 kg	3,5-4,0 mm
> 4 kg	4,5 mm

Cada centro elige el tipo de stent (farmacoactivo o convencional) en función de su propia dotación, pues no existe evidencia robusta que indique que el uso de stents farmacoactivos disminuya la proliferación intimal y por lo tanto la necesidad de reintervenciones previo a la cirugía reparadora definitiva. La inmunosupresión observada en neonatos debido al fármaco dura apenas una semana y es tolerada en favor de la permeabilidad del stent[2].

3. ACTIVIDADES DE ENFERMERÍA PREVIAS A LA INTERVENCIÓN

- *Check-list* y protocolo de ingreso en sala para pacientes que provienen de la UCI neonatal. Antibioterapia. Vasopresores/inotropos preparados en sala. Medicación de emergencia ajustada a peso y talla. Pruebas cruzadas.
- Desfibrilador adaptado con palas pediátricas.
- Monitorización y registro completo de todas las señales vitales.
- Registro de saturación de oxígeno en sangre inicial, en torno al 77% de media[4]. Evitar el llanto en la trasferencia pues empeora la cianosis. Disponer de chupete.
- Colaboración durante la anestesia general. Intubación oro traqueal (IOT).
- Comprobación inicial del giro del arco haciendo especial hincapié en la colocación de las tubuladuras del respirador para el giro lateral de 90° si fuera necesario.
- Colocación del bebe con los miembros superiores elevados y las extremidades inferiores estiradas y en rotación externa.
- Aplicar solución antiséptica, en el caso de los bebes clorhexidina acuosa 2%, evitar la povidona iodada si es posible.
- Las prostaglandinas E_1 deben ser suspendidas o ajustadas a la mínima dosis óptima al menos una hora antes de la intervención con el objetivo de constreñir el ductus para un mejor posicionamiento del implante. Si el operador decide detenerlas nunca desconectaremos la línea debido a las catastróficas consecuencias de un posible espasmo del vaso.
- Optimizar tensión arterial para evitar caídas de flujo y por lo tanto el cierre del ductus. Considerar bradicardia todo ritmo inferior a 90 latidos por minuto.
- Heparina para ACT >250. Normalmente 100 UI/Kg al inicio del procedimiento o 50 UI/Kg al inicio y completar con el paso de guías al vaso.

4. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO Y ACTIVIDADES DE ENFERMERÍA ASOCIADAS

- Canalización eco guiada de un introductor/vaina 4Fr en arteria femoral derecha. En neonatos podemos utilizar palomillas de extracción de sangre para facilitar el procedimiento, son más cortas en longitud y las aletas ayudan a dirigir la punción.
- En mesa guías de trabajo J 0,35” 150cm, J hidrofílica 0.35” 150cm y J hidrofílica 0.18” 150cm.
- Catéter *pigtail* 4Fr para localizar el origen ductal mediante aortografía. El *pigtail* 4Fr trae un enhebrador que se pela si es necesario para que nos sea más fácil enhebrar la guía.

- Cambio a catéter MP-multipropósito/JR guía, para el sondaje selectivo del vaso.
- Guía coronaria "*workhorse*" floppy 0,014" (*Runthrough NS®, Balance MW®*) para cruzar ayudándonos de un microcatéter[12] si fuera necesario. Es recomendable no utilizar una guía 0,014" rígida inicialmente para no dañar el ductus.
- Intercambio a guía coronaria 0,014" de alto soporte (*Balance Heavy W®*).
- Implante del stent seleccionado, comprobación angiográfica para descartar mal posicionamiento del mismo o que no cubra las porciones distales del ductus.
- Retirada cuidadosa de la guía.
- Retirada del introductor con compresión manual, realizando la suficiente presión para que la zona de punción no sangre, pero sin comprometer la circulación total de la extremidad que rápidamente cambiaría de color y temperatura **(Figura 4, retirada del introductor y compresión manual)**.
- Colocar vendaje compresivo que no altere la perfusión de la pierna. Será retirado a las 4-6 horas tras el procedimiento **(Figura 5, vendaje compresivo femoral)**.
- Utilizar medidas físicas calientes para que el niño no pierda calor. Manta de agua caliente, toallas templadas o cualquier otra medida de la que disponga cada centro.
- Registro de saturación de oxígeno en sangre final, en torno a 92% de media en procedimientos exitosos[4].
- Revisión ecográfica del acceso vascular tras compresión[13].
- Traslado a la unidad de cuidados intensivos neonatales.



Figura 4. Retirada del introductor y compresión manual.

Fuente: elaboración propia.



Figura 5. Vendaje compresivo femoral.

5. REINTERVENCIONES

Las tasas de reintervención, planificadas o sobrevenidas, varían enormemente dependiendo de la antigüedad de los estudios. A pesar de que encontramos menos tasas de reintervención en los más recientes, los últimos estudios multicentro muestran cifras que oscilan entre el 35% y el 40%[2,13]:

- Ajustar el tamaño de *shunt* ductal al crecimiento del niño dilatando el stent.
- El ductus no se ha cubierto completamente con el stent en la primera intervención dejando las porciones distales descubiertas.
- Reestenosis del ductus.
- Trombosis intrastent.

6. COMPLICACIONES

La complicación más común es el daño vascular, debido al tamaño de los recién nacidos (9%)[4,13], en concreto la trombosis de la arteria femoral. La elección de un introductor/catéter del menor tamaño posible y una buena compresión manual, especialmente cuidadosa en el caso de los niños, es indispensable **(Figura 6, pseudoaneurisma de arteria ilíaca post stent ductal)**.

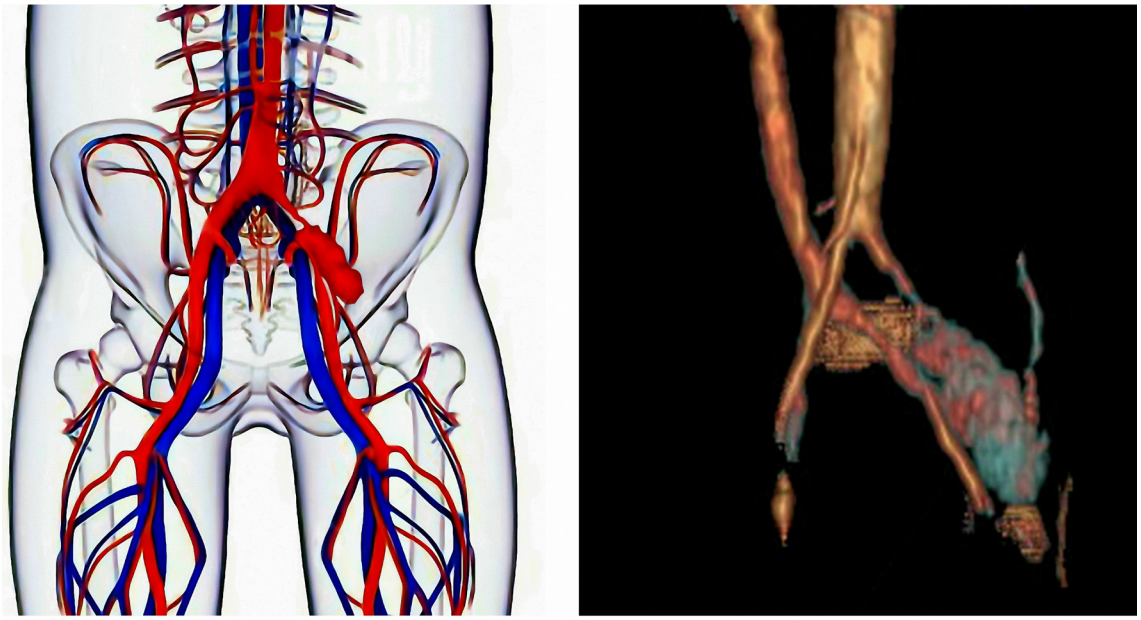


Figura 6. Pseudoaneurisma de la arteria ilíaca post stent ductal.

Fuente: elaboración propia.

En menor medida la disección y el espasmo del ductus con las consecuencias sabidas de hipoxia e inestabilidad hemodinámica.

La trombosis del stent es una complicación rara pero documentada[3] que ocurre en neonatos, a pesar de la heparina administrada y que, en ocasiones, requiere de la intervención del servicio de hematología.

La migración o mal posición del stent hacia ramas pulmonares.

Si no es posible el "*stenting*" y la inestabilidad persiste, el niño sería trasladado al quirófano para abordaje quirúrgico o se valoraría el inicio de una terapia ECMO.

BIBLIOGRAFÍA

1. Gibbs JL, Wren C, Watterson KG, Hunter S, Hamilton JR. *Stenting of the arterial duct combined with banding of the pulmonary arteries and atrial septectomy or septostomy: a new approach to palliation for the hypoplastic left heart syndrome*. Br Heart J. 1993;69(6):551-555. doi: 10.1136/hrt.69.6.551
2. Bauser-Heaton H, Price K, Weber R, El-Said H. *Erratum: Stenting of the Patent Ductus Arteriosus: A Meta-analysis and Literature Review.* J Soc Cardiovasc Angiogr Interv. 2023;2(4):101052. Published 2023 Jul 27. doi: 10.1016/j.jscai.2023.101052
3. Aggarwal V, Petit CJ, Glatz AC, Goldstein BH, Qureshi AM. *Stenting of the ductus arteriosus for ductal-dependent pulmonary blood flow-current techniques and procedural considerations.* Congenit Heart Dis. 2019;14(1):110-115. doi: 10.1111/chd.12709
4. Marfil-Godoy L, Martí-Aguasca G, Ferrer-Menduiña Q, Giralt-García G, Betrián-Blasco P. *Ductal stenting in congenital heart disease with duct dependent pulmonary blood flow. Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*. 2020;73(10):859-861. doi: 10.1016/j.rec.2020.03.014.
5. Vall Camell M, Rodríguez-Fanjul J, Bautista Rodríguez C, et al. *Manejo percutáneo de la atresia pulmonar con tabique interventricular íntegro y la estenosis pulmonar crítica* [*Percutaneous management of pulmonary atresia with intact ventricular septum and critical pulmonary stenosis*]. *An Pediatr (Engl Ed)*. 2019;91(5):336-343.
6. Mosquera W. (2020). *Radioprotección en cateterismo cardiaco pediátrico.* Rev Colomb Cardiol.2020; 27 (S1): 96–101. https://doi.org/10.1016/j.rccar.2019.11.002
7. Mallula K, Vaughn G, El-Said H, Lamberti JJ, Moore JW. *Comparison of ductal stenting versus surgical shunts for palliation of patients with pulmonary atresia and intact ventricular septum.* Catheter Cardiovasc Interv. 2015;85(7):1196-1202. doi: 10.1002/ccd.25870
8. Shibbani K, Nigro J, Rao R, et al. *Pulmonary Atresia with Intact Ventricular Septum, an Evolving Strategy in the Era of PDA Stenting: Single Center Experience.* Pediatr Cardiol. Published online January 22, 2025. doi: 10.1007/s00246-025-03769-w
9. Portela F, Marcos S. *Atresia pulmonar con septo íntegro.* Cir Cir. Cardiov.2008; 15(4), 337–344. https://doi.org/10.1016/S1134-0096(08)70181-5
10. Ríos-Méndez RE, González-Quintero R, Barona-Freire EB, Reinoso-Recalde DI. *Stent ductal bilateral en un neonato andino con arterias pulmonares desconectadas* [*Bilateral ductal stent in an andean newborn with discontinuous pulmonary arteries*]. Arch Cardiol Mex. 2022;92(1):125-127. Published 2022 Jan 3. doi: 10.24875/ACM.21000082
11. Aggarwal V, Dhillon GS, Penny DJ, Gowda ST, Qureshi AM. *Drug-Eluting Stents Compared With Bare Metal Stents for Stenting the Ductus Arteriosus in Infants With Duc-*

tal-Dependent Pulmonary Blood Flow. Am J Cardiol. 2019;124(6):952-959. doi: 10.1016/j.amjcard.2019.06.014

12. Haas NA, Fernandez-Rodriguez S, Dalla Pozza R, et al. *Microcatheter-assisted stenting of the tortuous vertical ductus arteriosus via femoral access in a duct-dependent pulmonary circulation*. Int J Cardiol. 2019;285:103-107. doi: 10.1016/j.ijcard.2019.01.062

13. Qasim A, Qureshi AM. *Patent ductus arteriosus stenting for ductal dependent pulmonary blood flow. Progress in Pediatric Cardiology*. 2021;61: 101367. https://doi.org/10.1016/j.ppedcard.2021.101367

TEMA 55

PERFORACIÓN DE LA VÁLVULA PULMONAR EN NEONATOS CON ATRESIA PULMONAR CON SEPTO INTERVENTRICULAR ÍNTEGRO (APSIVI)

Isaac Moll Adrián

Hospital San Joan de Déu. Esplugues de Llobregat.

1. INTRODUCCIÓN

La perforación (con guía o radiofrecuencia) y dilatación con catéter balón de la válvula pulmonar imperforada e implante de un stent en el ductus arterioso son técnicas que podemos ofrecer en la actualidad en salas de hemodinámica pediátrica a aquellos pacientes neonatos afectos de atresia pulmonar con septo interventricular íntegro (APSIVI).

La APSIVI es una cardiopatía congénita poco frecuente (representa el 0,7-3% de las cardiopatías congénitas) que para la supervivencia depende de la permeabilidad del ductus arterioso para mantener flujo pulmonar, ya que no existe paso anterógrado a través del ventrículo derecho. A pesar de su baja incidencia (4-8/100.000 recién nacidos vivos), representa una de las cardiopatías cianóticas más frecuentes en el neonato[1].

La APSIVI se caracteriza por la imperforación de la válvula pulmonar sin defecto en el tabique interventricular. Al no existir paso entre el ventrículo derecho (VD) y la válvula pulmonar (VP), el flujo pulmonar depende únicamente del flujo o *shunt* aortopulmonar a través del ductus arterioso.

La existencia de una comunicación interauricular (CIA) o de un foramen oval permeable (FOP) permite, a su vez, el *shunt* de derecha a izquierda intracardiaco, ayudando así a mantener el gasto cardiaco y la perfusión sistémica.

En la literatura se describen dos tipos de atresia pulmonar; de tipo membranosa, en la que existe un desarrollo de la válvula pulmonar que se encuentra atrésica por la fusión de sus tres valvas (70-80% de los casos); y de tipo muscular, originada por un hipodesarrollo valvular unido a un infundíbulo estrecho e hipoplásico (30-20% de los casos).

Los pacientes con APSIVI pueden padecer alteraciones de la válvula tricúspide (VT). El estudio de la VT debe centrarse en valorar su morfología y funcionalidad. Debe evaluarse el anillo valvular (tamaño y cuerdas tendinosas), la existencia o no de anomalía de Ebstein, morfología de las valvas (presencia o no de engrosamiento de los velos) y estado funcional (competente o regurgitante)[1,2].

En cuanto al ventrículo derecho, es necesario valorar su tamaño, morfología (uni-, bi- o tripartito en función del desarrollo del tracto de entrada, ápex y tracto de salida), nivel de hipoplasia y de dilatación.

Las fístulas ventrículo-coronarias o sinusoides coronarios aparecen como resultado de la elevada presión en el VD. Estas fístulas, que conectan el VD con arterias coronarias epicárdicas, ayudan a descomprimir el VD, pero su desarrollo está correlacionado con un mal pronóstico de la patología. Esto se debe a que la persistencia de las fístulas provoca una estenosis progresiva de las arterias coronarias, dando lugar al fenómeno de circulación coronaria dependiente del VD. Cuando este se descomprime mediante cirugía o cateterismo terapéutico pueden darse casos de isquemia miocárdica[3].

Para programar un procedimiento intervencionista percutáneo o mediante cirugía cardiovascular, se debe estudiar con profundidad el resto de anatomía cardiaca para poder ofrecer la mejor técnica disponible. La anatomía de la válvula tricúspide y del ventrículo derecho, y la presencia o no de sinusoides o fístulas ventrículo-coronarias, serán factores claves en la decisión de un tipo u otro de corrección quirúrgica.

Los signos y síntomas más comunes que presentan en este tipo de pacientes son la cianosis y la desaturación debido a la hipoperfusión pulmonar y del *shunt* derecha-izquierda a través del FOP o la CIA. Estos signos se verán agravados en función de la restricción de flujo del ductus arterioso persistente (DAP) y del defecto septal interauricular[4].

2. INDICACIONES

Ante este tipo de diagnóstico, el objetivo inicial será el de mantener el DAP permeable para así garantizar un flujo pulmonar. El tratamiento inicial urgente consiste en la administración endovenosa de prostaglandinas E1 para mantener el ductus permeable y saturaciones de alrededor de 90%.

En caso de que la CIA o el FOP sean restrictivos, se deberá realizar una atrioseptostomía de Rashkind con catéter balón. Una vez lograda cierta estabilidad hemodinámica, el siguiente paso será iniciar flujo anterógrado pulmonar a través del tracto de salida del ventrículo derecho (TSVD) y garantizar la permeabilidad a través del ductus mediante el implante de un stent.

En la actualidad, la perforación transcatéter de la VP mediante radiofrecuencia se presenta como una alternativa a la valvulotomía pulmonar quirúrgica. Es el procedimiento de elección en anatomías favorables para asegurar el flujo anterógrado en aquellos pacientes candidatos a cirugías biventriculares o de ventrículo y medio (ventrículo izquierdo, ventrículo derecho [pequeño] y fístula de Glenn)[5,6].

3. MATERIAL

Para el abordaje percutáneo de la APSIVI requiere un acceso venoso (4 o 5Fr) y arterial (4Fr) femoral para conseguir acceder simultáneamente al tracto de salida del ventrículo derecho y al tronco de la arteria pulmonar a través del ductus arterioso de forma retroaórtica.

Centrándonos en la técnica, para la perforación de la válvula pulmonar necesitamos:

- Introductores femorales 4 y 5Fr.
- Set de micropunción.
- Guía hidrofílica angulada 0,032''.
- Catéter Judkins Right 4 o 5Fr.
- Catéter multipropósito 4Fr.
- Llave hemostática.
- Catéter lazo 6 mm.
- Catéter balón compliante Thysak Mini® 5-8mm.
- Manómetro.
- Bomba inyectora de contraste.

Para la perforación de la válvula pulmonar

- Guía coronaria 0,014''.
- Guía de OCT.
- Guía de radiofrecuencia Nykanen ® (diseñada para crear una punción controlada mediante la entrega de energía de radiofrecuencia).

Características de la guía de radiofrecuencia Nykanen®

Diseñada para la aplicación de radiofrecuencia de forma controlada y precisa para perforar tejidos.

- El extremo distal permite ser doblado o moldeado manualmente ofreciendo una buena memoria.
- El extremo atraumático garantiza no perforar mecánicamente el tejido si no es de forma controlada aplicando radiofrecuencia.
- Su recubrimiento de teflón facilita el avance a través del catéter guía.

4. PROCEDIMIENTO

A través del introductor venoso femoral se asciende, junto a una guía hidrofílica angulada 0,032'', un catéter JR de 4 o 5Fr hasta el TSVD. Con la ayuda de una llave hemostática colocada en el catéter guía, realizaremos pequeñas inyecciones manuales de contraste (+/- 2 ml) para comprobar la correcta ubicación del extremo distal del catéter, perpendicular al plano valvular pulmonar atrésico (imperforado).

Simultáneamente se coloca de forma retrógrada un catéter MP 4Fr en el tronco pulmonar a través de la aorta y cruzando el ductus arterioso. Realizando pequeñas inyecciones manuales, como en el TSVD, buscaremos la correcta alineación con la válvula pulmonar atrética y del catéter JR.

Para comprobar la correcta alineación del plano valvular, es importante realizar diferentes proyecciones de fluoroscopia. Habitualmente se utilizan proyecciones anteroposterior con craneal (AP), oblicua anterior izquierda +/- craneal (OAI 35-40°) y lateral (LAT 90°).

Una vez comprobada la correcta posición de los catéteres, a través del catéter JR ubicado en TSVD se procede a la perforación de la válvula. En la literatura se describen dos técnicas: perforación con guía coronaria 0,014'' o guía de OCT y perforación con guía de radiofrecuencia Nykanen.

Una vez perforada la válvula, se cruza una guía 0,014'' a través del tronco de la arteria pulmonar. Con el catéter MP ubicado en el tronco pulmonar a través del ductus, se asciende un lazo de 6 mm con el objetivo de capturar la guía y traccionarla hasta la aorta abdominal o ilíaca garantizando suficiente soporte (incluso hasta externalizarla a través del introductor).

Por el lado venoso, de forma anterógrada, se asciende un catéter balón monorrail del tamaño adecuado según el anillo valvular pulmonar valorado por angiografía y ecocardiografía transtorácica. Se elige un catéter para la valvuloplastia con una relación de 1'2-1'4 veces el tamaño del anillo. El objetivo terapéutico es conseguir un gradiente de presión transvalvular final inferior a 30 mmHg[6,7,8].

En el mismo procedimiento, o en un segundo tiempo, y siempre que sea necesario, se puede implantar un stent en el ductus (3,5-4,5 mm), previa suspensión de PGE1 12 horas previas al procedimiento, con la intención de que el conducto arterioso empiece a constreñirse y garantice así una correcta fijación del stent evitando migración de este. En anatomías ductales desfavorables que imposibilitan el implante de un stent ductal, se deberá proceder a la realización de una fístula quirúrgica sistémico-pulmonar (Blalock-Taussing).

5. COMPLICACIONES

- Complicaciones derivadas de la anestesia general y del propio traslado del neonato hasta la sala de hemodinámica dada la posible inestabilidad hemodinámica.
- Perforación y taponamiento cardiaco.
- Espasmo del ductus arterioso secundario a su cateterización y paso de guías.
- Crisis hipoxémica secundaria a espasmo ductal por hipoflujo pulmonar severo.
- Complicaciones vasculares relacionadas con el acceso vascular debido al tamaño venoso y arterial de pacientes de bajo peso.

- Alteraciones electrocardiográficas por irritación miocárdica debido a la manipulación de catéteres intracardiacos.
- Hipovolemia por sangrado excesivo a través de catéteres e intercambios con guía.
- Hipotermia. En pacientes neonatos es de vital importancia el mantenimiento de la temperatura y en ocasiones acaba siendo muy complicado. Es imprescindible la utilización de mantas de aire caliente por convección, uso de sueros (en mesa) calientes, utilización de calentadores para la administración de hemoderivados y el control estricto con termómetro central (esofágico o rectal).

6. CUIDADOS DE ENFERMERÍA

- Colaborar en el traslado desde la unidad de cuidados intensivos neonatales hasta la sala de hemodinámica.
- Realización del listado de seguridad (*check-list*).
- Colaboración con el anestesiólogo en la preparación y manejo de fármacos y material de vía aérea.
- Manejo de perfusiones de inotrópicos y prostaglandinas E1.
- Monitorización de constantes habituales y de temperatura central (rectal o esofágica).
- Monitorización de la saturación de hemoglobina pre -y posductal.
- Monitorización de la oximetría cerebral (NIRS).
- Manejo de la temperatura ambiental y de accesorios o procedimientos para mantener la normotemperatura del paciente (manta de aire caliente por convección, sueros de mesa calientes, hemoderivados con calentador, mantener temperatura de la cuna de traslado, etc.).
- Colaborar en la preparación y procedimiento intervencionista de la perforación de la válvula pulmonar.
- Manejo de la fuente de radiofrecuencia para la perforación con guía Nykanen®.
- Colocación de parche de radiofrecuencia.
- Colaboración con la hemostasia femoral y la colocación de apósito compresivo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Gorla SR, Singh AP. *Pulmonary Atresia With Intact Ventricular Septum*. 2022 Sep 19. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan. PMID: 31536272.
2. Peraira JR, Burgueros M, Esteban I, García-Guereta L, Rubio MD, Alvarez-Ferreira FJ. *Atresia pulmonar con septo integro asociada a estenosis aórtica severa* [*Pulmonary atresia with intact ventricular septum associated with severe aortic stenosis*]. Rev Esp Cardiol. 2003;56(12):1235-1238. doi: 10.1016/s0300-8932(03)77044-4
3. Wright LK, Knight JH, Thomas AS, Oster ME, St Louis JD, Kochilas LK. *Long-term outcomes after intervention for pulmonary atresia with intact ventricular septum*. Heart. 2019;105(13):1007-1013. doi: 10.1136/heartjnl-2018-314124
4. Guleserian KJ, Armsby LB, Thiagarajan RR, del Nido PJ, Mayer JE Jr. *Natural history of pulmonary atresia with intact ventricular septum and right-ventricle-dependent coronary circulation managed by the single-ventricle approach*. Ann Thorac Surg. 2006;81(6):2250-2258. doi: 10.1016/j.athoracsur.2005.11.041
5. Hascoët S, Borrhomée S, Tahhan N, Petit J, et al. *Transcatheter pulmonary valvuloplasty in neonates with pulmonary atresia and intact ventricular septum*. Arch Cardiovasc Dis. 2019 May;112(5):323-333.
6. Vall Camell M, Rodríguez-Fanjul J, Bautista Rodríguez C, et al. *Manejo percutáneo de la atresia pulmonar con tabique interventricular íntegro y la estenosis pulmonar crítica* [*Percutaneous management of pulmonary atresia with intact ventricular septum and critical pulmonary stenosis*]. An Pediatr (Engl Ed). 2019;91(5):336-343.
7. Meliota G, Vairo U. *Transcatheter Interventions for Neonates with Congenital Heart Disease: A Review*. Diagnostics (Basel). 2023;13(16):2673. Published 2023 Aug 14. doi: 10.3390/diagnostics13162673
8. Alcíbar-Villa J, Rubio A, Peña N, et al. *Atresia pulmonar con septo íntegro. Perforación y valvuloplastia pulmonar mediante técnica mecánica modificada. Seguimiento a medio plazo* [*Pulmonary atresia with intact ventricular septum. Perforation and pulmonary valvuloplasty using a modified mechanical technique. Medium-term follow-up*]. Rev Esp Cardiol. 2007;60(8):833-840.

Asociación Española de
Enfermería en Cardiología

CAPÍTULO XI

CUIDADOS DE ENFERMERÍA EN HEMODINÁMICA

Asociación Española de
Enfermería en Cardiología

TEMA 56

CUIDADOS DE ENFERMERÍA EN PROCEDIMIENTOS DIAGNÓSTICOS Y TERAPÉUTICOS CORONARIOS

M.ª Jesús Colino Lamparero, M.ª José Morales Vicente, M.ª Luz Capote Toledo

Hospital Clínico San Carlos. Madrid.

1. INTRODUCCIÓN

La enfermería desempeña un papel fundamental dentro del equipo multidisciplinario en hemodinámica, proporcionando cuidados esenciales en todas las fases del proceso, desde la preparación previa al procedimiento hasta el alta y el seguimiento posterior[1,2,3].

La creciente complejidad de los procedimientos realizados en las unidades de hemodinámica exige cuidados de enfermería especializados, capaces de adaptarse y responder eficazmente a las necesidades del paciente y del equipo. Para ello, el personal de enfermería debe conocer en profundidad el procedimiento, sus posibles contraindicaciones, la preparación requerida y los cuidados posteriores indispensables para garantizar la seguridad y el bienestar del paciente[1,2,3].

También la enfermera juega un papel decisivo en la detección precoz de posibles complicaciones y a la hora de proporcionar información y apoyo psicológico al paciente y sus familiares durante todo el proceso.

En otros capítulos de este manual, se describen los cuidados necesarios previos a los procedimientos y las recomendaciones al alta, así como las funciones y el perfil de la enfermería que desarrolla su actividad en la unidad de hemodinámica, por lo que en este tema nos centraremos en los cuidados generales durante la realización de los procedimientos coronarios y los cuidados inmediatamente posteriores.

2. CUIDADOS AL PACIENTE EN LA SALA DE HEMODINÁMICA

A continuación, se detallan los principales cuidados enfermeros al paciente en la sala de hemodinámica[4,5,6].

- Verificar la identidad del paciente, ayunas, alergias, historial completo y consentimiento informado.
- Comprobar la preparación del área de punción, así como la permeabilidad de vías, sondas, etc.
- Preparar la sala con todo el material necesario para el procedimiento a realizar y comprobar el correcto funcionamiento de todos los equipos.
- Informar al paciente.
- Monitorización del paciente.

- Desinfección del área de punción.
- La enfermera instrumentista se encarga de cubrir al paciente con ropa estéril y preparar todo el material que se va a utilizar.
- Comprobar el correcto purgado de la bomba inyectora o del sistema de inyección manual (según se disponga) y programación de los volúmenes de contraste a inyectar.
- Colaborar con el hemodinamista en la realización del procedimiento.
- Mantener asepsia durante todo el procedimiento.
- La enfermera circulante se encarga del registro de presiones, toma de muestras y proveer de material al hemodinamista y enfermera instrumentista.
- Administrar medicación según pauta médica.
- Detectar y tratar precozmente las posibles complicaciones:
  - ✓ Complicaciones sistémicas: eventos adversos mayores entre los que se encuentran la muerte, accidente cerebrovascular, infarto de miocardio, perforación coronaria, taponamiento cardiaco.
  - ✓ Complicaciones vasculares periféricas: sangrado, tromboembolismos vasculares periféricos, fístulas arteriovenosas, pseudoaneurismas, hematomas, neuropatía secundaria a compresión nerviosa por hematoma.
  - ✓ Otras complicaciones: reacciones por contraste, nefropatías por contraste, arritmias, alteraciones hemodinámicas, bacteriemia, septicemia.
- Retirada de introductores previa aspiración y realizar hemostasia mediante compresión manual, mecánica o con dispositivos de cierre percutáneo según vía de acceso y protocolo de la unidad.
- Cubrir la zona de punción con apósito estéril o vendaje compresivo valorando pulsos distales, signos de sangrado o hematoma.
- Recoger y desechar material fungible.
- Registro del procedimiento que debería incluir (siempre siguiendo el protocolo de cada unidad) la vía de acceso, el procedimiento realizado, el personal que interviene, la medicación administrada, el material usado, la hora de retirada de introductores, las complicaciones, etc.
- Traslado del paciente.

3. CUIDADOS DE ENFERMERÍA POSPROCEDIMIENTO

- Recepción del paciente y valoración general.
- Monitorización del paciente: electrocardiograma (ECG), tensión arterial no invasiva (PANI), frecuencia cardiaca y saturación de oxígeno para detectar precozmente signos y síntomas de inestabilidad hemodinámica.

- Valorar zona de punción y la presencia de pulsos para detectar signos de sangrado, hematoma, etc.

  Punción Radial

  - ✓ Comprobar la adecuada colocación de la pulsera, vendaje o dispositivo de hemostasia.
  - ✓ Comprobar pulso distal y coloración de la mano.
  - ✓ Mantener pulsera neumática o vendaje según procedimiento realizado.
  - ✓ Movilizar los dedos para favorecer el riego sanguíneo distal.

  Punción Femoral

  - ✓ Mantener reposo en cama sin movilizar la extremidad tras la retirada de introductor según el procedimiento y método de hemostasia. Reposo relativo durante las primeras 12/24 horas posprocedimiento.
  - ✓ Vigilancia de la zona de punción: comprobar pulsos pedios, tibiales, coloración del miembro, temperatura y signos de sangrado, hematoma y dolor.

  Punción Humeral

  - ✓ Mantener inmovilización de la articulación del codo según el procedimiento realizado.
  - ✓ Vigilancia de la zona de punción: comprobar pulsos distales, coloración del miembro, temperatura y signos de sangrado, hematoma y dolor.
  - ✓ Movilizar los dedos para favorecer el riego sanguíneo distal.
- Informar al paciente y familia.
- Establecer un plan de cuidados.

4. DIAGNÓSTICOS DE ENFERMERÍA SEGÚN LA TAXONOMÍA NANDA-NIC-NOC EN PROCEDIMIENTOS DIAGNÓSTICOS Y TERAPÉUTICOS CORONARIOS

El avance tecnológico e informático de los últimos años ha transformado los sistemas de salud en los países desarrollados, lo que exige que la enfermería se mantenga en constante actualización, tanto en conocimientos como en metodología de trabajo, para cumplir rigurosamente su función primordial: la prestación de cuidados.

Estos cuidados, a su vez, deben aplicarse de manera científica, basados en la evidencia más reciente y documentados con un lenguaje estandarizado. Este último aspecto es esencial para delimitar el campo de actuación de la enfermería, facilitar la comunicación intra e interprofesional, reducir errores en la práctica clínica y optimizar recursos, contribuyendo así al ahorro de tiempo y costos, además de fortalecer la investigación y la enseñanza.

El uso de un lenguaje normalizado y universal favorece el desarrollo profesional y el reconocimiento de la enfermería[7,8,9].

NANDA (00004) RIESGO DE INFECCIÓN

DOMINIO: 11 Seguridad/Protección.

CLASE: 1 Infección.

NECESIDAD: 9 Evitar peligros/seguridad.

PATRÓN: 1 Percepción-manejo de la salud.

DEFINICIÓN: susceptible de sufrir una invasión y multiplicación de organismos patógenos, que puede comprometer la salud.

R/C: procedimientos invasivos.

NOC:

- (1902) Control del riesgo.
- (1814) Conocimiento: procedimiento terapéutico.
- (1842) Conocimiento: control de infección.

NIC:

- (6545) Control de infecciones: intraoperatorio.
- (3440) Cuidados del sitio de incisión (*).
- (3590) Vigilancia de la piel (*).

ACTIVIDADES:

- (6545) Control de infecciones: intraoperatorio.
  - ✓ Limitar y controlar la circulación de personas en el quirófano.
  - ✓ Aplicar precauciones universales.
  - ✓ Asegurarse de que el personal de quirófano viste las prendas apropiadas.
  - ✓ Verificar la integridad del embalaje estéril.
  - ✓ Abrir los suministros y los instrumentos estériles utilizando técnicas asépticas.
  - ✓ Ayudar a colocar los guantes y la bata a los miembros del equipo.
  - ✓ Mantener la integridad de los catéteres y las vías intravasculares.
  - ✓ Coordinar la limpieza y preparación del quirófano para el siguiente paciente.

- (3440) Cuidados del sitio de incisión.
  - ✓ Aplicar un vendaje adecuado para proteger la incisión.
  - ✓ Cambiar el vendaje en los intervalos adecuados.
- (3590) Vigilancia de la piel.
  - ✓ Observar el color, calor, tumefacción, pulso.
  - ✓ Valorar el estado de la zona de incisión, según corresponda.

(*) Nota: los NIC señalados con asterisco solo se desarrollan la primera vez que aparecen en el tema y en el resto solo se nombran para evitar repeticiones.

NANDA (00218) RIESGO DE REACCIÓN ADVERSA A MEDIOS DE CONTRASTE YODADO

DOMINIO: 11 Seguridad/Protección.

CLASE: 5 Procesos defensivos.

NECESIDAD: 9 Evitar peligros/seguridad.

PATRÓN: 1 Percepción-manejo de la salud.

DEFINICIÓN: susceptible de padecer una reacción nociva o no intencionada que puede ocurrir a la inyección de contraste.

R/C: antecedentes de efectos adversos al medio de contraste yodado.

NOC:

- (0705) Respuesta alérgica: localizada.
- (0706) Respuesta alérgica: sistémica.
- (0417) Severidad del shock anafiláctico.
- (1902) Control del riesgo.

NIC:

- (6410) Manejo de la alergia.
- (2308) Manejo de la medicación (*).
- (6412) Manejo de la anafilaxia.
- (6610) Identificación del riesgo (*).

ACTIVIDADES:

- (6410) Manejo de la alergia.
  - ✓ Registrar todas las alergias en la historia clínica, de acuerdo con el protocolo.

- ✓ Observar al paciente para detectar signos de rubor generalizado, angioedema, urticaria, tos paroxística, ansiedad severa, disnea, sibilancias, ortopnea, vómitos, cianosis o shock.
- ✓ Identificar inmediatamente el nivel de amenaza que presenta una reacción alérgica para el estado de salud del paciente.
- ✓ Suministrar medicamentos para reducir o minimizar una respuesta alérgica.

- (2308) Manejo de la medicación.
  - ✓ Determinar cuáles son los fármacos necesarios y administrarlos de acuerdo con la autorización para prescribirlos o el protocolo.
- (6610) Identificación del riesgo.
  - ✓ Revisar los antecedentes médicos y los documentos previos para determinar las evidencias de los diagnósticos médicos y de cuidados actuales o anteriores.
  - ✓ Aplicar las actividades de reducción del riesgo.
- (6412) Manejo de la anafilaxia.
  - ✓ Observar si hay signos de shock (p. ej., dificultad respiratoria, arritmias cardiacas, crisis comiciales e hipotensión).
  - ✓ Administrar antihistamínicos o corticoides, según esté indicado, y documentar si existe urticaria, angioedema o broncoespasmo.

NANDA (00213) RIESGO DE TRAUMATISMO VASCULAR

DOMINIO: 11 Seguridad/Protección.

CLASE: 2 Lesión física.

NECESIDAD: 9 Evitar peligros/seguridad.

PATRÓN: 1 Percepción-manejo de la salud.

DEFINICIÓN: susceptible de padecer una lesión en un vaso y tejidos circundantes.

R/C: la presencia de un catéter.

NOC:

- (1908) Detección del riesgo.

NIC:

- (6610) Identificación del riesgo (*).
- (6650) Vigilancia.

ACTIVIDADES:

- (6650) Vigilancia.

- ✓ Determinar los riesgos de salud del paciente.
- ✓ Monitorizar los signos vitales, según corresponda.
- ✓ Colaborar con el médico para instaurar la monitorización hemodinámica invasiva, según proceda.

NANDA (00047) RIESGO DE DETERIORO DE LA INTEGRIDAD CUTÁNEA

DOMINIO: 11 Seguridad/Protección.

CLASE: 2 Lesión física.

NECESIDAD: 8 Higiene/piel.

PATRÓN: 2 Nutricional-metabólico.

DEFINICIÓN: susceptible de padecer una alteración en la epidermis o la dermis.

R/C: pinchazos.

NOC:

- (1902) Control del riesgo.
- (1101) Integridad tisular: piel.

NIC:

- (3440) Cuidados del sitio de incisión (*).
- (3590) Vigilancia de la piel (*).

NANDA (00206) RIESGO DE SANGRADO

DOMINIO: 11 Seguridad/Protección.

CLASE: 2 Lesión física.

NECESIDAD: 9 Evitar peligros/seguridad.

PATRÓN: 4 Actividad-ejercicio.

DEFINICIÓN: susceptible de disminución del volumen de sangre, que puede comprometer la salud.

R/C: régimen terapéutico.

NOC:

- (1845) Conocimiento: manejo del tratamiento anticoagulante.

NIC:

- (4010) Prevención de hemorragias (*).
- (3440) Cuidados del sitio de incisión (*).

ACTIVIDADES:

- (4010) Prevención de hemorragias.
  - ✓ Mantener el acceso i.v., según corresponda.
  - ✓ Evitar administrar medicamentos que comprometan aún más los tiempos de coagulación.
  - ✓ Instruir al paciente o a la familia acerca de los signos de hemorragia (p. ej. aparición de hematomas, hemorragias nasales, sangrado de las encías).

NANDA (00204) PERFUSIÓN TISULAR PERIFÉRICA INEFICAZ

DOMINIO: 4 Actividad/Reposo.

CLASE: 4 Respuestas cardiovasculares/pulmonares.

NECESIDAD: 1 Respirar normalmente.

PATRÓN: 4 Actividad-ejercicio.

DEFINICIÓN: disminución de la circulación sanguínea periférica.

R/C: procedimientos intravasculares.

M/P: disminución de los pulsos periféricos, parestesias.

NOC:

- (0407) Perfusión tisular: periférica.
- (0401) Estado circulatorio.
- (2102) Nivel de dolor.

NIC:

- (6650) Vigilancia.
- (4062) Cuidados circulatorios.
- (2300) Administración de medicación (*).

ACTIVIDADES:

- (6650) Vigilancia.
  - ✓ Valorar el estado de la zona de incisión, según corresponda.
  - ✓ Vigilar el color y la temperatura de la piel.
- (4062) Cuidados circulatorios.
  - ✓ Realizar una valoración exhaustiva de la circulación periférica (p. ej., comprobar los pulsos periféricos, edemas, relleno capilar, color y temperatura).

- (2300) Administración de medicación.
  - ✓ Mantener la política y los procedimientos del centro para una administración precisa y segura de medicamentos.
  - ✓ Observar si existen posibles alergias.
  - ✓ Administrar la medicación con la técnica y vía adecuadas.
  - ✓ Observar los efectos terapéuticos de la medicación en el paciente.
  - ✓ Documentar la administración de la medicación y la capacidad de respuesta del paciente.

NANDA (00205) RIESGO DE SHOCK

DOMINIO: 11 Seguridad/Protección.

CLASE: 2 Lesión física.

NECESIDAD: 9 Evitar peligros/seguridad.

PATRÓN: 4 Actividad-ejercicio.

DEFINICIÓN: susceptible de un aporte sanguíneo inadecuado a los tejidos corporales que puede conducir a una disfunción celular.

R/C: sangrado, tensión arterial inestable, enfermedades cardiacas, pacientes con antecedentes de infarto de miocardio.

NOC:

- (0802) Signos vitales.
- **(0418) Severidad del shock: cardiogénico**.
- (1908) Detección del riesgo.
- (0401) Estado circulatorio.
- (2114) Severidad de la hipotensión.
- (0400) Efectividad de la bomba cardiaca.

NIC:

- (6650) Vigilancia.
- (3350) Monitorización respiratoria.
- (4010) Prevención de hemorragias (*).
- (4040) Cuidados cardiacos (*).
- (4260) Prevención del shock.
- (4150) Regulación hemodinámica.

ACTIVIDADES:

- (6650) Vigilancia.
  - ✓ Monitorizar a los pacientes inestables o estables, pero en estado crítico (p. ej., pacientes que requieren evaluación neurológica frecuente, pacientes con arritmias cardiacas, pacientes con infusión i.v. continua de fármacos como nitroglicerina).
  - ✓ Colaborar con el médico para instaurar la monitorización hemodinámica invasiva, según proceda.
  - ✓ Comprobar el estado neurológico.
- (3350) Monitorización respiratoria.
  - ✓ Vigilar la frecuencia, ritmo, profundidad y esfuerzo de las respiraciones.
  - ✓ Evaluar el movimiento torácico, observando la simetría, utilización de músculos accesorios y retracciones de músculos intercostales y supraclaviculares.
  - ✓ Observar si se producen respiraciones ruidosas, como estridor o ronquidos.
  - ✓ Monitorizar los niveles de saturación de oxígeno.
  - ✓ Comprobar la capacidad del paciente para toser eficazmente.
  - ✓ Abrir la vía aérea, mediante la técnica de elevación de la barbilla o de pulsión mandibular, si se precisa.
- (4040) Cuidados cardiacos.
  - ✓ Evaluar cualquier episodio de dolor torácico (intensidad, localización, irradiación, duración).
  - ✓ Monitorizar la aparición de cambios del segmento ST en el ECG, según corresponda.
  - ✓ Realizar una valoración exhaustiva de la circulación periférica (comprobar pulsos periféricos, edema, relleno capilar, color y temperatura de las extremidades).
  - ✓ Monitorizar la aparición de arritmias cardiacas, incluidos los trastornos tanto de ritmo como de conducción.
  - ✓ Documentar las arritmias cardiacas.
  - ✓ Observar los signos y síntomas de disminución del gasto cardiaco.
  - ✓ Monitorizar la respuesta del paciente a los medicamentos antiarrítmicos.
- (4260) Prevención del shock.
  - ✓ Comprobar las respuestas precoces de compensación del shock (p. ej., presión arterial, relleno capilar ligeramente retrasado, piel pálida/fría ligera taquipnea, náuseas y vómitos, sed aumentada o debilidad).

- ✓ Comprobar el estado circulatorio: presión arterial, color y temperatura de la piel, ruidos cardiacos, frecuencia y ritmo cardiacos, presencia y calidad de los pulsos periféricos y relleno capilar.

- (4150) Regulación hemodinámica.
  - ✓ Realizar una evaluación exhaustiva del estado hemodinámico (comprobar la presión arterial, frecuencia cardiaca, pulsos, presión venosa yugular, presión venosa central, presiones auriculares y ventriculares izquierdas y derechas, así como presión de la arteria pulmonar), según corresponda.
  - ✓ Administrar medicamentos inotrópicos/de contractilidad positivos.
  - ✓ Administrar medicación antiarrítmica, según corresponda.
  - ✓ Monitorizar los efectos de la medicación.
  - ✓ Realizar un sondaje vesical, si corresponde.

NANDA (00200) RIESGO DE DISMINUCIÓN DE LA PERFUSIÓN TISULAR CARDIACA

DOMINIO: 4 Actividad/Reposo.

CLASE: 4 Respuestas cardiovasculares/pulmonares.

NECESIDAD: 1 Respirar normalmente.

PATRÓN: 4 Actividad-ejercicio.

DEFINICIÓN: susceptible de disminución de la circulación cardiaca (coronaria), que puede comprometer la salud.

R/C: el proceso de enfermedad del paciente.

NOC:

- (1908) Detección del riesgo.
- (0400) Efectividad de la bomba cardiaca.
- (0802) Signos vitales.
- (2301) Respuesta a la medicación.

NIC:

- (6610) Identificación de riesgos (*).
- (4040) Cuidados cardiacos (*).
- (6680) Monitorización de los signos vitales.

ACTIVIDADES:

- (6680) Monitorización signos vitales.

- ✓ Monitorizar la presión arterial, pulso, temperatura y estado respiratorio, según corresponda.
- ✓ Monitorizar el ritmo y la frecuencia cardiacos.

NANDA (00029) DISMINUCIÓN DEL GASTO CARDIACO

DOMINIO: 4 Actividad/Reposo.

CLASE: 4 Respuestas cardiovasculares/pulmonares.

NECESIDAD: 1 Respirar normalmente.

PATRÓN: 4 Actividad-ejercicio.

DEFINICIÓN: la cantidad de sangre bombeada por el corazón es inadecuada para satisfacer las demandas metabólicas del organismo.

R/C: alteración de la frecuencia/ritmo cardiaco, precarga, poscarga o contractilidad del corazón.

M/P: cambios electrocardiográficos, piel fría y sudorosa, disnea, agitación.

NOC:

- (0405) Perfusión tisular: cardiaca.
- (1849) Conocimiento: manejo de la enfermedad arterial coronaria.
- (0400) Efectividad de la bomba cardiaca.
- (0403) Estado respiratorio: ventilación.

NIC:

- (4210) Monitorización hemodinámica invasiva.
- (2300) Administración de medicación (*).
- (4064) Cuidados circulatorios: dispositivo de ayuda mecánico.
- (2380) Manejo de la medicación (*).
- (6140) Manejo de la parada cardiorrespiratoria (*).
- (4044) Cuidados cardiacos: agudos.

ACTIVIDADES:

- (4210) Monitorización hemodinámica invasiva.
  - ✓ Ayudar en la inserción y extracción de las líneas de monitorización hemodinámica invasiva.
  - ✓ Monitorizar la frecuencia y ritmo cardiaco.
  - ✓ Administrar líquidos o expansores de volumen para mantener los parámetros hemodinámicos dentro del rango especificado.

- ✓ Administrar agentes farmacológicos para mantener los parámetros hemodinámicos dentro del rango especificado.

- (4064) Cuidados circulatorios: dispositivo de ayuda mecánico.
  - ✓ Ayudar en la inserción e implantación del dispositivo.
  - ✓ Comprobar que las cánulas no estén acodadas o desconectadas.
  - ✓ Determinar los tiempos de coagulación activada cada hora, según corresponda.
  - ✓ Administrar anticoagulantes o antitrombolíticos, según prescripción.
  - ✓ Comprobar el dispositivo regularmente para asegurar un funcionamiento correcto.
  - ✓ Disponer de un equipo de reserva en todo momento.
  - ✓ Proporcionar apoyo emocional al paciente.
- (6140) Manejo de la parada cardiorrespiratoria.
  - ✓ Solicitar ayuda si el paciente no respira, no lo hace con normalidad y no ofrece respuesta.
  - ✓ Establecer el aviso de parada cardiorrespiratoria según el protocolo del centro.
  - ✓ Canular una vía i.v. y administrar líquidos i.v., según corresponda.
  - ✓ Asegurarse de que la vía respiratoria del paciente está permeable.
  - ✓ Realizar la reanimación.
  - ✓ Monitorizar la calidad de la RCP realizada.
  - ✓ Asegurarse de que alguien realiza la oxigenación del paciente y ayuda con la intubación, si está indicado.
- (4044) Cuidados cardiacos: agudos.
  - ✓ Evaluar el dolor torácico (p. ej., intensidad, localización, irradiación, duración y factores precipitantes y calmantes).
  - ✓ Monitorizar el ECG para detectar cambios del segmento ST, según corresponda.
  - ✓ Monitorizar la eficacia de la oxigenoterapia.
  - ✓ Monitorizar el estado neurológico.
  - ✓ Obtener un ECG de 12 derivaciones, según corresponda.
  - ✓ Administrar medicamentos que alivien/eviten el dolor y la isquemia, a demanda.
  - ✓ Monitorizar la eficacia de la medicación.
  - ✓ Asegurarse de que todo el personal es consciente de estos objetivos y trabaja de forma conjunta para proporcionar unos cuidados continuos.

NANDA (00132) DOLOR AGUDO

DOMINIO: 12 Confort.

CLASE: 1 Confort físico.

NECESIDAD: 9 Evitar peligros/seguridad.

PATRÓN: 6 Cognitivo-perceptivo.

DEFINICIÓN: experiencia sensitiva y emocional desagradable ocasionada por una lesión tisular real o potencial o descrita en tales términos (*International Association for the Study of Pain*); inicio súbito o lento de cualquier intensidad de leve o grave con un final anticipado o previsible y una duración inferior a 6 meses.

R/C: Agentes lesivos (biológicos, químicos, físicos, psicológicos).

M/P: diaforesis intensa, inquietud y verbalización del dolor.

NOC:

- (1605) Control del dolor.
- (2102) Nivel de dolor.
- (2109) Nivel de malestar.

NIC:

- (1410) Manejo del dolor agudo.
- (2380) Manejo de la medicación (*).
- (2210) Administración de analgésicos.

ACTIVIDADES:

- (1410) Manejo del dolor agudo.
  - ✓ Realizar una valoración exhaustiva del dolor que incluya localización, aparición, duración, frecuencia e intensidad, así como los factores que lo alivian y agudizan.
  - ✓ Administrar analgésicos.
  - ✓ Prevenir o controlar los efectos secundarios de los medicamentos.
  - ✓ Notificar al médico si las medidas de control del dolor no tienen éxito.
- (2380) Manejo de la medicación.
  - ✓ Determinar cuáles son los fármacos necesarios y administrarlos de acuerdo con la autorización para prescribirlos o el protocolo.
- (2300) Administración de analgésicos.
  - ✓ Observar si existen posibles alergias.
  - ✓ Administrar la medicación con la técnica y vía adecuadas.

- ✓ Observar los efectos terapéuticos de la medicación en el paciente.
- ✓ Documentar la administración de la medicación y la capacidad de respuesta del paciente.

NANDA (00126) CONOCIMIENTOS DEFICIENTES

DOMINIO: 5 Percepción/Cognición.

CLASE: 4 Cognición.

NECESIDAD: 14 Aprender.

PATRÓN: 6 Cognitivo-perceptivo.

DEFINICIÓN: carencia o deficiencia de información cognitiva relacionada con un tema específico.

R/C: mala interpretación de la información.

- Falta de interés en el aprendizaje.

M/P: Seguimiento inexacto de instrucciones.

- Comportamientos inapropiados.

NOC:

- (1803) Conocimiento: proceso de la enfermedad.
- (1808) Conocimiento: medicación.
- (1814) Conocimiento: procedimiento terapéutico.
- (1824) Conocimiento: cuidados en la enfermedad.

NIC:

- (5230) Aumentar el afrontamiento.
- (5240) Asesoramiento.
- (5520) Facilitar el aprendizaje.
- (5602) Enseñanza: proceso de la enfermedad.

ACTIVIDADES:

- (5230) Aumentar el afrontamiento.
  - ✓ Alentar la verbalización de sentimientos, percepciones y miedos.
  - ✓ Proporcionar información objetiva respecto del diagnóstico, tratamiento y pronóstico.
  - ✓ Valorar la comprensión del paciente del proceso de enfermedad.
- (5240) Asesoramiento.

- ✓ Establecer una relación terapéutica basada en la confianza y el respeto.
- ✓ Demostrar empatía, calidez y sinceridad.
- ✓ Proporcionar información objetiva según sea necesario y según corresponda.

- (5520) Facilitar el aprendizaje.
  - ✓ Ajustar la instrucción al nivel de conocimientos y comprensión del paciente.
  - ✓ Proporcionar información adecuada al nivel de desarrollo.
  - ✓ Proporcionar información acorde con la situación de control del paciente.
  - ✓ Utilizar un lenguaje familia.
  - ✓ Fomentar la participación activa del paciente.
  - ✓ Responder a las preguntas de una forma clara y concisa.
- (5602) Enseñanza: proceso de la enfermedad.
  - ✓ Evaluar el nivel actual de conocimientos del paciente relacionado con el proceso de enfermedad específico.
  - ✓ Proporcionar información al paciente acerca de la enfermedad, según corresponda.
  - ✓ Dar seguridad sobre el estado del paciente, según corresponda.

NANDA (00146) ANSIEDAD

DOMINIO: 9 Afrontamiento/Tolerancia al Estrés.

CLASE: 2 Respuestas de afrontamiento.

NECESIDAD: 9 Evitar peligros/seguridad.

PATRÓN: 7 Autopercepción- autoconcepto.

DEFINICIÓN: respuesta emocional a una amenaza difusa en la que el individuo anticipa un peligro inminente no específico.

R/C: el cambio en el estado de salud.

- Estrés.

M/P:

- Conductuales: expresión de preocupaciones debidas a cambios en acontecimientos vitales: Inquietud y voz temblorosa, nerviosismo.
- Fisiológicas: aumento de la sudoración.
- Parasimpáticas: deterioro de la atención, preocupación.

NOC:

- (1402) Autocontrol de la ansiedad.
- (1211) Nivel de ansiedad.

NIC:

- (5270) Apoyo emocional (*).
- (5820) Disminución de la ansiedad (*).
- (6040) Terapia de relajación simple.
- (4920) Escucha activa.

ACTIVIDADES:

- (5270) Apoyo emocional.
  - ✓ Permanecer con el paciente y proporcionar sentimientos de seguridad durante los periodos de más ansiedad.
- (5820) Disminución de la ansiedad.
  - ✓ Explicar todos los procedimientos, incluidas las posibles sensaciones que se han de experimentar durante el procedimiento.
  - ✓ Permanecer con el paciente para promover la seguridad y reducir el miedo.
  - ✓ Crear un ambiente que facilite la confianza.
  - ✓ Administrar medicamentos que reduzcan la ansiedad, según corresponda.
- (6040) Terapia de relajación simple.
  - ✓ Crear un ambiente tranquilo, sin interrupciones, con luces suaves y una temperatura agradable, cuando sea posible.
- (4920) Escucha activa.
  - ✓ Mostrar interés por el paciente.
  - ✓ Escuchar los mensajes y sentimientos y atender al contenido de la conversación.

NANDA (00148) TEMOR

DOMINIO: 9 Afrontamiento/Tolerancia al Estrés.

CLASE: 2 Respuestas de afrontamiento.

NECESIDAD: 9 Evitar peligros/seguridad.

PATRÓN: 7 Autopercepción-autoconcepto.

DEFINICIÓN: respuesta emocional básica e intensa generada por la detección de una amenaza inminente que implica una reacción de alarma inmediata.

R/C: con intervención percutánea.

M/P: nerviosismo, aumento del estado de alerta.

NOC:

- (1210) Nivel de miedo.
- (1402) Autocontrol de la ansiedad.
- (1212) Nivel de estrés.
- (1404) Autocontrol del miedo.

NIC:

- (5270) Apoyo emocional (*).
- (5820) Disminución de la ansiedad (*).

BIBLIOGRAFÍA

1. Rubio Martín, M., Benítez Martín, P., Rubio Alcañiz, V. *Manejo de la hemostasia radial tras cateterismo cardiaco. Revisión bibliográfica.* Enfermería en Cardiología. 2020; 27(81):38-46. https://cuidados20.san.gva.es/documents/16605/18131/Resultados+de+Enfermer%C3%A-Da+4%C2%AA%20edici%C3%B3n+%28NOC%29.pdf
2. Ferrer Bañolas L, Beltrán Folch L, Santano Rojas M. *El papel de enfermería en la detección precoz y prevención de la trombosis del stent en pacientes sometidos a angioplastia coronaria.* Revista Enfermería en Cardiología. Vol 30.Num 88-89 (2023). https://doi.org/10.59322/8889.6367.HB2
3. Borrayo-Sánchez G, Alcocer-Gamba MA, Araiza-Garaygordobil D, Arias-Mendoza A, Aubanel-Riedel P, Cortés-Lawrenz J, et al. *Guía práctica interinstitucional para el tratamiento del infarto agudo de miocardio.* Gac Med Mex [Internet]. 2020 ;156(6). Disponible en: https://www.gacetamedicademexico.com/files/gmm_20_156_6_569-579.pdf
4. Dattoli-García CA, Jackson-Pedroza CN, Gallardo-Grajeda AL, Gopar-Nieto R, Araiza-Garygordobil D, Arias-Mendoza A. *Acute myocardial infarction: Review on risk factors, etiologies, angiographic characteristics and outcomes in young patients* [*Infarto agudo de miocardio: revisión sobre factores de riesgo, etiología, hallazgos angiográficos y desenlaces en pacientes jóvenes*]. Arch Cardiol Mex. 2021;91(4):485-492. Published 2021 Nov 1. doi: 10.24875/ACM.20000386
5. Dai K, Shiode N, Nakano Y. *Treatment Delays in Patients With Acute Myocardial Infarction*. Circ J. 2022;86(4):609-610. doi: 10.1253/circj.CJ-22-0033
6. Méndez Ortiz, J. V., Helmer Wistong Portilla-Rivera, Mejía Jiménez, E. J., & Gallego Eraso, N. S. (2021). *Rol del profesional de Enfermería en Infarto Agudo de Miocardio (IAM) y factores asociados.* Boletín Informativo CEI, 8(1), 150–151. Recuperado a partir de https://revistas.umariana.edu.co/index.php/BoletinInformativoCEI/article/view/2567
7. Heather Herdman TH, Shigemi Kamitsuru S. *Diagnósticos Enfermeros: Definiciones y Clasificación 2024-2026*. 13 edition. NANDA Internacional. Madrid: Elsevier España, 2024.
8. Moorhead S, Swanson E, Johnson M. *Clasificación de Resultados de Enfermería (NOC): Medición de Resultados en Salud*. Séptima edición. España: ELSEVIER; 2024
9. K. Butcher H, M. Wagner C, M. Clarke F. *Clasificación de Intervenciones de Enfermería (NIC).* España: ELSEVIER; 2024

TEMA 57

CUIDADOS DE ENFERMERÍA EN PROCEDIMIENTOS ESTRUCTURALES

Judit Gómez Carrillo, Laura Sánchez Martínez, Miguel Ángel Martínez López, Sofía López Gilbert, Pablo Barrial Marcos, Joaquín Meroño Gil

Hospital Universitario Virgen de la Arrixaca. Murcia.

1. INTRODUCCIÓN

El área de la cardiología intervencionista junto con los avances tecnológicos tanto de imagen como instrumentales permite tratamientos curativos en la cardiopatía estructural[1,2].

En este tema nos centraremos en los cuidados de enfermería y preparación al paciente en las diferentes fases de la estancia del paciente en el servicio de hemodinámica: preprocedimiento, durante y posprocedimiento de los siguientes procedimientos estructurales[1,2]:

a) Valvuloplastia mitral, valvuloplastia aórtica, valvuloplastia pulmonar, valvuloplastia tricuspídea.

b) Implante de Clip mitral, Implante de Clip tricuspídeo, implante de válvula aórtica, implante de válvula mitral.

c) Cierre de DUCTUS, cierre Comunicación interauricular (CIA), cierre Comunicación interventricular (CIV), Cierre foramen oval (FOP), cierre orejuela.

2. CUIDADOS DE ENFERMERÍA AL PACIENTE EN LAS DIFERENTES FASES DE LOS PROCEDIMIENTOS ESTRUCTURALES EN EL SERVICIO DE HEMODINÁMICA

PREPROCEDIMIENTO

El paciente, una vez es programado y citado para ser intervenido en el servicio de hemodinámica, es recepcionado en la sala de espera de hemodinámica para su preparación.

En esta fase inicial, las actividades de enfermería están orientadas a revisión y comprobación de[3,4,5,6]:

NANDA Disposición para mejorar el autocuidado [00182] m/p expresa deseo de mejorar el conocimiento de las estrategias de autocuidado[3,4].

Definición: patrón de realización de actividades por parte de la persona que ayuda a alcanzar los objetivos relacionados con la salud, que puede ser reforzado.

- **Dominio 4:** actividad/reposo.
- **Clase 5:** autocuidado.
- **Necesidad 162**.
- **Patrón 4:** actividad-ejercicio.

***Resultados esperados* (NOC)[5]**

NOC

- [3104] Autocontrol: enfermedad arterial coronaria.

Indicadores

- [161701] Acepta el diagnóstico.
- [161703] Participa en las decisiones de los cuidados sanitarios.
- [161707] Controla la persistencia de los síntomas.
- [161713] Utiliza medidas preventivas para reducir el riesgo de complicaciones.

Intervenciones de enfermería (NIC)[6]

NIC

- [5616] Enseñanza: medicamentos prescritos.

Definición: reparar al paciente para que tome de forma segura los medicamentos prescritos y observar sus efectos.

Actividades:

- Informar al paciente acerca del propósito y acción de cada medicamento.
- Instruir al paciente acerca de la posología, vía y duración de los efectos de cada medicamento.
- Revisar el conocimiento que el paciente tiene de cada medicación.
- Reconocer el conocimiento del paciente sobre las medicaciones.
- Informar al paciente sobre las consecuencias de no tomar o suspender bruscamente la medicación.

NANDA Deterioro de la comunicación verbal [00051]

r/c Alteración del autoconcepto, alteración de la percepción m/p, dificultad para comprender la comunicación[3,4].

Definición: capacidad reducida, retardada o ausente para recibir, procesar, transmitir o usar un sistema de símbolos.

- **Dominio 5:** percepción/cognición.
- **Clase 5:** comunicación.
- **Necesidad 10**.
- **Patrón 8:** rol-relaciones.

***Resultados esperados* (NOC)[5]**

NOC

- [2012] Estado de comodidad: sociocultural.

Indicadores

- [201203] Relaciones con la familia.
- [201212] Capacidad de comunicar necesidades.

***Intervenciones de enfermería (NIC)*[6]**

NIC

- [5440] Aumentar los sistemas de apoyo.

Definición: facilitar el apoyo del paciente por parte de la familia, los amigos y la comunidad.

Actividades:

- Determinar el grado de apoyo familiar y económico, así como otros recursos.
- Observar la situación familiar actual y la red de apoyo.

NANDA Riesgo de retraso en la recuperación quirúrgica [00246]

r/c Dolor persistente m/p duración prolongada de la infección perioperatoria de la herida quirúrgica, trastorno psicológico en el periodo posoperatorio, infección de la herida quirúrgica.

Definición: susceptible de requerir un aumento del número de días de posoperatorio necesarios para iniciar y realizar actividades para el mantenimiento de la vida, la salud y el bienestar, que puede comprometer la salud[3,4].

- **Dominio 11:** seguridad/protección.
- **Clase 2:** lesión física.
- **Necesidad 9**.
- **Patrón 4:** actividad-ejercicio.

***Resultados esperados* (NOC)[5]**

NOC

- [1842] Conocimiento: control de la infección.
- [2303] Recuperación posterior al procedimiento.

Indicadores

- [184202] Factores que contribuyen a la transmisión de la infección.
- [184204] Signos y síntomas de infección.
- [184207] Importancia de la higiene de las manos.

***Intervenciones de enfermería (NIC)*[6]**

NIC

- [6550] Protección contra las infecciones.

Definición: prevención y detección precoces de la infección en pacientes de riesgo.

Actividades:

- Observar los signos y síntomas de infección sistémica y localizada.
- Observar la vulnerabilidad del paciente a las infecciones.
- Inspeccionar la existencia de eritema, calor extremo, o exudados en la piel y las mucosas.
- Inspeccionar el estado de cualquier incisión/herida quirúrgica.

NANDA ANSIEDAD (00146)

r/c grandes cambios y factores estresantes m/p angustia, incertidumbre, nerviosismo, preocupación, impaciencia, aumento de la TA, deterioro de la atención[3,4].

Definición: vaga sensación de malestar o amenaza acompañada de una respuesta automática (cuyo origen con frecuencia es desconocido para el individuo); sentimiento de aprensión causado por la anticipación de un peligro. Es una señal de alerta que advierte de un peligro inminente y permite al individuo tomar medidas para afrontarlo.

- **Dominio 9:** afrontamiento/tolerancia al estrés.
- **Clase 2:** respuestas de afrontamiento.
- **Necesidad 9:** evitar peligros/seguridad.
- **Patrón 7:** autopercepción - autoconcepto.

***Resultados esperados* (NOC)[5]**

NOC

- (1402) Control de la ansiedad.

Indicadores

- 140204 Busca información para reducir la ansiedad.
- 140207 Utiliza técnicas de relajación para reducir la ansiedad.
- 140215 Refiere ausencia de manifestaciones físicas de ansiedad.
- 140216 Ausencia de manifestaciones de una conducta ansiosa.

NOC

- (1302) Afrontamiento de problemas.

Indicadores

- 130203 Verbaliza sensación de control.
- 130204 Refiere disminución de estrés.
- 130205 Verbaliza aceptación de la situación.
- 130208 Se adapta a los cambios en desarrollo.
- 130216 Refiere disminución de los síntomas físicos de estrés.
- 130218 Refiere aumento del bienestar psicológico.

***Intervenciones de enfermería (NIC)*[6]**

NIC

- (5820) Disminución de la ansiedad.

Definición: minimizar la aprensión, temor, presagios relacionados con una fuente no identificada de peligro por adelantado.

Actividades:

- Explicar todos los procedimientos, incluyendo las posibles sensaciones que se han de experimentar durante el mismo.
- Proporcionar información objetiva respecto del diagnóstico, tratamiento y pronóstico.
- Escuchar con atención.
- Animar a la manifestación de sentimientos, percepciones y miedos.
- Administrar medicamentos que reduzcan la ansiedad, si están prescritos.

NANDA Temor [00148]

r/c Respuesta a estímulos fóbicos, respuesta aprendida a la amenaza m/p expresa miedo intenso[3,4].

Definición: respuesta emocional básica e intensa generada por la detección de una amenaza inminente que implica una reacción de alarma inmediata.

- **Dominio 9:** afrontamiento/tolerancia al estrés.
- **Clase 2:** respuestas de afrontamiento.
- **Necesidad 9**.
- **Patrón 7:** autopercepción-autoconcepto.

Resultados esperados **(NOC)[5]**

NOC

- [1704] Creencias sobre la salud: percepción de amenaza.

Indicadores

- [170401] Percepción de amenaza para la salud.
- [170404] Preocupación sobre enfermedad o lesión.
- [170405] Preocupación sobre posibles complicaciones.
- [170406] Gravedad percibida de la enfermedad o lesión.
- [170407] Gravedad percibida de las complicaciones.

Intervenciones de enfermería (NIC)[6]

NIC

- [5230] Mejorar el afrontamiento.

Definición: facilitación de los esfuerzos cognitivos y conductuales para manejar los factores estresantes, cambios o amenazas percibidas que interfieran a la hora de satisfacer las demandas y papeles de la vida.

Actividades:

- Proporcionar los servicios con una actitud de aprecio y de apoyo.
- Crear un ambiente tranquilo y de apoyo.
- Proporcionar un ambiente limpio y seguro.
- Proporcionar un ambiente de aceptación.

Durante el procedimiento

Cuando el paciente está preparado y va a someterse a un tratamiento percutáneo, entra en la **sala de hemodinámica**.

En la sala de hemodinámica el paciente es atendido por un equipo de enfermería formado por dos enfermeros (uno poligrafista y otro instrumentista), junto con una auxiliar de enfermería; además los pacientes son asistidos por personal de anestesia, los cuales dirigen sus actividades a los siguientes objetivos[1,2]:

NANDA Conocimientos deficientes [00126]

r/c Implicación inadecuada en el aprendizaje, interés inadecuado en el aprendizaje, participación inadecuada en la planificación del cuidado, confianza inadecuada en el profesional de la salud m/p seguimiento inadecuado de las instrucciones[3,4].

- **Definición:** conocimientos deficientes.
- **Dominio 5:** percepción/cognición.
- **Clase 4:** cognición.
- **Necesidad 14**.
- **Patrón 6:** cognitivo-perceptivo.

Resultados esperados **(NOC)**[5]

NOC

- [1845] Conocimiento: manejo del tratamiento anticoagulante.

Indicadores

- [184503] Uso correcto de la medicación prescrita.
- [184506] Efectos terapéuticos de la medicación.
- [184507] Efectos adversos de la medicación.
- [184508] Efectos secundarios de la medicación.

Intervenciones de enfermería (NIC)[6]

NIC

- [5616] Enseñanza: medicamentos prescritos.

Definición: preparar al paciente para que tome de forma segura los medicamentos prescritos y observar sus efectos.

Actividades:

- Informar al paciente/allegados acerca de cuándo y dónde tendrá lugar el procedimiento/tratamiento, según corresponda.
- Informar al paciente/allegados acerca de la duración esperada del procedimiento/tratamiento.
- Enseñar al paciente cómo cooperar/participar durante el procedimiento/tratamiento, según corresponda.
- Realizar una visita a la habitación del procedimiento/tratamiento y a la zona de espera, si resulta posible.
- Presentar al paciente al personal implicado en el procedimiento/tratamiento, según corresponda.

NANDA Riesgo de disminución de la perfusión tisular cardiaca [00200]

r/c cirugía cardiovascular.

Definición: susceptible de disminución de la circulación cardiaca (coronaria), que puede comprometer la salud[3,4].

- **Dominio 4:** actividad/reposo.
- **Clase 4:** respuestas cardiovasculares/pulmonares.
- **Necesidad 1**.
- **Patrón 4:** actividad-ejercicio.

***Resultados esperados* (NOC)[5]**

NOC

- [0401] Estado circulatorio.

Indicadores

- [40101] Presión arterial sistólica.
- [40102] Presión arterial diastólica.

***Intervenciones de enfermería (NIC)*[6]**

NIC

- [6680] Monitorización de los signos vitales.

Definición: Recogida y análisis de datos sobre el estado cardiovascular, respiratorio y de temperatura corporal para determinar y prevenir complicaciones.

Actividades:

- Monitorizar la presión arterial, pulso, temperatura y estado respiratorio, según corresponda.
- Observar las tendencias y fluctuaciones de la presión arterial.

NANDA Riesgo de reacción adversa a medios de contraste yodado [00218]

r/c deshidratación, debilidad generalizada m/p personas con antecedentes de efectos adversos al medio de contraste yodado, disminución del nivel de consciencia.

Definición: susceptible de padecer una reacción nociva o no intencionada que puede ocurrir dentro de los siete días posteriores a la inyección de contraste y que puede comprometer la salud.

- **Dominio 11:** seguridad/protección.
- **Clase 5:** procesos defensivos.
- **Necesidad 9**.
- **Patrón 1:** percepción-manejo de la salud.

***Resultados esperados* (NOC)[5]**

NOC

- [0417] Severidad del shock: anafiláctico.

Indicadores

- [41701] Disminución de la presión arterial sistólica.
- [41702] Disminución de la presión arterial diastólica.
- [41706] Sibilancias respiratorias.
- [41713] Edema en labios, párpados, lengua.

Intervenciones de enfermería (NIC)[6]

NIC

- [6410] Manejo de la alergia.

Definición: Identificación, tratamiento y prevención de las respuestas alérgicas a alimentos, medicamentos, picaduras de insectos, contrastes, sangre u otras sustancias.

Actividades:

- Identificar las alergias conocidas (medicamentos, alimentos, insectos, ambientales) y la reacción habitual.
- Observar si el paciente presenta reacciones alérgicas a nuevos medicamentos, fórmulas, alimentos, látex o colorantes de prueba.
- Observar al paciente después de la exposición a agentes que se sabe que le causan respuestas alérgicas para detectar signos de rubor generalizado, angioedema, urticaria, tos paroxística, ansiedad severa, disnea, sibilancias, ortopnea, vómitos, cianosis o shock.

NANDA Deterioro de la ventilación espontánea [00033]

r/c fatiga de los músculos respiratorios m/p disminución de la saturación arterial de oxígeno[3,4].

Definición: incapacidad para iniciar o mantener la respiración independiente para el mantenimiento de la vida.

- **Dominio 4:** actividad/reposo.
- **Clase 4:** respuestas cardiovasculares/pulmonares.
- **Necesidad 1**.
- **Patrón 4:** actividad-ejercicio.

***Resultados esperados* (NOC)[5]**

NOC

- [0415] Estado respiratorio.

Indicadores

- [41501] Frecuencia respiratoria.
- [41502] Ritmo respiratorio.

Intervenciones de enfermería (NIC)[6]

NIC

- [3140] Manejo de la vía aérea.

Definición: asegurar la permeabilidad de la vía aérea.

Actividades:

- Colocar al paciente para maximizar el potencial de ventilación.
- Identificar al paciente que requiera de manera real/potencial la intubación de vías aéreas.

NANDA Riesgo de shock [00205]

r/c conocimiento inadecuado de las estrategias de gestión del sangrado, volumen de líquidos insuficiente[3,4].

Definición: susceptible de un aporte sanguíneo inadecuado a los tejidos corporales que puede conducir a una disfunción celular, que puede comprometer la salud.

- **Dominio 11:** seguridad/protección.
- **Clase 2:** lesión física.
- **Necesidad 9**.
- **Patrón 4:** actividad-ejercicio.

***Resultados esperados* (NOC)[5]**

NOC

- [0413] Severidad de la pérdida de sangre.

Indicadores

- [41301] Pérdida sanguínea visible.
- [41308] Hemorragia posoperatoria.
- [41309] Disminución de la presión arterial sistólica.
- [41310] Disminución de la presión arterial diastólica.
- [41311] Aumento de la frecuencia cardiaca apical.

Intervenciones de enfermería (NIC)[6]

NIC

- [4258] Manejo del shock: volumen.

Definición: estimulación de una perfusión tisular adecuada para un paciente con un compromiso grave del volumen vascular.

Actividades:

- Controlar la pérdida súbita de sangre, deshidratación grave o hemorragia persistente.
- Realizar una gasometría arterial y controlar la oxigenación tisular.
- Monitorizar el nivel de hemoglobina/hematocrito.
- Administrar hemoderivados (concentrados de hematíes, plaquetas o plasma fresco congelado), según corresponda.
- Monitorizar los estudios de coagulación, incluyendo el tiempo de protrombina (TP), el tiempo de tromboplastina parcial (TTP), el fibrinógeno, los productos de degradación/escisión de fibrina, y recuento de plaquetas, según corresponda.
- Monitorizar los estudios de laboratorio (p. ej., lactato sérico, equilibrio acido-básico, perfiles metabólicos y electrólitos).

NANDA Riesgo de infección [00004]

r/c higiene del entorno inadecuada, conocimiento inadecuado para evitar la exposición a patógenos, procedimiento invasivo[3,4].

Definición: susceptible de sufrir una invasión y multiplicación de organismos patógenos, que puede comprometer la salud.

- **Dominio 11:** seguridad/protección.
- **Clase 1:** infección.
- **Necesidad 9**.
- **Patrón 1:** percepción-manejo de la salud.

***Resultados esperados* (NOC)[5]**

NOC

- [1101] Integridad tisular: piel y membranas mucosas.

Indicadores

- [110113] Integridad de la piel.
- [110115] Lesiones cutáneas.
- [110116] Lesiones de la mucosa.

***Intervenciones de enfermería (NIC)*[6]**

NIC

- [6550] Protección contra las infecciones.

Definición: Prevención y detección precoces de la infección en pacientes de riesgo.

Actividades:

- Lavarse las manos antes y después de cada actividad de cuidados de pacientes.
- Observar los signos y síntomas de infección sistémica y localizada.
- Observar la vulnerabilidad del paciente a las infecciones.
- Mantener la asepsia para el paciente de riesgo.

NANDA Riesgo de deterioro de la función cardiovascular [00311]

r/c Tabaquismo, la actividad física diaria media es inferior a la recomendada, según el sexo y la edad, gestión ineficaz de la tensión arterial[3,4].

Definición: susceptible de alteración en el transporte de sustancias, homeostasis corporal, eliminación de los residuos metabólicos tisulares, y funciones orgánicas, que puede comprometer la salud.

- **Dominio 4:** actividad/reposo.
- **Clase 4:** respuestas cardiovasculares/pulmonares.
- **Necesidad 4**.
- **Patrón 4:** actividad-ejercicio.

Resultados esperados (NOC)[5]

NOC

- [1837] Conocimiento: control de la hipertensión.

Indicadores

- [183707] Importancia del tratamiento a largo plazo.
- [183708] Signos y síntomas de exacerbación de la hipertensión.
- [183716] Beneficios del autocontrol continuo.
- [183717] Pauta recomendada para la monitorización de la presión arterial.

Intervenciones de enfermería (NIC)[6]

NIC

- [6680] Monitorización de los signos vitales.

Definición: recogida y análisis de datos sobre el estado cardiovascular, respiratorio y de temperatura corporal para determinar y prevenir complicaciones.

Actividades:

- Monitorizar la presión arterial, pulso, temperatura y estado respiratorio, según corresponda.
- Observar las tendencias y fluctuaciones de la presión arterial.
- Monitorizar el ritmo y la frecuencia cardiacos.
- Identificar las causas posibles de los cambios en los signos vitales.

POSPROCEDIMIENTO

Una vez **concluido el procedimiento** y el paciente regresa de nuevo a la sala de recepción/espera de pacientes de hemodinámica, aproximadamente una hora, en espera del traslado a planta, unidad de cuidados intermedios, REA, UCI..., la enfermera debe centrar sus actuaciones en[1,2]:

NANDA Dolor agudo [0132]

r/c alteración de los parámetros fisiológicos m/p conducta expresiva[3,4].

Definición: experiencia sensitiva y emocional desagradable ocasionada por una lesión tisular real o potencial, o descrita en tales términos (International Association for the Study of Pain); inicio súbito o lento de cualquier intensidad de leve a grave con un final anticipado o previsible, y con una duración inferior a 3 meses.

- **Dominio 12:** confort.
- **Clase 1:** confort físico.
- **Necesidad 9**.
- **Patrón 6:** cognitivo-perceptivo.

***Resultados esperados* (NOC)[5]**

NOC

- [1605] Control del dolor.

Indicadores

- [160501] Reconoce los factores causales primarios.
- [160502] Reconoce el comienzo del dolor.
- [160503] Utiliza medidas preventivas para el control el dolor.
- [160504] Utiliza medidas de alivio no analgésicas.

***Intervenciones de enfermería (NIC)*[6]**

NIC

- [1410] Manejo del dolor: agudo.

Definición: alivio o reducción del dolor a un nivel aceptable para el paciente en el periodo inmediatamente posterior al daño de los tejidos tras traumatismo, cirugía o lesión.

Actividades:

- Realizar una valoración exhaustiva del dolor que incluya localización, aparición, duración, frecuencia e intensidad, así como los factores que lo alivian y agudizan.
- Identificar la intensidad del dolor durante los movimientos en las actividades de recuperación (p. ej., tos y respiración profunda, deambulación, transferencia a una silla).

- Explorar los conocimientos y las creencias del paciente sobre el dolor, incluyendo las influencias culturales.
- Monitorizar el dolor utilizando una herramienta de medición válida y fiable apropiada a la edad y a la capacidad de comunicación.

NANDA Autogestión ineficaz de la salud [00276]

r/c dificultad para gestionar un régimen terapéutico complejo, dificultad en la toma de decisiones, conocimiento inadecuado sobre el régimen de tratamiento m/p expresa insatisfacción con la calidad de vida, muestra secuelas de la enfermedad[3,4].

Definición: gestión insatisfactoria de los síntomas, tratamiento, consecuencias físicas, psíquicas y espirituales y cambios en el estilo de vida inherentes a vivir con una afección crónica.

- **Dominio 1:** promoción de la salud.
- **Clase 2:** gestión de la salud.
- **Necesidad 9**.
- **Patrón 1:** percepción-manejo de la salud.

***Resultados esperados* (NOC)**

NOC

- [1803] Conocimiento: proceso de la enfermedad.

Indicadores

- [180302] Características de la enfermedad.
- [180303] Causa o factores contribuyentes.
- [180304] Factores de riesgo.

***Intervenciones de enfermería (NIC)*[6]**

NIC

- [5510] Educación para la salud.

Definición: desarrollar y proporcionar instrucción y experiencias de aprendizaje que faciliten la adaptación voluntaria de la conducta para conseguir la salud en personas, familias, grupos o comunidades.

Actividades:

- Identificar los factores internos y externos que puedan mejorar o disminuir la motivación para seguir conductas saludables.
- Determinar el contexto personal y el historial sociocultural de la conducta sanitaria personal, familiar o comunitaria.

NANDA Deterioro de la regulación del estado de ánimo [00241]

r/c soledad, dolor m/p, disforia[3,4].

Definición: estado mental caracterizado por cambios de humor o afecto, formado por una constelación de manifestaciones afectivas, cognitivas, somáticas o fisiológicas que varían de leves a graves.

- **Dominio 9:** afrontamiento/tolerancia al estrés.
- **Clase 2.** respuestas de afrontamiento.
- **Necesidad 9**.
- **Patrón 10:** afrontamiento-tolerancia del estrés.

***Resultados esperados* (NOC)[5]**

NOC

- [1300] Aceptación: estado de salud.

Indicadores

- [130002] Renuncia al concepto previo de salud personal.
- [130007] Expresa disminución de la necesidad de verbalizar sentimientos sobre la salud.
- [130008] Reconoce la realidad de la situación de salud.
- [130009] Busca información sobre la salud.
- [130010] Afrontamiento de la situación de salud.
- [130011] Toma de decisiones relacionadas con la salud.

Intervenciones de enfermería (NIC)[6]

NIC

- [5330] Control del estado de ánimo.

Definición: proporcionar seguridad, estabilidad, recuperación y mantenimiento a un paciente que experimenta un estado de ánimo disfuncionalmente deprimido o eufórico.

Actividades:

- Evaluar el estado de ánimo (signos, síntomas, antecedentes personales) inicialmente y con regularidad, a medida que progresa el tratamiento.
- Administrar cuestionarios autocumplimentados (Inventario de depresión de Beck, escalas del estado funcional), según corresponda.
- Determinar si el paciente supone un riesgo para la seguridad de sí mismo y de los demás.
- Considerar la posibilidad de hospitalización del paciente con alteraciones del estado de ánimo que plantea riesgos para la seguridad, que es incapaz de satisfacer las necesidades de autocuidado o carece de apoyo social.

BIBLIOGRAFÍA

1. Martin Moreiras J., Cruz Gonzalez, I. *Manual de Hemodinámica e intervencionismo coronario*. 2008.
2. Argibay Pitlik, V, Gómez Fernández, M, Jiménez Pérez, R, Santos Vélez, S, Serrano Poyato, C. Asociación Española de Enfermería en Cardiología. *Manual de enfermería en cardiología intervencionista y hemodinámica*. Protocolos unificados. 2007.
3. Herramienta online para la consulta y diseño de Planes de Cuidados de Enfermería. [Internet]. NNNConsult. Elsevier; 2021-2023 [cited 2024Mar1]. Available from: http://www.nnnconsult.com/
4. NANDA International, Herdman T., Kamitsuru S. *Diagnósticos enfermeros. Definiciones y clasificación*. 12ed. Elsevier; 2021-2023.
5. Moorhead S, Swanson E, Johnson M & Maas M. *Clasificación de Resultados de Enfermería (NOC): Medición de Resultados en Salud*, 6ed. Elsevier; 2018.
6. Butcher H, Bulechek G, Dochterman J & Wagner C. *Clasificación de Intervenciones de Enfermería* (NIC), 7ed. Elsevier; 2018.

CAPÍTULO XII

TÉCNICAS DE HEMOSTASIA Y CUIDADOS DE ENFERMERÍA

Asociación Española de
Enfermería en Cardiología

TEMA 58

HEMOSTASIA FEMORAL

Antonio Morlà Rosselló, Agustí Cardell Bonet, Juan Ojeda Rodríguez, Antonio Navas Ortega, Antonio Riera Planells

Clínica Juaneda. Palma de Mallorca.

GLOSARIO

ACT: *Activated Clotting Time*, Tiempo de Coagulación Activado.

APTT: Tiempo de tromboplastina parcial activado.

FDA: *Food and Drug Administration*, Administración de Alimentos y Medicamentos de EE. UU.

F: *French* (Fr): medida del calibre de los catéteres equivalente al diámetro en mm multiplicado por tres (1Fr=1/3 mm).

TDH: Tiempo de hemostasia.

1. INTRODUCCIÓN

La canalización del acceso vascular es el primer paso para poder realizar cualquier procedimiento cardiovascular, las dos principales vías son la radial y la femoral. El acceso femoral es la vía de elección para procedimientos que requieran mayor calibre de material durante la intervención.

2. CLASIFICACIÓN

La hemostasia es un mecanismo de defensa cuya finalidad es conservar la integridad vascular y evitar la pérdida de sangre. Podemos diferenciar entre las técnicas invasivas y las no invasivas.

3. TÉCNICAS NO INVASIVAS

3.1 COMPRESIÓN MANUAL

La finalidad de esta técnica no invasiva es la obtención de la hemostasia del punto de punción mediante la compresión directa y modulable, mediante el uso de 2 o 3 dedos y siendo la más eficaz aquella ejercida a unos 2-3 cm en sentido caudal[1].

La compresión manual se considera una técnica *gold standard*, ya que con ella se preservan la pared vascular y la luz arterial de una forma íntegra, favoreciendo la formación del coágulo que será el responsable de la hemostasia final[2]. Las características más destacables a tener en cuenta para una correcta aplicación de esta técnica son, entre otras, la palpación precisa del pulso arterial femoral en su parte más proximal al punto de punción (a unos 2 cm), retirada del introductor una vez iniciada la compresión femoral (no antes) para, finalmente, ejercer dicha compresión entre 10 y 20 minutos hasta apreciarse que no aparece sangrado activo. Es necesario el uso posterior de vendaje compresivo, además de indicar al paciente la necesidad de permanecer en reposo absoluto entre 6 y 8 horas con el miembro inferior puncionado estirado, y con una alta hospitalaria entre 12 y 24 horas[1].

Dependiendo del uso o no de fármacos anticoagulantes, antiagregantes o fibrinolíticos, la retirada de la vaina se realizará siguiendo las indicaciones **(Tabla 1)**.

TABLA 1. Tiempos de retirada del introductor[3].

ANTICOAGULACIÓN	RETIRADA DE LA VAINA
Sin anticoagulantes o dosis de heparina sódica 2000 UI.	Inmediatamente.
Heparina sódica > 2000 UI.	Si ACT < 150 a 160 s o APTT < 45 s.
Bivalirudina.	2 horas posfinalización fármaco.
Enoxaparina.	De 6 a 8 horas tras la última dosis administrada.
Fibrinolítico.	Si fibrinógeno >150 mg/dL.
Warfarina.	INR > 2,0 se ha de considerar el uso de plasma fresco.

ACT = Tiempo de Coagulación Activada; **APTT** = Tiempo de Tromboplastina Parcial Activada; **INR** = Índice Normalizado Internacional.

3.2 COMPRESIÓN MECÁNICA POR C-CLAMP®

El C-Clamp (Usci Bard) es un dispositivo metálico en forma de C o también conocido como "Gato", con un disco de nylon en uno de sus extremos y un brazo adaptable en altura, que realiza la compresión mecánica directa sobre el punto de punción. El tiempo de compresión, al igual que los cuidados al alta, serán similares a la técnica manual. Como efectos secundarios relevantes a señalar tendremos las reacciones vasovagales por la compresión del nervio femoral[3].

3.3 COMPRESIÓN NEUMÁTICA O ASISTIDA

3.3.1 FemoStop®

El dispositivo FemoStop® **(Figura 1)** consiste de un arco y una bomba con manómetro reutilizable, además de un juego desechable que incluye un globo neumático,

un cinturón y una llave de paso. El globo de compresión se coloca sobre el lugar de punción del vaso en la ingle, mientras que el cinturón se coloca alrededor del paciente. El globo aplica presión mecánica en el lugar de punción del vaso para inducir hemostasia, la presión del globo se controla con la bomba. La retirada de los catéteres se realiza después de inflar con el manómetro hasta 20-30 mmHg (venoso) o 60-80 mmHg (arterial), una vez retirados inflar 10-20 mmHg por encima de presión arterial basal[4,5,6].



Figura 1. Dispositivo FemoStop®.

3.3.2 SISTEMA SAFEGUARD®

El sistema SafeGuard® **(Figura 2)** consiste en un apósito adhesivo en forma de cruz con una burbuja de hasta 40 cc que se infla mediante una jeringa. La burbuja es transparente por su parte superior, permitiendo ver en todo momento la zona de inserción. Se coloca sobre el punto de punción, teniendo en cuenta el ángulo del mismo y de colocación del introductor. Sin embargo, no se puede considerar un sistema de compresión por sí mismo, ya que precisa de compresión manual sobre el globo, aunque reduce el tiempo de compresión (5 minutos para procedimientos diagnósticos y 10 minutos para terapéuticos, aproximadamente). Una vez realizada la hemostasia de la arteria femoral, actúa de sustituto del compresivo. Se recomienda desinflar el globo cada dos horas para favorecer un llenado capilar correcto[7,8].



Figura 2. Dispositivo SafeGuard®.

3.4 COMPRESIÓN POR PESO

Actualmente en desuso, consiste en utilizar un saco de arena de 2-4 kg como sustitutivo o adyuvante al vendaje compresivo[3].

3.5 COMPRESIÓN MANUAL ASISTIDA POR PARCHE HEMOSTÁTICO

Los parches disminuyen los tiempos de hemostasia a una media de 10 minutos frente a los 20 minutos de la técnica habitual. Se basan en la formación de un coágulo para conseguir la hemostasia. Estas almohadillas están recubiertas con material procoagulante para mejorar la coagulación y la hemostasia[9]. Los parches hemostáticos al tratarse de productos de aplicación externa no comprometen el lugar de punción, puesto que no invaden la luz arterial o el tracto tisular. Permiten por tanto el reacceso o cirugía de forma inmediata.

TABLA 2. Tipos de parches hemostáticos, elaboración propia.

NOMBRE	CASA COMERCIAL	BIOPOLÍMERO
Clo-Sur PAD®	Medtronic	Apósito de acetato de poliprolato. En contacto con los hematíes se produce una aglutinación.
Syvek Patch®	Marine Polymer Technologies Inc.	Formulación tópica de N-acetilglucosamina. Procoagulante y vasoconstrictor.
Chito-seal®	Abbot-Vascular	Chitosán gel es un polisacárido lineal derivado de quitina compuesto por moléculas cargadas positivamente que atraen glóbulos rojos y plaquetas, promoviendo así la hemostasia.
Quik-Clot®	Teleflex	Almohadilla impregnada en kaolin, activa el factor XII, que a su vez acelera la cascada de coagulación 2, 3, 4, 5, lo que conduce a un control más rápido del sangrado.
D-Stat Dry®	Vascular Solutions Inc.	Vendaje hemostático tópico basado en el poder de la coagulación de la trombina para activar los factores de coagulación VII, V y XII y las propiedades antimicrobianas de la plata para prevenir la colonización de microorganismos en la almohadilla.

Fuente elaboración propia.

4. TÉCNICAS INVASIVAS: DISPOSITIVOS EXTRA E INTRAVASCULARES

4.1 DISPOSITIVOS EXTRAVASCULARES

4.1.1 Clip de Nitinol

StarClose™ SE (Abbott Medical) es un dispositivo de cierre extravascular de efecto inmediato **(Figura 3)**. Compuesto por un clip de nitinol de 4 mm que aproxima los bor-

des de la arteriotomía conformando una sutura circunferencial alrededor de la misma (en forma de bolsa de tabaco). Indicado en procedimientos con uso de dispositivos de 5F-6F, con mecanismo de acción por cicatrización primaria, disminución del riesgo de fibrosis e infección por uso del nitinol y minimización del efecto inflamatorio en la pared endotelial del vaso[10,11]. Permite el inicio de deambulación precoz y la recanalización inmediata, con una rápida hemostasia (en torno a 1,5 min posretirada del introductor)[12]. Está contraindicado en pacientes con diámetro luminal mínimo < 5 mm y en pacientes con hipersensibilidad al níquel-titanio.



Figura 3. Dispositivo StarClose™ SE.

4.1.2 Tapón reabsorbible

VasoSeal ES® (St Jude Medical) es un dispositivo de cierre por tapón de colágeno de origen bovino (80-100 mg), que produce una cicatrización secundaria de la arteriotomía por cascada de coagulación[13] **(Figura 4)**. Fue el primer dispositivo aceptado (1995) y, actualmente, se comercializan 4 tipos diferentes de VasoSeal (ES; VHD; Low Profile; ELITE) según necesidades de cierre y del calibre de introductor usado. Permite la deambulación precoz en torno a 1 h posretirada del introductor[14], junto con un tiempo de hemostasia (TDH) alrededor de 5-13 min. Otro punto a su favor es que al no invadir la luz arterial, está indicado en pacientes con calcificación arterial y enfermedad vascular periférica. Sus principales contraindicaciones son el uso en pacientes obesos debido a la limitación de longitud del dispositivo; no se permite la re-punción femoral en aproximadamente 6 semanas y las frecuentes apariciones de irritación cutánea e incluso infección local debido a la gran cantidad de colágeno administrada, favoreciendo éste una gran cascada inflamatoria por reabsorción[14,15].

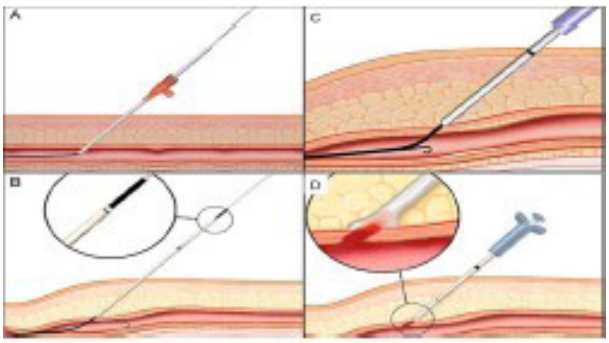


Figura 4. Dispositivo VasoSeal ES®.

Exoseal ® (Cordis Corporation) es otro de los dispositivos como el VasoSeal®. Su función es liberar un compuesto biodegradable de ácido poliglicólico a nivel de la pared tisular

de la arteriotomía, para favorecer la cicatrización secundaria o coágulo-dependiente. Indicado en procedimientos con introductores de 5F a 7F[16].

Duett® (Vacular Solutions Inc.) es un dispositivo de cierre por tapón mixto, uno extraluminal de trombina y otro intraluminal por catéter-balón **(Figura 5)**. Su uso está indicado para cierres de dispositivos de 5F a 9F. Se compone de un catéter de 3F y un balón de 3 mm x 7 mm que se infla a nivel intraluminal a 2 atm. Por otro lado, se debe preparar una emulsión procoagulante con 10.000UI de trombina + 250 mg de micro fibras de colágeno, que favorecen a acelerar la cascada de coagulación[17]. El fibrinógeno se transforma más rápido en fibrina gracias al efecto de la mezcla de trombina y colágeno. Todo esto se debe complementar con una compresión manual de unos 3 minutos[17,18]. Tras ello, ya se puede desinflar el balón y retirar el catéter-balón. Tanto el TDH como el tiempo de deambulación son muy parecidos a los descritos previamente en el dispositivo VasoSeal (TDH entre 4-14 min.) y tiempo de deambulación precoz en torno a 2-6 h[19].

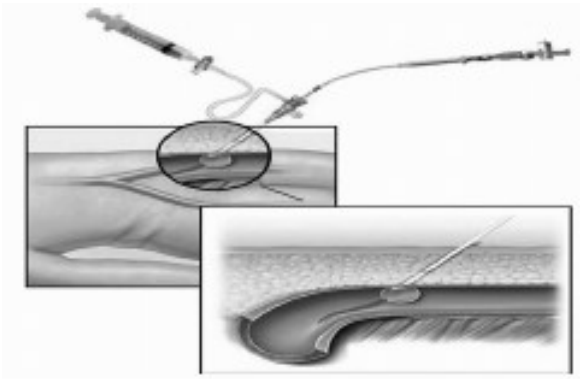


Figura 5. Dispositivo Duett ®.

En la **Figura 6** se puede observar MynxGrip® (Cardinal Health) que es un dispositivo mixto como el Duett®, pero su diferencia radica en la emulsión procoagulante que se utiliza. En este caso se libera un hidrogel rico en polietileno y glicol[16].



Figura 6. Dispositivo MynxGrip®.

4.2. DISPOSITIVOS INTRAVASCULARES

4.2.1 Ancla reabsorbible & tapón de colágeno

AngioSeal™ VIP (Terumo Interventional Systems) es un dispositivo de cierre compuesto por un ancla endovascular (2x10 mm) de polímero reabsorbible conectada a un tapón de colágeno mediante una sutura de posicionamiento reabsorbible **(Figura 7)**. Dichos componentes realizan una sutura reabsorbible de la arteriotomía en, aproxi-

madamente, 60-90 días[20]. La hemostasia de la punción se consigue con la creación de un "sandwich" entre ancla - arteriotomía - tapón de colágeno.

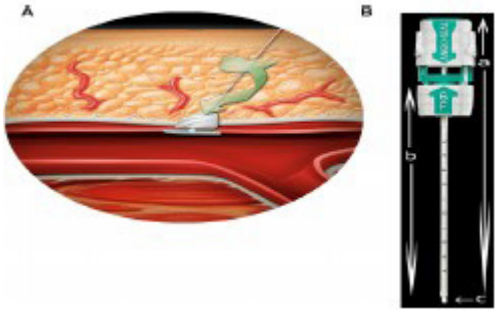


Figura 7. Dispositivo AngioSeal™ VIP.

Su uso está indicado en aquellos procedimientos intervencionistas en los que se usen introductores de 8F o menores (se comercializan en la actualidad de 6F y 8F). El TDH es relativamente rápido (entre 1 y 4 min), lo que permite una retirada precoz del introductor y un inicio de la deambulación precoz entre 2 y 6 h[21]. Otra ventaja que presenta este dispositivo es la escasa curva de aprendizaje que precisa para su uso. Las contraindicaciones más importantes de este dispositivo radica en que no está permitido su uso en accesos arteriales < 4 mm de diámetro luminal, y no se recomienda la re-punción de la zona antes de 60-90 días (en caso de precisarse re-punción ésta se debe realizar a 1 cm proximal del acceso previo)[24].

En la **Figura 8** encontramos el dispositivo MANTA® (Teleflex). Se trata de un dispositivo de cierre vascular compuesto por ancla y tapón de colágeno reabsorbible igual que el AngioSeal™. Su diferencia radica en que éste dispositivo puede usarse en aquellos procedimientos que precisen el uso de introductores de gran tamaño (entre 12F y 25F). Su efectividad y seguridad se ha demostrado en varios estudios en EE. UU, dando un 97,7% de efectividad en la hemostasia de grandes vasos y un TDH en torno a 24 segundos (65 segundos tiempo máximo de hemostasia)[23]. Se contraindica su uso en aquellos pacientes con calcificaciones graves o con accesos vasculares con lúmenes mínimos de 5 mm para el uso del dispositivo MANTA de 14F y de 6 mm para el uso del dispositivo de 18F.

También se contraindica su uso en pacientes con punción femoral previa inferior a 30 días o con uso previo de cierre percutáneo en dicha zona, o bien en pacientes obesos (con IMC >40 kg/m^2) o caquéxicos (<20 kg/m^2)[24].



Figura 8. Dispositivo MANTA®.

Obtura® (Meril Life Sciences, India) existen dos tipos de dispositivos, uno de 6F compatible con la vaina introductora de 6F y 7F, y el de 8F compatible con la vaina introductora

de 8F y 9F **(Figura 9)**. El periodo de degradación del ancla es de 45 días, mientras que el del colágeno es de 60 días. La degradación total de los componentes es de 90 días.



Figura 9. Dispositivo Obtura®.

4.2.2 Sutura mecánica percutánea

PerClose® ProGlide™ o ProStyle™ (Abbott Vascular Devices) es un dispositivo de cierre por sutura, compuesta por un monofilamento de polipropileno pre anudada (a diferencia del PerClose® antiguo que dispensaba una sutura de seda). Indicado en aquellos procedimientos que precisen introductores de 5F a 21F en arteria y de 5F a 24F en acceso venoso. Es un cierre no coágulo-dependiente **(Figura 10)**, por lo que está indicado su uso incluso en aquellos pacientes severamente anticoagulados. Este dispositivo permite la re-punción inmediata, al igual que permite la realización de compresión manual para mejorar su efectividad sin aumentar el riesgo de trombosis intraluminal[25]. Está indicado en aquellos procedimientos que se precise realizar una técnica de "pre-cierre" y uso de 2 dispositivos > 8F, ya que permite la recuperación de la luz arterial mediante guía una vez liberada la sutura, pudiendo asegurar la correcta hemostasia en la propia mesa de intervención. Se han descrito casos de deambulación precoz a 1 h poscirugía, pero la media es de unas 2-6 h. Contraindicado en aquellos pacientes con un DLM < 5 mm. Precisa una curva de aprendizaje elevada por el equipo médico. Se disminuye la probabilidad de reacción inflamatoria grave de la zona, ya que no existe el uso de colágeno animal ni material intravascular.



Figura 10. Dispositivo PerClose®

Prostar® XL (Abbott Vascular Devices) es un cierre compuesto por una doble sutura de poliéster trenzado y cuatro agujas de nitinol **(Figura 11)**. Se uso es para procedi-

mientos en los que se utilicen dispositivos de 8F a 10F, recomendado en aquellos en los que se deba realizar técnica de "pre-cierre" con dos dispositivos (véase en reparaciones de aneurismas, valvulopatías, implantación de válvulas aórticas, etc.), en los que se precisa el uso de accesos vasculares de hasta 23F y cierre vascular con la posibilidad de recuperar la luz arterial mediante guía. Otra de sus características es que permite la re-punción inmediata a pesar de haber usado otro dispositivo de cierre endovascular previamente. Aunque su mecanismo de acción es parecido al ProGlide®, se ha demostrado en algunos estudios que el ProStar XL es menos efectivo frente a cierres de accesos > 16F[26], con mayor probabilidad de sangrado o hematoma poscierre y fallo del mecanismo. Precisa una gran curva de aprendizaje por parte del equipo médico. Hay que tener en cuenta la limitación de su uso en aquellos pacientes con enfermedad vascular periférica severa; calibres de arteria femoral común o iliaca < 8 mm; cirugías previas de revascularización ilio-femoral; calcificaciones severas o punciones múltiples[27].

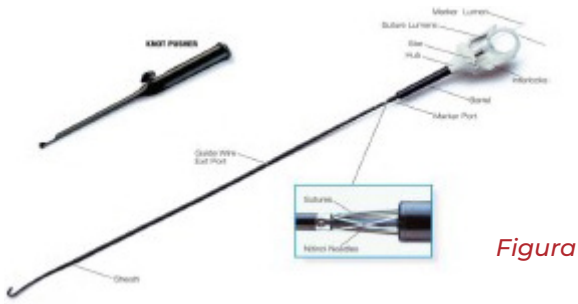


Figura 11. Dispositivo Prostar® XL.

5. CUIDADOS DE ENFERMERÍA

Los cuidados de enfermería en procedimientos hemostáticos de acceso femoral son esenciales para prevenir las complicaciones y promover la recuperación del paciente, siendo fundamentales para garantizar la seguridad y el bienestar de este durante el periodo posoperatorio. La vigilancia constante, la educación al paciente y a la familia, así como la prevención de complicaciones son aspectos clave de la atención de enfermería en estos cuidados. De los diferentes métodos de compresión existentes anteriormente descritos, el personal de enfermería es responsable de los métodos no invasivos y es facilitador de los métodos de cierre vascular que serán realizados por personal médico.

5.1 MEDIDAS GENERALES ANTES Y DURANTE EL CATETERISMO

- A la llegada a la unidad de Hemodinámica nos presentaremos y daremos la bienvenida al paciente.
- Revisaremos la historia clínica y cumplimentaremos los registros de la sala de Hemodinámica y de identificación del paciente.

- Comprobaremos si es conocedor de algún tipo de alergia, con especial atención a las alergias al contraste iodado comprobando si ha sido aplicado el protocolo pertinente en caso de alergias conocidas.
- Reducir la ansiedad del paciente informando del procedimiento.
- Colocación o comprobación de un acceso venoso para la administración de sueroterapia y sedoanalgesia, si fuese necesaria.
- Monitorización y toma de constantes (FC, TA, Saturación de O_2 y Temperatura).
- Comprobación de pulsos y revisión de la zona de punción valorando signos indirectos de buena perfusión como coloración, temperatura, parestesias, hematomas, etc.
- Revisar medicación que toma el paciente, en especial anticoagulantes.

5.2 MEDIDAS POSCATETERISMO

- **Control de la zona de punción femoral si porta Introductor arterial:** verificar la existencia de pulsos distales (pedio y postibial), marcando la localización de los mismos. Vigilar signos y síntomas de sangrado o signos de isquemia arterial. Restricción prescrita de movimiento. Reposo absoluto en cama en plano horizontal con una almohada en la cabeza, hasta la retirada del introductor arterial (4-6 horas posprocedimiento), o hasta prescripción médica.
- **Control de la zona de punción femoral tras la retirada del introductor:** mismas medidas que si portara un introductor arterial. Restricción prescrita de movimiento. Reposo absoluto en cama a 30° máximo en posición de decúbito supino durante 8 horas si hemostasia con compresión manual y apósito compresivo durante 4-6 horas si hemostasia con dispositivo de cierre invasivo. El vendaje compresivo se retirará a las 12 horas. Es crucial vigilar el sitio de punción femoral para detectar cualquier signo de sangrado, hematoma o complicación. Se debe realizar una evaluación del sitio de punción con regularidad según el protocolo del servicio y documentar cualquier cambio.
- **Aplicación de compresión:** después del cateterismo femoral, se suele aplicar compresión en el sitio de punción para promover la hemostasia. La enfermería debe asegurarse de que la compresión sea adecuada y que no haya signos de sangrado activo.
- **Monitorización de signos vitales:** se deben monitorizar de cerca los signos vitales del paciente, incluyendo la frecuencia cardiaca, la presión arterial y la saturación de oxígeno, para detectar cualquier cambio que pueda indicar una complicación, como hemorragia interna o shock.
- **Control de líquidos y electrolitos:** después del cateterismo, es importante mantener un equilibrio adecuado de líquidos y electrolitos para prevenir la deshidratación y la hipovolemia. Se debe prestar especial atención si se han administrado grandes volúmenes de líquidos o contraste durante el procedimiento.

- **Control del dolor:** es importante controlar el dolor del paciente después del cateterismo femoral. Se pueden administrar analgésicos según sea necesario y proporcionar medidas no farmacológicas para aliviar el malestar, como la aplicación de compresas frías en el sitio de punción.
- **Movilización y restricciones de actividad:** se debe instruir al paciente para que evite movimientos bruscos y levantar objetos pesados con la pierna afectada durante un periodo de tiempo específico después del procedimiento para prevenir la apertura del sitio de punción femoral.
- **Educación al paciente:** es importante educar al paciente sobre los signos y síntomas de complicaciones que debe informar de inmediato, como sangrado excesivo, aumento del dolor en el sitio de punción, cambios en la coloración o temperatura de la extremidad, o cualquier otro síntoma preocupante.
- **Seguimiento y evaluación:** después del procedimiento, se debe realizar un seguimiento continuo del paciente para evaluar la evolución del sitio de punción femoral y detectar cualquier signo de complicación tardía, como pseudoaneurismas o fístulas arteriovenosas.

Dentro de los cuidados de enfermería destacan con especial importancia los relacionados con la potencial y más frecuente complicación, el hematoma relacionado con la punción femoral, cuyas actividades serán:

- Reposo en cama según el protocolo del centro.
- Verificar la existencia de pulsos arteriales distales.
- Toma de constantes.
- Programa de movilización progresiva.
- En caso de hematoma retirar vendaje y comprimir hasta disminución.
- Realizar ecografía para saber el tamaño del hematoma, consistencia y existencia de latido arterial.
- Avisar al MG.
- Registrar en la gráfica de enfermería.

6. COMPLICACIONES

El uso de los dispositivos de cierre vascular han mejorado el TDH, facilitando la deambulación precoz y el alta. Por ello el uso de los mismos ha aumentado, siendo sus fallos poco frecuentes (1-8%)[28].

Según Hernández-Garrido[29], las complicaciones por el uso de DVC son de un 6,9%, mientras que la compresión manual se sitúa en un 7,9%. Primando sobre la compresión manual cuando un dispositivo produce un mal cierre. Las complicaciones por el acceso femoral, ya mencionados por Álvarez-Acosta[30], se resumen en el gráfico de la **Figura 12**:

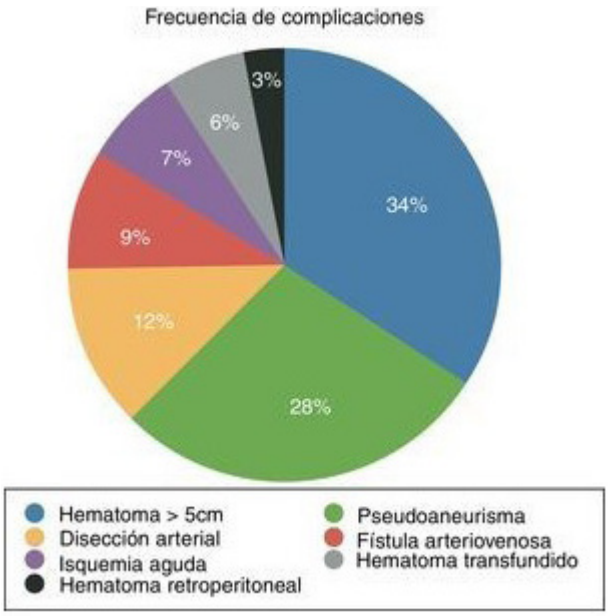


Figura 12. Complicaciones relacionadas con acceso femoral[30].

- **Hematoma.** Como complicación más frecuente, como tumefacción de la región inguinal. Se clasifican por el tamaño como leves/moderados los inferiores a 5 cm, y graves los superiores a 5 cm de diámetro[31].
- **Hemorragia.** Por la implantación inefectiva del dispositivo. Como es el caso de las arterias gravemente calcificadas, a las cuales se asocian perore éxitos de implantación que en aquellas arterias exentas de calcio[28]. Para ello debe aplicarse compresión manual, y debe revisarse la cantidad de heparina administrada.
- **Hematoma retroperitoneal.** Presencia de colección de sangre en el espacio retroperitoneal. Se realiza TAC y ecografía ante la sospecha clínica por disminución de hematocrito, dolor lumbar y distensión abdominal[31]. Debe realizarse reposo en cama, reposición de la volemia si fuera necesario y vigilancia estrecha durante las primeras 24 h según evolución.
- **Pseudoaneurisma.** Hematoma pulsátil repermeabilizado y encapsulado. El diagnóstico temprano mediante ecodoppler es crucial para el tratamiento quirúrgico oportuno.
- **Infección.** Se trata de una complicación muy infrecuente, siendo el consejo la retirada mediante cirugía vascular. La presencia de grandes hematomas, también facilitan la aparición de infecciones. En todas ellas deben detectarse signos de infección y administrar antibioterapia, además de la evacuación del hematoma.
- **Isquémicas.** En menor frecuencia, pero altamente graves. Precisan de reconstrucción arterial quirúrgica, producidos por complicaciones vasculares periféricas relacionadas con los dispositivos de cierre comportando un riesgo de amputación[32].

- **Problemas con la implantación del dispositivo.** Expuesto en el estudio sobre las complicaciones del uso de VasoSeal-Es®[15], donde el conocimiento de la anatomía angiografía y la localización de la vaina del introductor son esenciales para la minimización de complicaciones. Es más, no sólo se constata un aumento de casos fallidos en la implantación del sistema durante los dos primeros meses en la práctica del mismo, sino que también se evidencia que existen profesionales médicos que aumentan el porcentaje de casos fallidos de implantación a diferencia de otros.

BIBLIOGRAFÍA

1. Robertson L, Andras A, Colgan F, Jackson R. *Vascular closure devices for femoral arterial puncture site haemostasis.* Cochrane Database Syst Rev [Internet]. 2016 Mar 7;2016(3). Available from: http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD009541.pub2
2. Ramírez-Gutiérrez ÁE, Eid-Lidt G, Esquinca-Vera JC, Damas-de los Santos F, Pérez-González A, Kimura-Hayama E, et al. *Ensayo clínico de asignación aleatoria, para evaluar la eficacia de dos técnicas de compresión en la disminución de complicaciones en el sitio de acceso vascular femoral, posterior a cateterismo diagnóstico y terapéutico.* Arch Cardiol México. 2012;82(2):105-11.
3. González López JL, Rodríguez Carpizo L, Rodríguez García-Abad V, Rodríguez Núñez L. Tema 40 *Hemostasia del acceso femoral. Capitulo XII Técnicas Hemost y Cuid enfermería* [Internet]. 2013;14. Disponible en: https://enfermeriaencardiologia.com/wp-content/uploads/hemo_40.pdf
4. Abbot femostop. Available from: https://www.cardiovascular.abbott/us/en/hcp/products/peripheral-intervention/femostop-gold.html
5. Chamberlin JR, Lardi AB, McKeever LS, Wang MH, Ramadurai G, Grunenwald P, et al. *Use of vascular sealing devices (VasoSeal and Perclose) versus assisted manual compression (Femostop) in transcatheter coronary interventions requiring abciximab (ReoPro).* Catheter Cardiovasc Interv. 1999;47(2):143–7.
6. Jensen J, Saleh N, Jensen U, Svane B, Jönsson A, Tornvall P. *The inflammatory response to femoral arterial closure devices: a randomized comparison among FemoStop, AngioSeal, and Perclose.* Cardiovasc Intervent Radiol. 2008;31:751-5.
7. Di Caterino F, Primikiris P, Vitale G, Charbonnier G, Biondi A. *Safeguard pressure assisted device for local femoral hemostasis in neuroendovascular procedures: A single center study of 879 patients.* J Neuroradiol. 2021;48(5):385–90.
8. Compresi SP. *Mantener la presión con Safeguard*. Available from: https://www.cardioparts.com/producto/intervencionismo-periferico/banda-de-compresion-asistida-safeguard-merit
9. Nguyen N, Hasan S, Caufield L, Ling FS, Narins CR. *Randomized controlled trial of topical hemostasis pad use for achieving vascular hemostasis following percutaneous coronary intervention.* Catheter Cardiovasc Interv [Internet]. 2007 May 20;69(6):801–7. Available from: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ccd.21024
10. Schwartz BG. *Review of vascular closure devices.* J Invasive Cardiol. 2010;22(12).
11. Ratnam LA, Raja J, Munneke GJ, Morgan RA, Belli AM. *Prospective nonrandomized trial of manual compression and Angio-Seal and Starclose arterial closure devices in common femoral punctures.* Cardiovasc Intervent Radiol. 2007;30:182–8.

12. Burke MN, Hermiller J, Jaff MR. *StarClose® vascular closure system (VCS) is safe and effective in patients who ambulate early following successful femoral artery access closure-results from the RISE clinical trial.* Catheter Cardiovasc Interv. 2012;80(1):45-52.

13. Bechara CF, Annambhotla S, Lin PH. *Access site management with vascular closure devices for percutaneous transarterial procedures.* J Vasc Surg. 2010;52(6):1682–96.

14. Cleveland G, Hill S, Williams S. *Arterial puncture closure using a collagen plug, II.* (VasoSeal™). Tech Vasc Interv Radiol. 2003;6(2):82–4.

15. Carey D, Martin JR, Moore CA, Valentine MC, Nygaard TW. *Complications of femoral artery closure devices.* Catheter Cardiovasc Interv. 2001;52(1):3–7.

16. Scheinert D, Sievert H, Turco MA, Schmidt A, Hauptmann KE, Mueller R, et al. *The safety and efficacy of an extravascular, water-soluble sealant for vascular closure: Initial clinical results for Mynx™.* Catheter Cardiovasc Interv [Internet]. 2007 Nov 29;70(5):627–33. Available from: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ccd.21353

17. Dickey KW. *Arterial hemostasis using the DuettTM sealing device.* Tech Vasc Interv Radiol. 2003;6(2):85–91.

18. Silber S. *Hemostasis success rates and local complications with collagen after femoral access for cardiac catheterization: analysis of 6007 published patients.* Am Heart J. 1998;135(1):152–6.

19. Mooney MR, Ellis SG, Gershony G, Yehyawi KJ, Kummer B, Lowrie M. *Immediate sealing of arterial puncture sites after cardiac catheterization and coronary interventions: Initial U.S. feasibility trial using the Duett vascular closure device.* Catheter Cardiovasc Interv [Internet]. 2000 May;50(1):96–102. Available from: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/(SICI)1522-726X(200005)50:1%3C96::AID-CCD21%3E3.0.CO;2-V

20. Tellez A, Cheng Y, Yi GH, Conditt GB, McGregor JC, Flynn AM, et al. *In vivo intravascular ultrasound analysis of the absorption rate of the Angio-Seal vascular closure device in the porcine femoral artery.* Eurointervention J Eur Collab with Work Gr Interv Cardiol Eur Soc Cardiol. 2010;5(6):731–6.

21. Veasey RA, Large JK, Silberbauer J, Paul G, Taggu W, Ellery S, et al. *A randomised controlled trial comparing StarClose and AngioSeal vascular closure devices in a district general hospital–the SCOAST study.* Int J Clin Pract. 2008;62(6):912–8.

22. Brancheau D, Sarsam S, Assaad M, Zughaib M. *Accelerated ambulation after vascular access closure device.* Ther Adv Cardiovasc Dis. 2018;12(5):141–4.

23. Nelson PR, Kracjer Z, Kansal N, Rao V, Bianchi C, Hashemi H, et al. *A multicenter, randomized, controlled trial of totally percutaneous access versus open femoral exposure for endovascular aortic aneurysm repair (the PEVAR trial).* J Vasc Surg. 2014;59(5):1181–93.

24. Nuyttens BP, Thijs T, Deckmyn H, Broos K. *Platelet adhesion to collagen.* Thromb Res. 2011;127:S26–9.

25. Kar S, Hermiller J, Conn K, Shu Y, Sampat K. CRT-200.28 *The use of the Perclose Proglide Suture Mediated Closure (SMC) device for vein artery access site closure up to 24F sheaths.* JACC Cardiovasc Interv. 2018;11(4S):S35–S35.

26. Xiang Y, Chen C, Zhao J, Ma Y, Huang B, Wu Z. *Vascular complications of ProGlide versus Prostar in transcatheter aortic valve replacement (TAVR) procedures: meta-analysis.* BJS open. 2023;7(4):zrad061.

27. Hahl T, Karvonen R, Uurto I, Protto S, Suominen V. *The Safety and Effectiveness of the Prostar XL Closure Device Compared to Open Groin Cutdown for Endovascular Aneurysm Repair*. Vasc Endovascular Surg. 2023;15385744231180664.

28. Ruiz-Nodar y JM, Pineda Rocamora J. *Dispositivos de cierre vascular: el debate sigue abierto.* REC Interv Cardiol [Internet]. 2024 Feb 12; Available from: https://www.recintervcardiol.org/es/?option=com_content&view=article&id=1159&catid=13

29. Hernández-Garrido JM, Casares-Bran TM, Hernández-López D, Moreno-Rojas JC, Mijangos WF, Laguna-Bárcenas J, et al. *Reparación de trauma vascular femoral secundario a dispositivo de cierre vascular.* Rev Mex Angiol [Internet]. 2022 Jun 3;50(2). Available from: https://www.rmangiologia.com/frame_esp.php?id=80

30. Álvarez-Acosta L, Rodríguez-Esteban M, Fariña Ruíz AP, Pérez-Pérez H, Grillo-Pérez JJ, Hernández-Afonso J. *Anatomía angiográfica femoral y complicaciones derivadas del cateterismo cardiaco.* Angiologia [Internet]. 2014 Jan;66(1):4-10. Available from: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003317013001880

31. Navarro F, Iñíguez A, Córdoba M, García S, Gómez A, Serrano C, et al. *Factores relacionados con la aparición de complicaciones vasculares periféricas tras procedimientos intervencionistas cardiovasculares percutáneos.* Rev Española Cardiol [Internet]. 1997 Jan;50(7):480-90. Available from: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300893297732548

32. Schumacher PM, Ross CB, Wu YC, Donahue RM, Ranval TJ, Dattilo JB, et al. *Ischemic Complications of Percutaneous Femoral Artery Catheterization*. Ann Vasc Surg. 2007;21(6):704–12.

TEMA 59

HEMOSTASIA RADIAL Y RADIAL DISTAL

Vicente Rubio Alcañiz, Juan Pablo Benítez Martin, Manuel Benito Mayoral, Juan José Latorre Jiménez, Damián Lorenzo García, Teresa Rodríguez Benítez, José Manuel Álvarez Vázquez

Hospital Universitario de Gran Canaria Dr. Negrín, Las Palmas de Gran Canaria.

1. HEMOSTASIA RADIAL PROXIMAL

1.1 INTRODUCCIÓN

Las guías de la Sociedad Europea de Cardiología recomiendan la vía radial como el acceso estándar para la angiografía coronaria y el intervencionismo coronario percutáneo (ICP). En España, en el registro sobre la actividad en hemodinámica de 2022, el acceso radial se utiliza en el 95% de los procedimientos diagnósticos y en el 93% del ICP[1].

El acceso radial facilita el manejo del paciente, mejora su confort y grado de satisfacción, permite su rápida movilización y recuperación. Se reducen las complicaciones vasculares que pueden producirse con otros accesos arteriales como el femoral. Permite el alta precoz y favorece la realización de procedimientos ambulantes con mayor seguridad, reduciendo las listas de espera y el coste en los sistemas de salud[2].

A la altura del codo, la arteria braquial se divide en las arterias radial y cubital. La arteria radial atraviesa el antebrazo por su cara lateral externa y en su porción distal tiene un recorrido más superficial que permite su fácil punción y también su compresión.

Tras el cateterismo cardiaco, se retira el introductor y se realiza la hemostasia radial sobre el punto de punción; esta consiste en disminuir el flujo sanguíneo mediante compresión manual u otros dispositivos hasta que cesa el sangrado.

1.2 FACTORES QUE INFLUYEN EN UNA HEMOSTASIA SIN COMPLICACIONES

Para el éxito de la hemostasia hay que tener en cuenta varios factores que se relacionan con posibles complicaciones posteriores:

- El calibre del introductor. Hay que tener en cuenta que el tamaño de la arteria radial es de 2,6±0,4 mm y los introductores utilizados pueden dañar la pared de la arteria. Es lógico que, a menor tamaño del introductor utilizado, se reduzca el daño y el tiempo de hemostasia.

- La anticoagulación y antiagregación. Son indispensables para poder realizar el cateterismo con seguridad, sobre todo en el ICP. Sin embargo, en estos casos, la anticoagulación puede prolongar la hemostasia. Sería deseable realizar un control del tiempo de anticoagulación al final del procedimiento y, si es posible, revertir, aunque sea en parte, la acción del anticoagulante.
- La punción repetida de la arteria, realizar cateterismos sobre la misma arteria, mantener en el tiempo el introductor radial puesto y la duración del procedimiento. Todas estas acciones pueden causar espasmo, dolor en el paciente y daño en la arteria. La hemostasia podría ser dolorosa y aumentar la posibilidad de trombosis de la arteria.
- La presión ejercida sobre la arteria. Una compresión excesiva durante la hemostasia puede colapsar la arteria y provocar trombosis y oclusión de la misma. Es recomendable realizar una hemostasia permeable, lo que significa ejercer la mínima presión necesaria para evitar el sangrado y que al mismo tiempo haya flujo de sangre en la arteria. Esto se puede comprobar mediante el test de Barbeau invertido **(Figura 1)**. Durante la hemostasia, se comprime la arteria cubital mientras con un pulsioxímetro en el dedo índice o pulgar se observa la existencia de curva de saturación de oxígeno. Si no aparece habría que aflojar la compresión. Si sangra, aumentarla ligeramente.



Figura 1. Test de Barbeau invertido.
Fuente propia.

- El tiempo de la hemostasia. Limitar la duración de la compresión puede reducir el riesgo de trombosis de la arteria.
- Reposo del brazo. Durante la hemostasia, el movimiento repetido de la muñeca, coger peso con la mano y agarrar cosas con fuerza pueden provocar la hemorragia del punto de punción y facilitar la aparición de hematoma. En este sentido, la colaboración del paciente es importante. En determinados pacientes, por su situación neurológica, puede estar indicada la sedación durante la hemostasia.
- Valorar la zona de punción y el antebrazo. Hay que observar el brazo del paciente en busca de inflamación, hematoma o molestias a la palpación, tanto tras finalizar el cateterismo en la sala de hemodinámica como durante la hemostasia en la planta de hospitalización.

1.3 CUIDADOS DE ENFERMERÍA PARA LA HEMOSTASIA RADIAL EN EL LABORATORIO

Los profesionales de enfermería se encargan de la hemostasia radial desde que se establece la técnica de hemostasia en el laboratorio hasta que concluye en la unidad hospitalaria donde continúan los cuidados dirigidos a evitar las complicaciones vasculares y favorecer el confort del paciente.

Aspectos a tener en cuenta cualquiera que sea la técnica de compresión radial.

- Abrir el puerto lateral del introductor radial para que sangre un poco, si vemos que no sangra aspirar con una jeringa lentamente para retirar la obstrucción si la hubiera (posible coágulo).
- Retirar la sábana estéril fenestrada con cuidado y observar y valorar la mano, muñeca y antebrazo en busca de hematomas, inflamación, isquemia o dolor.
- Limpiar y secar la zona de punción y aplicar antiséptico.
- Posicionar el dispositivo de hemostasia sobre el punto de punción (1-2 mm proximal) antes de retirar el introductor.
- Retirar dos o tres dedos el introductor y si hubiera espasmo radial se puede administrar nitroglicerina (NTG) subcutánea para favorecer su extracción posterior[3].
- Realizar la compresión y, al mismo tiempo, retirar el introductor con suavidad.
- Obtener la compresión permeable mediante comprobación de la curva de pulsioximetría con el test de Barbeau invertido que vimos antes.
- Mantener el brazo en reposo con elevación ligera de la muñeca.

1.4 TÉCNICAS PARA LA HEMOSTASIA RADIAL

Se han desarrollado multitud de dispositivos para la hemostasia radial, pero los más utilizados son los de compresión mecánica y neumática. Tradicionalmente, se ha utilizado la compresión mediante el vendaje compresivo. Se trata de un método convencional, efectivo y económico con baja incidencia de complicaciones. Sin embargo, tras el auge de la técnica transradial, la industria ha desarrollado una serie de dispositivos dedicados, algunos más fáciles de aplicar que otros, más o menos cómodos para el paciente, con diferentes precios y con dispar aceptación por parte del personal sanitario. Algunos de estos dispositivos ejercen presión selectiva y controlable sobre la arteria. Otros, como los parches hemostáticos, se activan en contacto con la sangre y aceleran el proceso de la hemostasia. La elección del dispositivo debería ser con base en su coste, sencillez de uso y eficacia. Vamos a ver algunos de ellos.

1.4.1 Vendaje compresivo

Esta técnica de hemostasia fue diseñada por Kiemeneij. Es efectiva y de bajo coste. Tiene su propia curva de aprendizaje (alrededor de 100 casos al año). Se utiliza una pequeña torunda o cilindro de gasa compacta y tres tiras de venda elástica adhesiva de no más de 10-15 cm para que no compriman la totalidad de la muñeca y puedan comprometer el retorno venoso. La piel debe estar limpia y seca. Se aplica la torunda sobre el punto de punción ejerciendo cierta presión con la mano izquierda mientras se retira el introductor y se colocan las tiras adhesivas con la mano derecha, dos en aspa y la tercera en horizontal, por ejemplo, evitando que rodeen del todo la muñeca **(Figura 2)**.



Figura 2. Vendaje compresivo.
Fuente propia.

La retirada del vendaje se debe realizar lo antes posible, entre 1 y 2 horas en los diagnósticos y entre 2 y 4 horas en los procedimientos terapéuticos. Para la retirada del vendaje se aflojan las tiras adhesivas mientras se comprime el punto de punción y se observa que no haya sangrado o hematoma. Como desventaja, este método no permite un control objetivo de la presión ejercida sobre la arteria y de la descompresión posterior y como consecuencia puede ocluirla. En cambio, si se relaja la compresión antes de tiempo, podría sangrar y provocar molestias en el paciente.

1.4.2 Compresión mecánica y neumática

La industria ha diseñado y fabricado múltiples dispositivos dedicados, con mayor o menor éxito. Tienen la ventaja de poder controlar objetivamente la compresión de la arteria radial evitando comprimir la arteria cubital y, al mismo tiempo, facilitar el retorno venoso. Algunos de estos dispositivos son más fáciles de aplicar que otros, con diferente coste y mayor o menor comodidad para el paciente. En este grupo de dispositivos de compresión destacan los neumáticos fabricados con plástico transparente y balón inflable, su aplicación es sencilla y permiten la visualización directa del punto de punción. Entre ellos se encuentran:

- TR Band → (Terumo) **(Figura 3)**: pulsera con velcro de plástico trasparente con doble balón y jeringa exclusiva para su inflado y desinflado. La posición de la pulsera difiere si es la radial derecha o izquierda, aunque el punto verde siem-

pre se sitúa proximal al punto de punción. En la radial derecha, la pulsera se posiciona con el puerto de inflado hacia la mano. En la radial izquierda la pulsera se posiciona con el puerto de inflado hacia el antebrazo. Hay dos tamaños disponibles.



Figura 3. Pulsera Tr Band.
Fuente: https://www.terumo-radialedge.com/es/product/tr_band/.

Según el fabricante, para retirar el introductor hay que inflar inicialmente la pulsera con 15-18 ml de aire y después ir desinflando 1 ml/segundo hasta observar que empieza a sangrar el punto de punción, en cuyo momento se infla de nuevo con 1-2 ml hasta que ya no sangra. Tras esto, realizar el test de Barbeau invertido para comprobar la permeabilidad de la arteria radial. Tras comprobar que la hemostasia es permeable, se mantiene la pulsera 1 hora en el diagnóstico y 2 horas en el intervencionismo coronario. Pasado este tiempo, recomienda retirar de 3 a 5 ml de aire cada 10 minutos, pero si sangra se infla de nuevo hasta que deja de sangrar y se espera 15-30 minutos para reanudar el desinflado. Finalizada la hemostasia se retira la pulsera con cuidado y se aplica un apósito estéril.

- Rayband → (Lepu Medical) **(Figura 4)**: pulsera con velcro de plástico transparente con jeringa de inflado estándar (luerlock) con freno cada 2 ml para desinflado seguro. Hay dos tipos, una con doble balón y la otra con balón único y 4 tamaños de pulsera diferentes. La pulsera se coloca con el puerto de inflado hacia el antebrazo. Según el fabricante, se puede inflar hasta 18 ml de aire.



Figura 4. Rayband.
Fuente:
https://www.intervenemedical.com.au/images/brochures/Lepu%20Rayband%204%20sizes%20Brochure_IM_.pdf

Se mantiene la pulsera inflada 3 horas y se desinfla a continuación 2 ml. Si se observa hemorragia en el punto de punción se inyecta aire hasta que cesa. Tras 2 o 4 horas más, se desinflan otros 2 ml y, si no sangra, se libera totalmente la

compresión. Se puede alargar el tiempo de compresión más allá de 10 horas si es necesario.

- PreludeSync → (Merit Medica) **(Figura 5)**: pulsera con velcro de plástico transparente que posee un único balón inflable, con jeringa estándar o adaptador para hacerla exclusiva en el desinflado, y con dos tamaños. El puerto para el inflado se sitúa hacia el antebrazo y varía la posición de la cruz central de la pulsera según si el punto de punción es la radial o cubital derechas, o la radial o cubital izquierdas. Según el fabricante, para retirar el introductor se deben inflar entre 15 y 20 ml de aire. A continuación, se va desinflando lentamente hasta observar el sangrado en el punto de punción, en cuyo momento, se añaden hasta 4 ml de aire para conseguir la hemostasia. Recomiendan asegurar la perfusión distal mediante la comprobación de la hemostasia permeable.

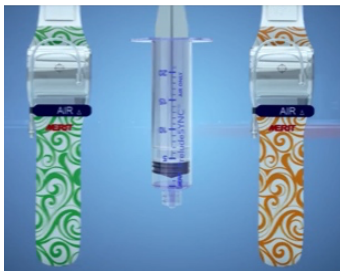


Figura 5. PreludeSync.
Fuente: https://cloud.merit.com/catalog/Brochures/401802001.pdf

No se establece el tiempo inicial de permanencia de la pulsera inflada previo al desinflado. Cuando se desinfle se retiran 2 ml de aire cada 15 minutos, salvo cuando sangre el punto de punción, que se restituye el aire y se esperan 30 minutos para reanudar el desinflado.

Por otro lado, nos encontramos con dispositivos de compresión mecánica. Algunos con visualización del punto de punción durante la compresión, con mecanismo de rosca y escala de medida para regular la presión ejercida por el émbolo. Otros con férula para estabilizar la muñeca, correas de ajuste y con almohadilla para la compresión. Entre ellos se encuentran:

- SealOne → (Vygon) **(Figura 6)**: pulsera ajustable mediante correa, con un mando con escala (de 0 a 9) para la compresión gradual sobre el punto de punción mediante su rotación y un mecanismo de seguridad para evitar a descompresión accidental. La misma rosca retrae la almohadilla siliconada para su descompresión también gradual. Solo dispone de un tamaño con un adaptador para muñecas pequeñas.

  Al retirar el introductor, se gira el mando de rosca hasta que el punto de punción deja de sangrar. El mando se bloquea para evitar la descompresión accidental.

  Partiendo del punto de la escala en que se ha dejado la rosca, el fabricante muestra como ejemplo, el desbloqueo de la rosca y su rotación inversa de 2 puntos de la escala a la media hora. Tras 15 minutos se vuelve a descomprimir rotando

otros 2 puntos de la escala y tras otros 15 minutos otros dos. Una vez finalizada la escala de descompresión se deja la pulsera otros 15 minutos antes de retirar y aplicar un apósito estéril.

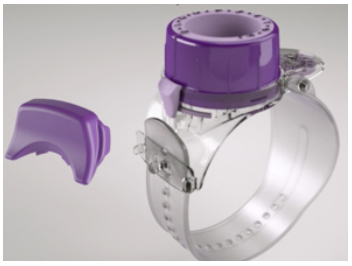


Figura 6. SealOne.
Fuente: https://www.vygon.com/en/products/vascular/interventional/radial-compression-device/seal-one

- Finale → (Merit Medica) **(Figura 7)**: correa con velcro y mando de rosca con escala cuya rotación permite la salida de un émbolo de superficie plana y roma para la compresión de la zona de punción. La rotación inversa permite la retracción del émbolo y la descompresión gradual.

  La pulsera sirve para ambas arterias. Se retira el introductor al tiempo que se rota el mando en el sentido de las agujas del reloj hasta conseguir la hemostasia con la mínima presión. El fabricante recomienda mantener la compresión al menos durante 30 minutos. Para la descompresión hay que apretar, al mismo tiempo, las pestañas a ambos lados del mando esférico y rotar en el sentido inverso de las agujas del reloj. Hay que liberar la presión de las pestañas para mantener la presión deseada. Realizar esta maniobra cada 15-30 minutos hasta aflojar del todo la presión.



Figura 7. Finale.
Fuente: https://pt.scribd.com/document/180186562/Merit-Finale-Brochure-pdf

- VasoStat → (Forge Medical) **(Figura 8)**: dispositivo mecánico con alas semirrígidas adhesivas y esfera de plástico en el centro donde se incrusta el émbolo que dispone de varias muescas para profundizar en la compresión. Dispone solo de un tamaño.

  Para la colocación del dispositivo, la piel debe estar limpia y seca para ajustar y pegar bien las alas adhesivas. El émbolo se introduce en círculo central hasta tocar la piel y al retirar el introductor, se aplica presión al émbolo hasta la tercera pestaña. Para que la hemostasia sea permeable se ajusta la profundidad del émbolo. Se mantiene la presión durante 30-45 minutos y después se afloja la compresión comprimiendo las pestañas del émbolo al tiempo que se extrae len-

tamente. Si sangra se aplica de nuevo el émbolo y se evalúa en 10-15 minutos. Si no sangra se continúa sacando lentamente hasta que se retira completamente. Se retira el adhesivo y se aplica apósito estéril.





Figura 8. VasoStat.
Fuente: https://usendovascular.net/vasostat-hemostasis-device

- RadStat → (MeritMedica) **(Figura 9)**: férula acolchada con almohadilla de compresión en una de sus correas de sujeción con velcro. Sirve para ambas manos y dispone de 2 tamaños. Permite la inmovilización confortable de la muñeca para acortar la hemostasia.



Figura 9. RadStat.
Fuente: https://cloud.merit.com/catalog/Brochures/400497001-B.pdf

- RadiStop → (Abbott) **(Figura 10)**: férula de apoyo y sujeción con cintas para la mano y el antebrazo. Primero se ajusta la correa en la mano y luego en el antebrazo. Luego se apoya la almohadilla de compresión trasparente sobre el punto de punción, se retira el introductor y se comprime ajustando la presión con su propia correa con velcro. Disponible en un tamaño.





Figura 10. RadiStop.
Fuente: https://www.medproduct.com/en/product/endovascular/3188-radistop-compression-assist-device.html

- D-Stat Rad-Band → (Teleflex) **(Figura 11)**: correa de plástico ajustable, en parte acolchada que incluye una almohadilla para la compresión con hemostático tópico (trombina). Disponible en un tamaño.



Figura 11. D-Stat Rad-Band.
Fuente: https://www.teleflex.com/la/es/product-areas/interventional/vascular-access-and-closure/d-stat-rad-band-topical-hemostat/index.html

1.4.3 Parches hemostáticos

Son un método hemostático tópico con tiempos de hemostasia muy reducidos (en minutos) indicados sobre todo en los procedimientos ambulantes. Necesitan el contacto con la sangre para activar el material procoagulante y compresión manual durante unos minutos, luego se aplica sobre el parche un apósito que se puede dejar 24 horas. El principal inconveniente es su coste económico y que precisan, en muchas ocasiones, de dispositivos de compresión añadidos. Sin embargo, existen estudios en los que la combinación de estos dos elementos, el parche con una pulsera neumática, es superior al dispositivo neumático solo, dando como resultado la deflación temprana (1 hora) con reducción de complicaciones vasculares con independencia de la cantidad de heparina administrada[4] **(Figura 12)**. Entre ellos se encuentran:

- Chito-Seal® (Abbott): parches con gel chitosan.
- Clo-Sur P.A.D.® (Merit Medica): parches de poliprolato.
- SyvekRadial Patch® (Syvek): incluye el parche hemostático (fibras de microalgas), el soporte para inmovilizar la muñeca y pulsera de plástico.
- Quikclot® (Teleflex): parches de Kaolin
- StatSeal Advance Rad® (Biolife): parches de ferrato de potasio.

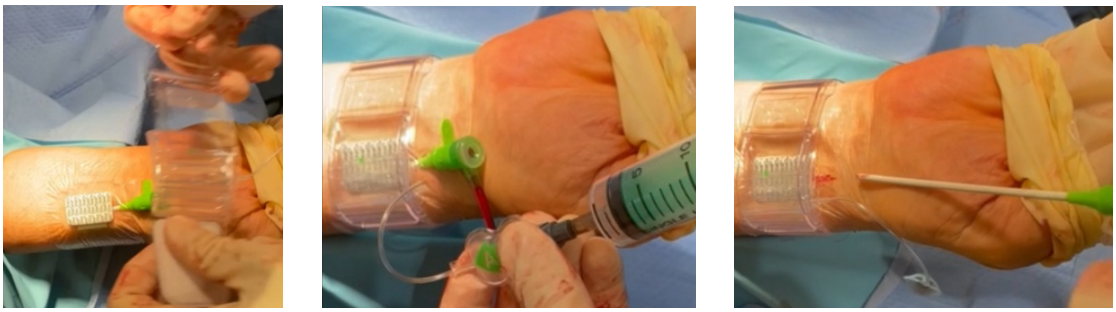


Figura 12. Aplicación de StatSeal junto con Tr Band.
Fuente: https://doi.org/10.1016/j.jcin.2021.12.030

2. HEMOSTASIA DE LA VÍA RADIAL DISTAL

El acceso arterial distal es seguro y fiable[5]. El pulso de la arteria radial distal se puede palpar en la tabaquera anatómica y es una zona fácilmente comprimible. La arteria radial distal ofrece un nuevo acceso en la angiografía e ICP. Obtienen mayor beneficio los pacientes ancianos y los pacientes obesos, los pacientes con artritis del codo o del hombro. También se utiliza para preservar la arteria radial proximal para injertos de cirugía coronaria o como acceso fistuloso en pacientes renales.

En cuanto a la hemostasia, el tiempo es menor y disminuyen las complicaciones vasculares[6]. Para la hemostasia se puede utilizar la técnica convencional mediante un vendaje en 8, utilizando una torunda de gasa en forma de cilindro compacto sobre el punto de punción y con venda elástica comprimir rodeando el pulgar y realizando la fijación. Otra técnica de hemostasia se puede realizar con algún dispositivo utilizado para la hemostasia de la arteria radial proximal como los dispositivos neumáticos, siempre que la pulsera sea suficientemente larga para rodear la mano. Sin embargo, la industria también ha diseñado y fabricado dispositivos dedicados para este acceso arterial. Como ejemplos:

- PreludeSYNC Distal® (Merit Medica) **(Figura 13)**: dispositivo neumático. Tiene una muñequera flexible y una férula para la base del pulgar que para su ajuste van numeradas, con cierres de velcro y una extensión (opcional) para muñecas grandes. La jeringa de inflado tiene conector especial, aunque se puede usar una jeringa normal (luerlock) quitando parte de la válvula de inflado/desinflado.



Figura 13. PreludeSync Distal.
Fuente: https://www.merit.com/product/preludesync-distal/

- VasoStat Distal Radial® (Forge Medical) **(Figura 14)**: dispositivo mecánico con alas semirrígidas adhesivas y esfera de plástico en el centro donde se incrusta el émbolo que dispone de varias muescas para profundizar en la compresión. Dispone de un tamaño.



Figura 14. VasoStat Distal.
Fuente: https://forgemedical.com/wp-content/uploads/2021/03/VasoStat_Brochure_SP005_Rev01.pdf

2.1 COMPLICACIONES DE LA HEMOSTASIA RADIAL

A pesar de que, con el cateterismo por acceso radial, han disminuido considerablemente las complicaciones vasculares sobre todo si se compara con el acceso femoral, la vía radial no está exenta de complicaciones durante su hemostasia. Reconocerlas para actuar rápida y adecuadamente puede evitar que se produzcan.

Las complicaciones más frecuentes tras el procedimiento son el espasmo, la oclusión radial, sangrado, el pseudoaneurisma y el hematoma en la zona de acceso y zonas adyacentes.

2.1.1 Espasmo radial

El espasmo radial es un estrechamiento repentino y temporal de la arteria. Su reducido calibre y la capa media que es de tejido muscular hacen que tenga una elevada reactividad y sea propensa al espasmo. Al realizar la hemostasia y retirar el introductor nos podemos encontrar con atrapamiento del mismo y dolor al intentar tirar de él. La inyección subcutánea o intraarterial de nitroglicerina puede facilitar su extracción y aliviar las molestias del paciente[3].

2.1.2 Oclusión radial

La oclusión de la arteria radial se produce por trombosis debido al daño provocado en la capa íntima durante el cateterismo y posteriormente durante la hemostasia. Es la complicación más frecuente del procedimiento transradial y, a pesar de que cursa de forma asintomática gracias a la circulación colateral que proporciona el arco palmar, excluye la posibilidad de repetir el cateterismo por la misma arteria. Por lo tanto, la prevención de la oclusión permanente de la arteria radial es muy importante y no debería superar una incidencia del 5%[7]. Este hecho pone de manifiesto la necesidad de comprobar de forma sistemática la presencia de pulso radial tras la hemostasia. A pesar de que hasta un 50% de los casos de oclusión radial son transitorios y se resuelven de forma espontánea pasados 30 días, si se diagnostica precozmente, se puede tratar mediante la oclusión transitoria y controlada de la arteria cubital y la administración de heparina.

Para reducir la incidencia de oclusiones radiales, aparte de utilizar durante el cateterismo la anticoagulación o introductores de menor calibre, está demostrado que realizar una hemostasia de forma permeable y acortar los tiempos de compresión son acciones preventivas de la oclusión radial[8]. Una vez establecida la compresión radial con el dispositivo elegido, hay que comprobar que la presión que ejerce no colapsa totalmente la arteria. Como hemos visto anteriormente, podemos valorar la existencia de flujo de sangre durante la hemostasia mediante el test de Barbeau invertido, esto es, al comprimir temporalmente la arteria cubital, se debería visualizar la curva normal de pletismografía con el pulsioxímetro colocado en el dedo pulgar o índice. Si no fuera el caso habría que aflojar el dispositivo de hemostasia hasta ver aparecer la curva y en caso de sangrado del punto de punción incrementar la presión lo menos posible.

2.1.3 Hematoma

El hematoma debido al acceso radial tiene una incidencia media entre el 1 y 3%. Según la clasificación Easy[9], los hematomas grado I y II están relacionados con el punto de punción. Los hematomas grado III, IV o V se deben al daño arterial producido por las guías y catéteres utilizados y cuyo resultado son pequeñas perforaciones con hemorragias que infiltran el músculo del antebrazo.

- El hematoma grado I es superficial, tiene una incidencia menor al 5% y se puede tratar con analgesia, frío local y compresión adicional.
- El hematoma grado II infiltra el músculo de forma moderada, afecta a menos del 3% de los pacientes y se puede tratar con analgesia, frío local y compresión adicional.
- El hematoma grado III afecta al antebrazo e infiltra al músculo por debajo del codo. La incidencia es menor al 2% y hay que tratarla con analgesia, compresión adicional y frío local. Se pueden realizar compresiones con el manguito de la presión arterial a nivel del antebrazo alrededor de 20 mmHg por debajo de la presión arterial sistólica y desinflando cada 15 minutos. Se puede aplicar un vendaje compresivo y colocar el brazo en posición elevada.
- El hematoma grado IV tiene una incidencia menor del 0,1%. El hematoma se extiende más allá del codo y aparte del tratamiento anterior se puede colocar el brazo en alto o en posición elevada.
- El hematoma grado V afecta a menos del 0,01%, hay síndrome compartimental con dolor intenso, gran inflamación y cianosis distal con alteraciones sensitivas. El tratamiento es quirúrgico.

2.1.4 Hemorragia

Si se produce el sangrado durante la descompresión del dispositivo de hemostasia se debe incrementar de nuevo la compresión como estaba previamente y esperar entre 15 y 30 minutos más antes de reanudar a deflación.

Si, una vez terminada la hemostasia, aparece sangrado activo se debe comprimir y colocar un nuevo vendaje o el dispositivo de compresión entre 30 minutos y 1 hora.

2.1.5 Pseudoaneurisma

Se trata de una tumoración en el punto de punción, dolorosa en ocasiones, pulsátil y con soplo sistólico. Su incidencia está sobre el 0,01%. Para su tratamiento se realiza compresión mecánica 48-72 horas y retirada de la anticoagulación de forma transitoria. Podría precisar reparación quirúrgica.

2.1.6 Reacción inflamatoria

Pasados varios días desde la hemostasia, puede aparecer en el punto de punción, una reacción tipo granuloma. Esto puede ocurrir por el desprendimiento del recubrimien-

to hidrofílico que actúa como cuerpo extraño provocando una reacción inflamatoria local. Se puede tratar con corticoide tópico. Es una complicación poco frecuente y de carácter benigno.

2.2 CUIDADOS DE ENFERMERÍA DURANTE LA HEMOSTASIA

Hemos visto que las complicaciones vasculares son poco frecuentes, en general, y cuando se presentan se pueden detectar. La hemostasia coincide con las primeras horas tras el cateterismo. Por tanto, al mismo tiempo que se realizan los cuidados poscateterismo del paciente se realizan los cuidados de la hemostasia.

- Ante el riesgo de sangrado, tenemos que conocer el tratamiento antiagregante y la analítica relacionada, sobre todo, con la coagulación. Es importante observar el aspecto del vendaje o dispositivo de hemostasia y realizar la descompresión gradual según el protocolo. A modo orientativo, entre 1 y 2 horas debería ser suficiente el tiempo de hemostasia tras un cateterismo diagnóstico y hasta 4 horas si se trata de ICP.
- Ante el riesgo de hematoma, vigilar y comparar con el brazo contralateral. Actuar según el tipo de hematoma y comunicar la incidencia cuanto antes.
- Ante el riesgo de oclusión de la arteria radial, comprobar que la compresión durante la hemostasia es adecuada y no excesiva. Mediante el test de Barbeau invertido podemos ajustar la presión del dispositivo y asegurar que la hemostasia está siendo permeable.
- Tras la hemostasia hay que tomar el pulso radial y, si no se localiza, comunicar la incidencia cuanto antes.

2.3 EDUCACIÓN Y AUTOCUIDADO

También debemos educar al paciente para su autocuidado de forma que pueda detectar cualquier complicación.

Algunas consideraciones que debe tener en cuenta el paciente tras la hemostasia y por las que nos debería consultar o avisar:

- Si sangra el punto de punción, el paciente debe realizar ligera compresión de la zona y avisar.
- Si presenta dolor, hormigueo o frialdad y tono azulado en la mano debería avisar cuanto antes.
- Al igual que si presenta enrojecimiento, hinchazón o fiebre.
- Cierta sensibilidad en la zona de punción es normal y puede durar unos días.
- No es recomendable utilizar la bañera o hidromasaje ni tampoco nadar, al menos durante varios días.
- El paciente sí que puede ducharse y, tras secar suavemente, cambiar el apósito.

- Debe evitar movimientos repetitivos con la muñeca, levantar peso, tirar de algo o agarrar cosas con fuerza.
- Por otro lado, es mejor caminar que correr o ir en bicicleta.

2.4 MONITORIZACIÓN INVASIVA TRAS EL CATETERISMO CARDIACO

Finalmente, una de las aplicaciones que tienen los dispositivos de hemostasia, sobre todo los neumáticos por su facilidad de aplicación, es poder mantener el acceso arterial tras el procedimiento **(Figura 15)**. Aunque es preceptivo la retirada del introductor arterial una vez finalizado, puede darse el caso que el paciente precise de monitorización arterial continua y acceso a muestras sanguíneas con frecuencia. En este contexto, intercambiar del introductor radial por una cánula o catéter de menor calibre, con la ayuda de un dispositivo de hemostasia, es factible. Tras un estudio observacional prospectivo se ha comprobado que la técnica es segura y fiable[10]. El procedimiento consta de los siguientes pasos:

1. Antes de retirarlo, abrir la llave del introductor para comprobar su permeabilidad.
2. Pasar la guía del introductor radial por el mismo y retirarlo 2-3 centímetros.
3. Ajustar la pulsera neumática sobre el punto de punción e inflarla con 13 ml de aire.
4. Retirar el introductor radial sobre la guía e insertar una cánula o catéter 20G. Con el dispositivo comprimiendo no hay peligro de sangrado activo.
5. Comprobar que la cánula refluye sangre y fijar con puntos de seda. Dejar el acceso arterial heparinizado y listo para la monitorización. Aplicar apósito estéril.
6. Desinflar la pulsera para conseguir la hemostasia permeable sin que sangre el punto de punción.

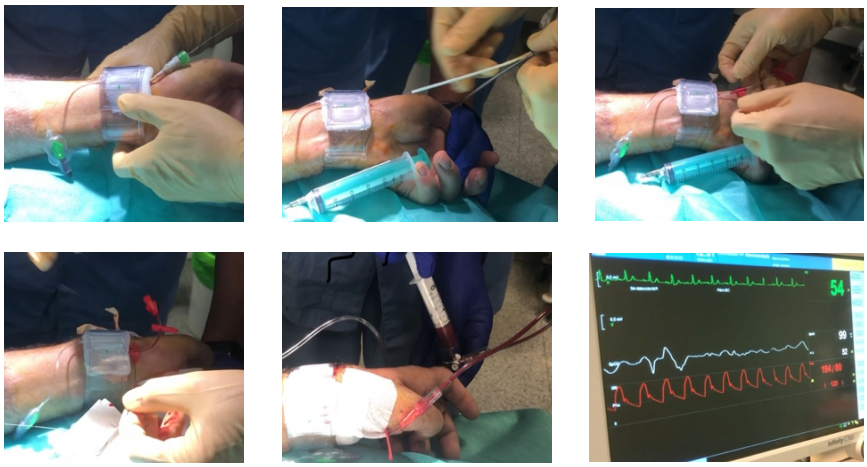


Figura 15. Secuencia del intercambio del introductor por una cánula.
Fuente: propia

3. HEMOSTASIA CUBITAL

3.1 INTRODUCCIÓN

El acceso cubital es una alternativa al acceso radial tanto como opción inicial como en el abordaje de rescate cuando no se logra el acceso radial. La arteria ulnar suele ser de mayor calibre, tiene menos variaciones anatómicas y menos receptores adrenérgicos que permiten reducir el espasmo arterial **(Figura 16)**. Algunos estudios sugieren el pliegue de la muñeca como sitio ideal para la punción y evitar el acceso más proximal por asociarse con la formación de hematoma. Asimismo, la punción en la muñeca desde lateral a medial puede minimizar el traumatismo del nervio cubital **(Figura 17)**.

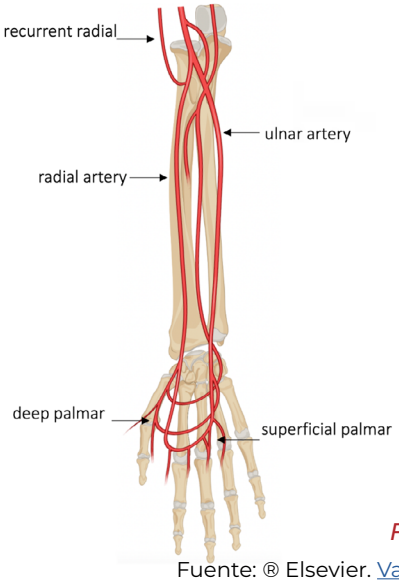


Figura 16. Circulación arterial en mano y antebrazo.
Fuente: ® Elsevier. Vasos y nervios del antebrazo: Vídeo & Anatomía | Osmosis.

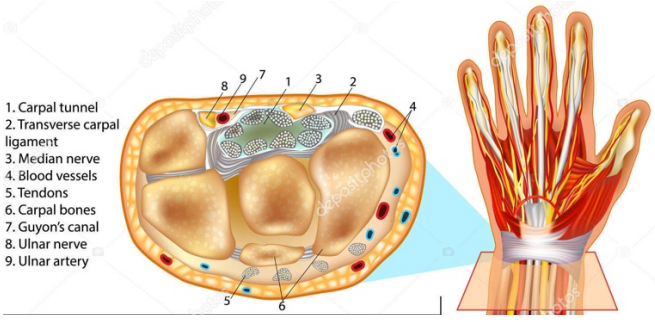


Figura 17. Sección transversal de la muñeca.
Fuente: Ilustración Anatomía Mano Humana Sección Transversal Muñeca Que Muestra Túnel Vector de stock #314553148 de ©Sakurra.

El abordaje cubital puede llegar a consumir mucho tiempo y está asociado a una elevada incidencia de "crossover" si los operadores son inexpertos[11]. En cambio, con operadores experimentados el acceso cubital es seguro y comparable con el radial[12].

En su revisión sistemática y metaanálisis, Fernández et al.[13] concluyen que no hubo diferencias significativas en incidencia de complicaciones mayores ni en tiempos de acceso arterial o fluoroscopia entre pacientes sometidos a cateterización transradial o transcubital, aunque sí que hubo más complicaciones relacionadas con el acceso como hematoma, parestesias, fístula o pseudoaneurisma.

3.2 HEMOSTASIA CUBITAL

Para la hemostasia cubital se recomienda la hemostasia permeable, o sea, ejercer la presión mínima y suficiente para evitar el sangrado, durante el menor tiempo posible, con vendaje o dispositivo hemostático. Durante la hemostasia se recomienda evaluar la permeabilidad de la arteria mediante pulsioximetría mientras se comprime y ocluye la arteria radial. Y una vez finalizada la hemostasia, evaluar de nuevo la permeabilidad de la arteria ulnar, igual que antes, para poder detectar la oclusión de la arteria cuanto antes.

El riesgo de formación de hematoma local probablemente se debe a la dificultad de realizar la hemostasia local por su recorrido más profundo y no contar con una superficie rígida para realizar la compresión directa en comparación con la arteria radial.

Si se utiliza un dispositivo neumático diseñado para la compresión de la arteria radial hay que ponerlo al revés en la arteria cubital derecha. Sin embargo, si se utiliza para la arteria cubital izquierda, la posición para la colocación de dispositivo neumático es la habitual que en la arteria radial derecha.

Como recomendación, se puede mantener el dispositivo con la mínima presión durante una hora sin que sangre el punto de punción y desinflar 2-3 ml de aire cada 20 minutos hasta vaciarlo. Dejar el dispositivo desinflado 30 minutos más antes de retirarlo.

3.3 CUIDADOS DE ENFERMERÍA

Cuando se utiliza el acceso arterial cubital, probablemente haya sido por cruce desde la arteria radial, al no poder ser esta canalizada. Por este motivo, durante la hemostasia, la valoración del punto de punción y, en general, de la mano y brazo, debe ser más exhaustiva de lo habitual. Se debe evaluar el sangrado del punto de punción, el hematoma en muñeca y antebrazo. Pero, sobre todo, se debe valorar la perfusión distal de la mano, su coloración, temperatura, sensibilidad y dolor. Hay que tener en cuenta que la punción fallida de la arteria radial puede haber provocado algún daño. Por lo tanto, es importante mantener la permeabilidad de la arteria cubital durante su hemostasia tras el cateterismo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Registro Nacional de Actividad en Cardiología Intervencionista 2022 [acceso 20/02/24]. Disponible en: https://www.hemodinamica.com/wp-content/uploads/2023/06/Registro-Actividad-2022.pdf
2. Bertrand OF, De Palma R, Meerkin D. (2019) https://textbooks.pcronline.com/the-pcr-eapci-textbook/vascular-access#section_2
3. Abdelazeem B., Abuelazm M.T., Swed S., Gamal M., Atef M., Al-Zeftawy M.A. et al. *The efficacy of nitroglycerin to prevent radial artery spasm and occlusion during and after transradial catheterization: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials*. Clin Cardiol. 2022; 45:1171–1183.
4. Safirstein JG, Tehrani DM, Schussler JM, et al. *Radial hemostasis is facilitated with a potassium ferrate hemostatic patch: the STAT2 trial.* J Am Coll Cardiol Intv. 2022;15(8):810–819
5. Aoi S, Htun WW, Freeo S, Lee S, Kyaw H, Alfaro V, Coppola J, Pancholy S, Kwan T. *Distal transradial artery access in the anatomical snuffbox for coronary angiography as an alternative access site for faster hemostasis.* Catheter Cardiovasc Interv. 2019;94:651–657
6. Al-Azizi K, Moubarak G, Dib C, Sayfo S, Szerlip M, Thomas S es al. *Distal Versus Proximal Radial Artery Access for Cardiac Catheterization: 30-Day Outcomes of the DIPRA Study.* J Am Heart Assoc. 2023;12:e030774. Doi: 10.1161/JAHA.123.030774
7. Schlosser J, Herrmann L, Böhme T, Bürgelin K, Löffelhardt N, Nührenberg T et al. *Incidence and predictors of radial artery occlusion following transradial coronary angiography: the proRadial trial.* Clin Res Cardiol. 2023;112:1175–1185.
8. Bernat I, Aminian A, Pancholy S, Mamas M, Gaudino M, Nolan J et al. *Best Practices for the Prevention of Radial Artery Occlusion After Transradial Diagnostic Angiography and Intervention: An International Consensus Paper*. JACC Cardiovasc Interv. 2019 Nov 25;12(22):2235-2246.
9. Bertrand OF et al. *Easy hematoma classification after transradial/ulnar PCI.* Circulation 2006;114(24):2646-53.
10. Lorenzo D, Pérez E, Calderín P, Rodríguez T, Rubio V, Benítez P et al. *Propuesta para la monitorización invasiva tras el cateterismo cardiaco radial en los pacientes con inestabilidad hemodinámica*. Enferm Cardiol. 2022;29(85):19-24.
11. Hahalis G, Deftereos S, Bertrand OF. *Ulnar artery: the Ulysses ultimate resort for coronary procedures.* Hellenic J Cardiol. 2016;S1109-9666(16):30146-4.
12. Shafiq M, Mahmod HB, Fanous ML. *Percutaneous trans-ulnar versus trans-radial arterial approach for coronary angiography and angioplasty, a preliminary experience at an Egyptian cardiology center*. Egypt Heart J. 2020;72(1):60.
13. Fernandez R, Zaky F, Ekmejian A, Curtis E, Lee A. *Safety and efficacy of ulnar artery approach for percutaneous cardiac catheterization: Systematic review and meta-analysis.* Cathetger Cardiovasc Interv. 2018;91(7):1273-1280.

TEMA 60

HEMOSTASIA DE LA VÍA BRAQUIAL

Aránzazu Molina Nieto, Jael Voces Álvarez, Mercedes Becerra Sieira, Francisco Javier Zamorano Andrino, María Carmen Lamas Salvado, Carmen Fernández Pérez

Hospital Universitario de A Coruña. A Coruña.

GLOSARIO

ACT: *Activated Clotting Time,* tiempo de coagulación activado.

AEMPS: Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios.

EMA: European Medicines Agency, Agencia Europea de Medicamentos.

FDA: Food and Drug Administration, Administración de Alimentos y Medicamentos de EE. UU.

French (Fr): Medida del calibre de los catéteres equivalente al diámetro en mm multiplicado por tres (1Fr = 1/3 mm).

1. INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente el uso del acceso braquial en la realización del cateterismo cardiaco ha sido muy controvertido.

Inicialmente, en el año 1986, Fergusson y Kamada describieron por primera vez la punción percutánea braquial, comparándola con la arteriotomía braquial y demostraron que la tasa de complicaciones era similar.

Posteriormente, en 1997, Kiemeneij *et al*. publicaron un estudio en el que se comparan los accesos percutáneos, radial, braquial y femoral en el intervencionismo coronario, no hallando diferencias entre ellas, pero sí una mayor incidencia de complicaciones mayores en el punto de punción con respecto al acceso radial[1], que posteriormente se ratificó con diversos estudios.

Sin embargo, en los últimos años, publicaciones actuales han demostrado que esta vía de acceso es tan segura y eficaz como las vías radial y femoral y no supone un aumento de complicaciones en el lugar de punción[2].

Cabe resaltar que hoy en día el acceso por vía transbraquial suele considerarse la última opción, empleándose cuando el acceso radial o femoral no es viable, lo que podría provocar mayores tasas de efectos adversos y complicaciones que no necesariamente estarían relacionadas con la vía de acceso y sí más asociadas con los motivos que justifican su uso[3].

Por todo ello, aunque en la actualidad la vía de acceso radial está considerada la vía de elección para la realización del cateterismo cardiaco, la vía de acceso braquial puede resultar de gran interés cuando esta vía no es abordable.

2. OBJETIVOS DE LA HEMOSTASIA BRAQUIAL

Podemos definir la hemostasia braquial poscateterismo como las maniobras, cuidados y tratamientos que se aplican sobre la punción realizada en la arteria braquial, utilizada como acceso vascular del cateterismo cardiaco, dirigidos tanto a obtener su total cierre sin complicaciones, con un máximo de comodidad y seguridad para el paciente, como a preservar indemne la pared vascular para su reutilización en caso necesario. Este proceso conlleva la aplicación de numerosas técnicas médicas y de enfermería y protocolos de actuación muy diversos entre los distintos equipos de trabajo[4].

Una vez finalizado el cateterismo cardiaco, el acceso vascular precisa de una serie de cuidados cuyos objetivos primordiales son la prevención de complicaciones, una rápida recuperación del paciente, brindándole seguridad y confort, y habilitar el acceso para su reutilización en caso necesario.

En resumen, la hemostasia de la vía braquial en el cateterismo cardiaco busca garantizar un cierre seguro y efectivo del sitio de punción, minimizando el riesgo de complicaciones y promoviendo una recuperación exitosa del paciente.

3. TÉCNICAS DE HEMOSTASIA

El método más habitual y que actualmente sigue siendo la técnica de elección para realizar la hemostasia braquial es la compresión arterial manual[5].

La ubicación superficial de la arteria braquial en la región antecubital permite una hemostasia eficaz a través de una compresión no oclusiva ejercida sobre la base sólida del húmero. El objetivo de esta compresión es el enlentecimiento del flujo sanguíneo, no su oclusión, con la finalidad de generar hemostasia a través de la formación natural de un coágulo en el lugar de punción.

Como ventaja, podemos decir que se trata de una técnica barata, natural y segura, pero como desventaja que requiere de tiempo o personal especializado, además de generar incomodidad al paciente a causa de la inmovilización del brazo.

3.1 TÉCNICA DE COMPRESIÓN MANUAL

- Informar al paciente de que vamos a realizar la extracción del introductor y de cómo realizaremos la compresión[6].
- Inmovilizar el miembro manteniendo apoyada la articulación del codo en un plano estable.
- Limpiar y desinfectar la zona de punción.
- Aspirar el introductor por el puerto lateral, con una jeringa con suero fisiológico, con el fin de evitar la embolización de coágulos depositados en este.
- Localizar el punto de acceso, colocar los dedos en la fosa antecubital, 2-3 cm por encima del punto de punción, buscando apoyo en el plano óseo y realizar compresión digital, moderada y controlada. **(Figura 1)**



Figura 1. Localización del acceso.

Fuente: elaboración propia.

- Retirar el introductor a la vez que se comprime el vaso, logrando una hemostasia sin colapsar la circulación (pulso distal palpable).
- Durante la compresión manual, aprovechar el momento para ofrecer educación sanitaria y consejo cardiaco al paciente, respondiendo y disipando dudas y temores, además de ofrecer información sobre los cuidados poscateterismo.
- Una vez conseguida la hemostasia, aplicar un vendaje compresivo oclusivo (vendaje en aspa), técnica diseñada inicialmente para la compresión de la arteria radial por el Dr. Kiemeneij:
  - ✓ Aplicar una gasa estéril sobre la zona de punción y encima añadir una torunda/rodete de gasa rígida de unos 4-5 cm de largo que se colocará longitudinalmente a la arteria. **(Figuras 2 y 3)**



Figura 2. Aplicación de gasa y rodete.

Fuente: elaboración propia.



Figura 3. Retirada del introductor.

Fuente: elaboración propia.

- Fijación del sistema con tres tiras de venda elástica adhesiva, dos de ellas en cruz y la tercera transversal a la arteria, siempre sin llegar a cerrar el diámetro del brazo. **(Figuras 4, 5 y 6)**



Figura 4. Aplicación de las tiras elásticas.

Fuente: elaboración propia.



Figura 5. Colocación en cruz de la fijación.

Fuente: elaboración propia.



Figura 6. Tercera fijación transversal.

Fuente: elaboración propia.

- Inmovilizar el codo en extensión con una férula, para garantizar la correcta compresión arterial. **(Figura 7)**



Figura 7. Inmovilización del miembro.
Fuente: elaboración propia.

- Mantener el miembro elevado y en reposo hasta la retirada del vendaje.
- Tras la retirada del vendaje compresivo, y comprobar que no existe sangrado, se protege el punto de punción con un apósito estéril adhesivo.

El tiempo recomendado de compresión manual no está claramente definido en la literatura; algunos autores consideran necesario el valor de la *Activated Clotting Time* (ACT) para decidir el tiempo de compresión; en otros casos lo dejan bajo valoración del personal que realiza la técnica basándose en las características del paciente y el tratamiento anticoagulante/antiagregante que recibe[5]; y en otros estudios calculan el tiempo de presión digital con base en el calibre en French del introductor utilizado (5 minutos de compresión por cada French; por ejemplo, 30 minutos para un introductor de 6 French)[7].

De forma general, el tiempo de compresión manual varía entre 10 y 30 minutos cuando se complementa con vendaje compresivo local e inmovilización de la articulación del codo en extensión.

El tiempo de inmovilización del miembro y el mantenimiento del vendaje compresivo también es variable (de 2 a 8 horas) según diversos estudios. En general, el vendaje debe dejarse el tiempo suficiente para conseguir la hemostasia sin permanecer más de lo necesario para evitar complicaciones isquémicas.

3.2 ELEMENTOS COADYUVANTES A LA HEMOSTASIA

En el mercado podemos encontrar gran variedad de apósitos estériles tópicos no invasivos, hemostáticos, diseñados para optimizar el protocolo de presión directa acortando el tiempo de hemostasia, incluso en pacientes anticoagulados, a 5-10 minutos; simultáneamente ejercen una barrera antibacteriana protegiendo el sitio de la herida contra posibles infecciones.

En algunos casos el uso de parches hemostáticos busca complementar la compresión manual eliminando el vendaje compresivo y recurriendo únicamente a la inmovilización del miembro afecto.

Los parches hemostáticos también pueden ser utilizados con elementos coadyuvantes con los sistemas de compresión mecánica.

3.3 DISPOSITIVOS COMPRESIVOS

Existen numerosos dispositivos de compresión tanto mecánica como neumática, todos ellos basados en técnicas coagulodependientes que buscan la hemostasia favoreciendo la formación del coágulo en el lugar de punción; sin embargo, la mayoría de ellos están únicamente autorizados para la compresión de la arteria radial.

La Food and Drug Administration (FDA), en 2021, autoriza en Estados Unidos la comercialización del dispositivo de compresión VCD SiteSeal SV (Ensite Vascular) para uso concreto en la compresión de la arteria tras procedimientos endovasculares transbraquiales; dicho dispositivo presenta también la ventaja de que elimina la necesidad de

inmovilizar en extensión el miembro afecto, simplificando el procedimiento y mejorando la comodidad del paciente[8]. Actualmente su uso aún no está admitido por la European Medicines Agency (EMA) ni por la Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios (AEMPS).

Fuera del mercado europeo se admite el uso para la compresión de la arteria braquial de dispositivos diseñados originalmente para la compresión radial (XEMEX Hemostatic Device "Tometa-kun", Zeon Medical-Co, Ltd., Tokio, y "Bleed Safe", Dairin-Co, Japón); no obstante, dicha aplicación aún no está autorizada por la FDA ni por la EMA.

3.4 DISPOSITIVOS DE CIERRE

Los dispositivos de cierre vascular actuales únicamente están autorizados y concebidos para el cierre de la arteria femoral. Sin embargo, numerosas publicaciones que los comparan con la técnica clásica de compresión manual[9] muestran su utilidad y fiabilidad para el cierre de la arteria braquial[10,11], demostrando la seguridad y el éxito de su aplicación en el cierre de dicha arteria[12,13].

4 COMPLICACIONES

La técnica de acceso y las maniobras de hemostasia serán factores determinantes en la aparición de complicaciones vasculares, aunque existen otros factores que debemos tener en cuenta, como son la edad, la hipertensión arterial, la obesidad o las alteraciones de la coagulación.

El papel de la enfermería en la detección de cualquier complicación resulta fundamental, así como poder identificar su causa para poder resolverla precozmente.

Los cuidados de enfermería en un paciente sometido a un cateterismo cardiaco por acceso braquial estarán encaminados a evitar que se produzcan complicaciones relacionadas con una incorrecta hemostasia braquial.

Para ello resulta fundamental realizar una compresión manual eficaz, así como conocer los distintos dispositivos utilizados para la hemostasia de este acceso arterial.

Es necesario vigilar el estado del apósito o vendaje, coloración, temperatura y pulsos del miembro, todo ello para evitar la aparición de complicaciones vasculares o detectarlas precozmente si se hubieran producido.

4.1 HEMORRAGIA

Las complicaciones más frecuentes son la hemorragia y el hematoma, por lo tanto, nuestra prioridad inmediata será la vigilancia de pérdidas hemáticas. Para ello, es fundamental la revisión de la zona de punción, comprobación de los pulsos distales y la valoración del color y temperatura del miembro.

En el acceso braquial, la profundidad de un plano óseo para realizar una correcta compresión puede determinar la aparición de sangrado. Una buena técnica de compresión y la correcta colocación de un vendaje compresivo, así como mantener la extremidad en reposo, son elementos clave para evitar la aparición de sangrado.

Si se detecta sangrado, procederemos a retirar el vendaje y realizaremos de nuevo compresión manual. Posteriormente colocaremos nuevo vendaje compresivo, siendo recomendable el uso de apósito hemostático, e inmovilización del miembro.

4.2 HEMATOMA

Se trata de una colección de sangre en el tejido subcutáneo que forma una masa que se puede palpar como una zona engrosada.

La mayoría de las veces el hematoma se autolimita y no causa pérdidas de sangre significativas. Se clasifican en leves o equimosis (no presentan induración), moderados (induración <10 cm) y graves.

Ante la presencia de un hematoma, se debe retirar el vendaje, comprimir para intentar drenarlo en la medida de lo posible y a continuación reforzar la compresión; debemos delimitar la zona del hematoma para su posterior vigilancia y control de su crecimiento.

4.3 ISQUEMIA PERIFÉRICA DEL MIEMBRO

Complicación producida por trombosis de la arteria, privando o reduciendo el aporte sanguíneo a la región distal del miembro.

Para minimizar el riesgo se recomienda realizar lavados frecuentes de los introductores durante el cateterismo y, antes de su retirada, aspirarlos para evitar la migración de trombos.

Los signos y síntomas serán dolor, ausencia de pulso, palidez y frialdad del brazo.

Para lograr la revascularización se suele recurrir a trombectomía y reparación local.

4.4 FÍSTULA ARTERIO-VENOSA

Consiste en una comunicación entre la arteria y la vena como consecuencia de la punción. A la exploración se detecta un soplo continuo en la zona de punción.

Su detección suele ser tardía y pueden cerrarse de forma espontánea o requerir cirugía.

4.5 SÍNDROME COMPARTIMENTAL

Es la complicación más grave, aunque poco frecuente, como consecuencia de la perforación de la arteria braquial o por una hemostasia poco eficaz.

Se produce por el aumento de la presión en una o varias celdas fasciales que provoca una disminución de la presión de perfusión e isquemia muscular y nerviosa.

Su diagnóstico es clínico: el síntoma más común y característico es el dolor intenso, y se observa pulso ausente, palidez, edema (es un síntoma precoz) y parestesias y parálisis (síntomas tardíos por isquemia nerviosa).

El tratamiento consiste en una fasciotomía.

4.6 PSEUDOANEURISMA

Producido como consecuencia de una compresión ineficaz, el pseudoaneurisma puede definirse como un hematoma pulsátil que se comunica con una arteria a través de un conducto en la pared arterial. Se forma un cuello que comunica la arteria a una cavidad, permitiendo flujo sistólico en dirección a la cavidad y flujo diastólico en dirección a la arteria.

Por auscultación se identifica un soplo sistodiastólico en la región del pseudoaneurisma, siendo la realización de un eco doppler el método ideal para el diagnóstico.

En función de sus características el tratamiento puede ser expectante, quirúrgico o compresión local.

4.7 NEUROPATÍA

Lesión del nervio mediano causada por compresión directa durante la punción o por compresión extrínseca debido a hematoma o síndrome compartimental.

BIBLIOGRAFÍA

1. Kiemeneij F, Laarman GJ, Odekerken D, Slagboom T, van der Wieken R. *A randomized comparison of percutaneous transluminal coronary angioplasty by the radial, brachial and femoral approaches: the access study.* J Am Coll Cardiol [Internet]. 1997;29(6):1269-75. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/s0735-1097(97)00064-8
2. Appelt K, Takes M, Zech CJ, Blackham KA, Schubert T. *Complication rates of percutaneous brachial artery puncture: effect of live ultrasound guidance.* CVIR Endovasc [Internet]. 2021;4(1):74. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1186/s42155-021-00262-2
3. Melé M, Melé A, Cuculo A, Tricarico L, Liantonio A, Imbrici P, et al. *How brachial access compares to femoral access for invasive cardiac angiography when radial access is not feasible: A meta-analysis.* J Vasc Access [Internet]. 2022;0(0). Disponible en: http://dx.doi.org/10.1177/11297298221145752
4. González JL, Capote ML, Rodríguez V, Ruiz P. *Hemostasia vascular postcateterismo basada en la evidencia.* Madrid: Fundación Médica Investigación y Desarrollo Área Cardiovascular; 2004. ISBN: 84-688-8973-3
5. Torralba Elía M, Villagrasa Alloza M, Torralba Sánchez S, Sanz Rosa J, Valiente Castillo R, Vázquez Lobé S, et al. *Accesos vasculares en cardiología intervencionista. Cuidados y complicaciones.* Revista Electrónica de PortalesMedicos.com [Internet]. 2021;XVI(12):662.

Disponible en: https://www.revista-portalesmedicos.com/revista-medica/accesos-vasculares-en-cardiologia-intervencionista-cuidados-y-complicaciones/

6. Noriega Asensio A, del Valle Rivero E, Martín Marín MC. Hemostasia de la vía braquial. En: Fernández Maese JM, García Aranda FJ, Gómez Fernández M, Ramírez Yáñez P, Rodríguez García-Abad V, Sánchez Hernández EM, Seoane Bello M, editor. *Manual de procedimientos de enfermería en hemodinámica y cardiología intervencionista.* Madrid: Asociación Española de Enfermería en Cardiología; 2014. p. 487-91. ISBN: 978-84-697-0208-6
7. Madden NJ, Calligaro KD, Zheng H, Troutman DA, Dougherty MJ. *Outcomes of brachial artery access for endovascular interventions.* Ann Vasc Surg [Internet]. 2019;56:81-6. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.avsg.2018.07.061
8. Ensite SiteSeal sv: A new standard in small-vessel VCDs [Internet]. SiteSeal Final. [citado el 18 de febrero de 2024]. Disponible en: https://www.ensitevascular.com/product-siteseal-sv
9. Saleem T, Baril DT. *Vascular Access Closure Devices.* [Actualizado 2023 Abr 26]. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): Ed. StatPearls; 2023. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470233/
10. Giordano A, Messina S, Maresca G, Biondi-Zoccai G. *Hemostasis after brachial artery access with the MynxGrip device: A case report.* Clin Med Insights Cardiol [Internet]. 2018;12. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1177/1179546818759298
11. Mafed S, Frossi Stella SF, Tan K, Annamalai G. *Brachial Artery Hemostasis: Steps to Success with the Angio-SealTM Closure Device.* Póster presentado en: The International Symposium on Endovascular Therapy (ISET) February 3–7, 2018, Hollywood, Florida. p. 15-16. Disponible en: https://s3.amazonaws.com/HMP/hmp_ln/imported/2018-03/ISET%202018%20poster%20listing%20and%20online%20abstracts.pdf
12. Koziarz A, Kennedy SA, El-Karim GA, Tan KT, Oreopoulos GD, Jaberi A, et al. *The use of vascular closure devices for brachial artery access: A systematic review and meta-analysis.* J Vasc Interv Radiol [Internet]. 2023;34(4):677-684.e5. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.jvir.2022.12.022
13. Kupferthaler A, Grundner S, Bohm G, Werkgartner P, Gschwendtner M. *Feasibility and safety of vascular closure devices in brachial artery access.* Conferencia en: Interventional Radiology Olbert Symposium, IROS 2023. Salzburg Austria. Cardiovasc Intervent Radiol [Internet]. 2023; 46(1):S3. Disponible en: https://doi.org/10.1007/s00270-022-03336-3

TEMA 61

DISPOSITIVOS DE CIERRES VASCULARES

Salvador Santos Vélez, Maria José Álamo López, Ana Cerezo Rodríguez, Manuel Cortés Rubio, Carlos Guerrero Carrera, Inmaculada Rodríguez Gómez

Servicio Endovascular, Hospital Virgen Macarena. Sevilla.

1. INTRODUCCIÓN

Los dispositivos de cierres vasculares percutáneos (DCV) fueron aprobados por la US Food and Drug Administration (FDA) en 1993, con el objetivo de disminuir las complicaciones relacionadas con el acceso vascular en el cateterismo cardiaco. La evidencia científica no ha demostrado diferencias significativas en cuanto a la aparición de hematomas respecto a la compresión manual, aunque sí ha demostrado la eficacia de estos sistemas para reducir los tiempos de hemostasia, aumentar el grado de confort de los pacientes disminuyendo la percepción del dolor y posibilitando la deambulación precoz posprocedimiento[1,2,3]. De la misma forma, en los procedimientos estructurales (TAVI), los estudios sobre la seguridad de los DCV, para la hemostasia del acceso vascular, han sido positivos[4]. Según la FDA, los DCV se dividen en dos categorías:

1. Sistemas de cierre de aproximación activa (sellado mecánico de la pared del vaso). Los sistemas activos de cierre vascular se pueden realizar mediante sutura, dispositivos de tapón extravascular (de colágeno u otros materiales) y mediante grapas o clips.
2. Sistemas de cierre de aproximación pasiva, en donde se sella la cara externa (adventicia) activando los mecanismos fisiológicos de la hemostasia.

En todos los casos, los pacientes precisarán de una vigilancia específica para valorar la aparición de posibles complicaciones derivadas del uso de estos DCV.

2. DISPOSITIVOS DE APROXIMACIÓN ACTIVA

2.1 ANGIO SEAL VIP ®

Angio-Seal® (Terumo. Nueva Jersey. USA) pertenece al grupo de dispositivos de cierres vasculares (DCV) de aproximación activa que sellan mecánicamente la abertura de la arteria mediante dos superficies intra y extra-vasculares.

Mecanismo de acción: el dispositivo Angio-Seal® utiliza un ancla intimal de polímero de ácido poliláctico unida, con una sutura de ácido poliglicólico, a tapón de colágeno bovino de unos 18 mg que se sitúa en la superficie adventicia de la pared arterial,

intercalando el sitio de la arteriotomía para crear un sello mecánico. El dispositivo de administración tiene cuatro componentes: colágeno, ancla, sutura conectiva y pistón o varilla empujadora. El ancla no es trombogénica y todo el material se bioabsorbe entre 60 y 90 días. La hemostasia se produce por la compresión que ejerce el ancla intravascular con el tapón de colágeno, que mediante un nudo corredizo en la sutura desciende hasta el orificio extravascular, manteniendo entre ambos la pared arterial perforada. Aunque la indicación del dispositivo Angio-Seal® es el cierre de la arteria femoral común, existen casos publicados de uso de este tipo de DCV para la hemostasia de arteria subclavia y carótida, siempre que su calibre fuera mayor de 4 mm de diámetro[1].

Características e indicaciones: Angio-seal® está indicado para hemostasia femoral común de tamaño superior a 4 mm de diámetro, donde se han utilizado introductores menores al 8Fr **(Tabla 1)**[2]. Se pueden destacar como ventajas[3]:

- Rápida curva de aprendizaje.
- Alto nivel de satisfacción y confort en el paciente al provocar menos dolor en comparación con la compresión manual.
- Material reabsorbible 100% entre los 60-90 días, deambulación precoz y bajo índice de complicaciones.

Según la descripción del producto, las fases de la reabsorción de Angio-Seal® se dividen en 4 etapas[4]:

- Etapa 1 **Absorción** (4-72 horas). Absorción de agua y reblandecimiento del polímero.
- Etapa 2 **Encapsulación** (1-7 días).
- Etapa 3 **Reducción** (1-60 días). Reducción del peso molecular por hidrólisis.
- Etapa 4 **Asimilación** (<90 días). Asimilación completa del ácido láctico y del ácido glicólico.

Técnica de hemostasia[2,5]

- **Punción ecoguiada.** Diámetro mínimo de la arteria 4 mm. Valorar la presencia de calcificaciones y estenosis en la pared arterial que pudiesen provocar complicaciones en la aplicación de este DCV.
- **Vigilar el estado del empaquetado del dispositivo.** Observar indicador de temperatura **(Figura 1)**, que cambia de color blanco a negro cuando los grados superan los 37,8°C. En estos casos la seguridad del dispositivo se puede ver comprometida y no deberá usarse[2].
- Introducir el localizador del vaso dentro de la vaina. El colágeno contenido no debe contactar con líquidos.
- Introducir la guía teflonada de 70 cm en "J" a través del introductor del paciente y retirarlo al mismo tiempo que se realiza compresión de la zona femoral.



Figura 1. Indicador de temperatura.
Fuente: Imagen cedida por Terumo Interventional Systems. NJ. USA.

- Insertar el conjunto de vaina con localizador de punción con la flecha hacia arriba hasta que salga un flujo pulsátil de sangre por el conducto del testigo del localizador. Esto indicará que nos encontramos en la luz del vaso **(Figura 2)**. En caso de que no avance la vaina con el localizador podemos hacerlo girando 180° sobre la guía al mismo tiempo que introducimos de nuevo con ligera presión. La vaina debe quedar con la flecha siempre hacia arriba.

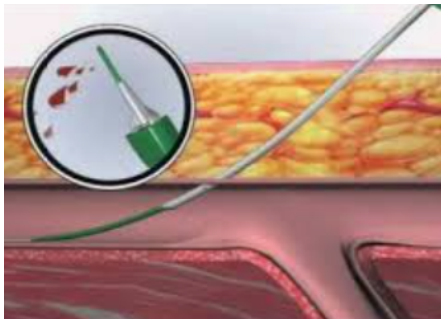


Figura 2. Localizador luz del vaso.
Fuente: Imagen cedida por Terumo Interventional Systems. NJ. USA.

- Retirar lentamente todo el conjunto (manteniendo la guía inmóvil) hasta que cese el flujo de sangre. Avanzar 1 o 2 cm, comprobando que se restaura de nuevo el flujo de sangre pulsátil. No es conveniente introducir más de 2 centímetros puesto que incrementamos la posibilidad de anclaje prematuro, arrastre de tejido intimal y fracaso de la hemostasia.
- Separar el localizador de la vaina y retirar junto con la guía teflonada, fijando la vaina para evitar movimiento de la misma. Se introduce el Angio-Seal® cogiendo la caperuza protectora del dispensador entre el índice y el pulgar para insertarlo hasta escuchar un “clic” que debe enfrentar ambas flechas de los dos componentes.

- Retirar el dispensador hasta que suene un doble “clic”. Esto indica que el ancla se ha desplegado en la luz arterial **(Figura 3)**.

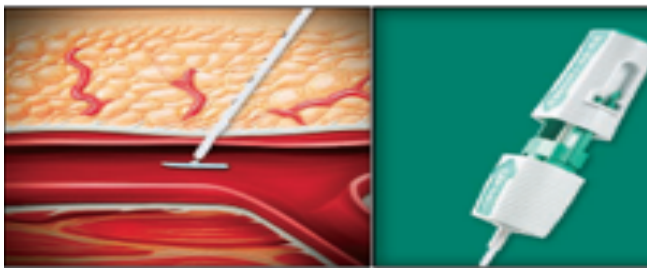


Figura 3. Despliegue del ancla.

Fuente: Imagen cedida por Terumo Interventional Systems. NJ. USA.

- Se retira todo el conjunto manteniendo tensión con un ángulo de unos 45°, similar a la trayectoria de punción.
- Con tracción sobre todo el dispositivo, se desliza el pistón de color verde por debajo de la piel para descender el nudo corredizo, plegar y fijar el colágeno **(Figura 4)**.
- Cortar la sutura blanca por encima del punto negro, rotar la varilla verde mientras se retira y cortar el resto de sutura por debajo de la piel haciendo ligera presión sobre la misma.

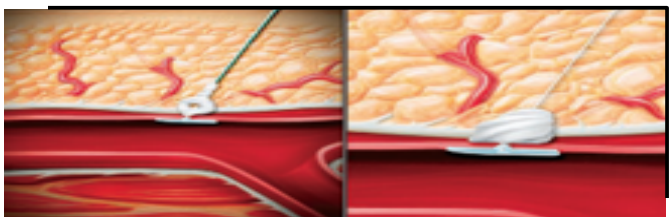


Figura 4. Colágeno compactado.

Fuente: Imagen cedida por Terumo Interventional Systems. NJ. USA.

Limitaciones de uso del Angio-Seal®[6]

- Arterias de diámetro menor de 4 mm.
- Presencia de calcificaciones y estenosis próximas a la zona de punción.
- Acceso a través de prótesis vasculares.

2.2 MANTA$^{MT®}$

Manta$^{MT®}$ se trata de un dispositivo de cierre vascular biomecánico activo, diseñado para el cierre de las arteriotomías de gran calibre (hasta 24 F) **(Figura 5)**.

Su mecanismo de acción está basado en un sistema de sellado con colágeno[7]. Las principales ventajas del dispositivo[7,8]:

1. Tiempo promedio desde el despliegue hasta la hemostasia es de 65 segundos.

2. El índice de complicaciones mayores fue del 5,3% y 4,2% en diferentes estudios.
3. La tasa de éxito técnico fue del 97,7%.



Figura 5. Dispositivo Manta[MT®] Closure Device de 14F y 18 F.

Indicaciones de uso: el dispositivo de cierre vascular Manta® está indicado para el cierre de accesos a la arteria femoral de gran calibre tras el uso de vainas de 12 a 25 F en procedimientos de cateterización endovascular.

Técnica de hemostasia

- Se intercambia la vaina del procedimiento por la vaina Manta® sobre el alambre guía.
- Avance del dispositivo de cierre Manta®, hasta escuchar un "clic".
- Se retira con una angulación de 45°.
- Se rota la palanca de despliegue, para liberar el anclaje y sacamos el dispositivo MANTA® de la arteria, traccionando constantemente y con tensión hasta ver en la ventana indicadora del mango.
- Se avanza el tubo para posicionar el bloqueo radiopaco y retraemos el dispositivo de avance hasta escuchar un "clic".
- Se retira el alambre guía y cortamos la sutura a un nivel inferior a la piel[9].

Características y limitaciones. El sistema MANTA® vascular *closure device* tiene dos presentaciones en 14 F y 18 F. Contiene ácido poliláctico intraarterial, un "pad" de colágeno bovino extraarterial, una sutura de poliéster no reabsorbible que conecta ambos y una traba de la sutura de acero inoxidable no reabsorbible[10].

En cuanto a sus limitaciones:

- Evitar su uso en punciones cercanas al ligamento inguinal.
- Evitar su uso si la punción está por encima del borde inferior de la arteria epigástrica.
- En caso de calcificación grave o estenosis de la arteria femoral común.
- No utilizar en personas claudicantes de menos de 100 metros[11].

2.3 STARCLOSE SE®

Mecanismo de acción. Dispositivo de cierre vascular activo que proporciona hemostasia mediante la colocación de un clip de nitinol extravascular, consiguiendo un cierre de 360° sobre la arteriotomía realizada sobre la arteria femoral.

Características

- Está indicado en procedimientos donde se ha usado material de 5-6Fr.
- Se trata de un cierre extravascular, por lo que no se compromete la luz del vaso.
- Proporciona una reparación de la arteria mediante cicatrización primaria.
- Es de fácil manejo, gracias a un diseño que proporciona estabilidad en el momento de la colocación y a ventanas numeradas que brindan una guía visual.
- El clip de nitinol es de forma circular por lo que el cierre sobre la arteriotomía es de 360°.
- Permite una deambulación temprana y proporciona seguridad[12]. Hay referencias bibliográficas donde el tiempo para la deambulación recomendado es de dos horas en los procedimientos sin anticoagulación y cuatro horas con anticoagulación e inhibidores de los IIb-IIIa[13].
- Reduce el riesgo de infección, al no existir contacto con la piel.
- Permite que el paciente pueda someterse de forma inmediata tras su colocación a un estudio de Resonancia Magnética Nuclear.
- Es posible volver a canalizar la arteria de forma inmediata, en caso necesario, y siempre que la punción se lleve a cabo 1 cm por encima del acceso anterior.

Descripción del sistema. El material del clip es una aleación de níquel y titanio, gracias a la cual presenta gran elasticidad y la capacidad de recuperar su forma original, especialmente con el calor (como sucede cuando se pone en contacto con la sangre). La forma del clip es circular y sus dimensiones son 4 mm de diámetro y 0,2 mm de espesor. El diseño incluye 6 púas (2 largas y 4 cortas), con el objetivo de darle estabilidad y apoyo sobre el tejido vascular[14].

Este sistema de cierre consta de un aplicador de pinzas para StarClose SE **(Figura 6)**[15] y un sistema de intercambio de 6F (introductor de 6Fx11cm junto con el dilatador), así como una guía de tipo J (0,038") 50 cm[16].

Limitaciones

- El uso de este sistema de cierre está contraindicado en pacientes con hipersensibilidad conocida al níquel-titanio.
- No usar en caso de french mayor de 6.
- No se debe utilizar en punciones múltiples.

- El diámetro debe ser igual o superior a 5 mm.
- Debe evitarse su uso en arterias calcificadas y sólo en caso de punción de la arteria femoral común.



Figura 6. Componentes del dispensador del clip StarClose SE™®.

Fuente: Imagen cedida por Abbott Vascular Corporation.

2.4 FEMOSEAL®

Mecanismo de acción: sistema de cierre vascular activo que utiliza tres componentes bioabsorbibles para sellado de la arteriotomía[17]: dos discos de polímero (uno interno intraluminal y otro externo desplegado en la pared externa de la arteria) y una sutura que mantiene unidos dichos discos.

Características: indicado en procedimientos donde se ha usado material de 6/7Fr. La prevalencia de sangrado en baja. Existen estudios donde se han realizado punción anterógrada de la arteria femoral común con material que iba desde el 5 al 8Fr, los resultados obtenidos indican una alta seguridad y eficacia en este dispositivo de cierre. Se reabsorbe en 90 días y permite una deambulación precoz pasados 90 minutos después de procedimientos diagnósticos o terapéuticos[13].

Descripción del sistema: el sistema de cierre de Femoseal® consta de un introductor 7F y un dilatador junto con una guía teflonada de 0,038 **(Figura 7)**.



Figura 7. Componentes del Femoseal®.

Fuente: Imagen cedida por Terumo Interventional Systems. NJ. USA.

Técnica de hemostasia. En primer lugar, se prepara el sistema de cierre introduciendo el dilatador haciendo coincidir las dos flechas.

- Se introduce la guía teflonada para retirar el introductor del procedimiento e intercambiar por el sistema de cierre. Se avanza el dispositivo hasta llegar a la luz del vaso **(Figura 8.1)**[13].
- Se retira el cierre de seguridad junto con la guía teflonada (una vez hecha la retirada de los mismos unos 2-4 cm, empieza a refluir sangre confirmándose que está en la luz arterial) **(Figura 8.2)**.
- Se presiona el botón con un movimiento constante hasta el final (momento en el que se despliega el disco intraluminal) para después tirar hacia atrás el dispositivo, manteniendo la tensión de la sutura. En ese momento, el botón salta nuevamente hacia afuera **(Figura 8.4)**.
- Para desplegar el disco extravascular, se presiona nuevamente el mismo botón. Por último, se retira completamente el dispositivo, comprobando la hemostasia, para terminar cortando la sutura a ras de la piel **(Figura 8.6)**.

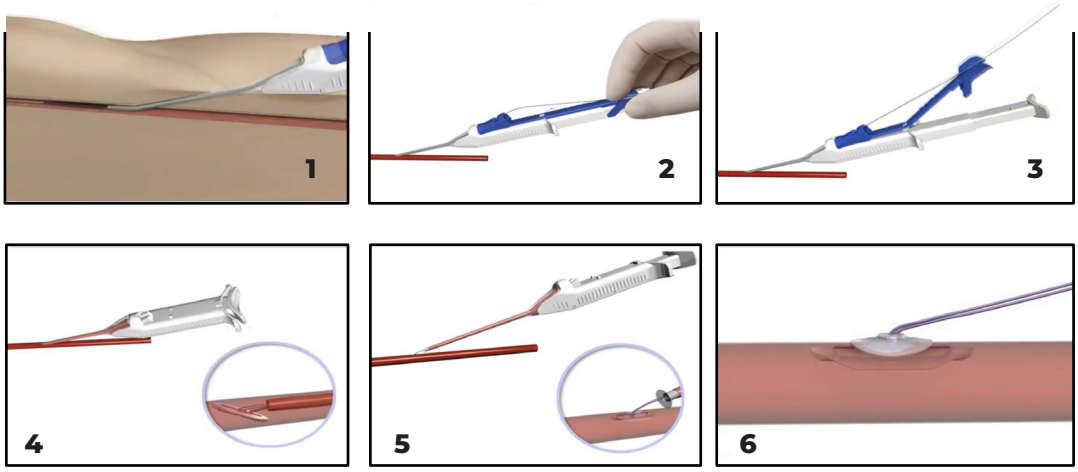


Figura 8. Colocación del sistema de cierre vascular Femoseal®.
Fuente: Imagen cedida por Terumo Interventional Systems. NJ. USA.

Limitaciones y complicaciones de uso

- No se recomienda volver a canalizar el vaso antes del tiempo necesario para su reabsorción (90 días).
- En el caso de que fuera necesario, se puede proceder a la punción de forma segura si se hace 1 cm proximal al acceso anterior.
- La degradación de los componentes reabsorbibles favorece la inflamación de los tejidos, por lo que aumenta la posibilidad de fibrosis posteriormente.

2.5 PERCLOSE PROGLIDE®

Mecanismo de acción

Sistema de cierre percutáneo activo que despliega una sutura de manera segura y libre de parches, promoviendo cierre de primera intención y sin restricciones de re-acceso.

Características y ventajas

- Indicado para la realización de la hemostasia de procedimientos diagnósticos y terapéuticos (arterial o venoso) a través de un introductor de 5-8Fr, pudiendo llegar hasta 23Fr mediante un pre-cierre con dos dispositivos colocados perpendicularmente.
- Minimiza el riesgo de inflamación, infección y fibrosis debido a que realiza la curación de la herida por cicatrización primaria, dejando una mínima huella vascular.
- Favorece la deambulación precoz del paciente a las 2 h (incluso estando anticoagulado y antiagregado).

Limitaciones: la formación y experiencia del médico que realiza el procedimiento son factores cruciales en la aplicación segura y efectiva de este dispositivo, debido a que precisa una curva de aprendizaje larga. De la misma forma, la enfermedad vascular periférica severa, la presencia de calcificación arterial y la necesidad de múltiples punciones para canalizar el vaso son limitaciones de uso de este DCV.

Descripción del sistema (Figura 9)

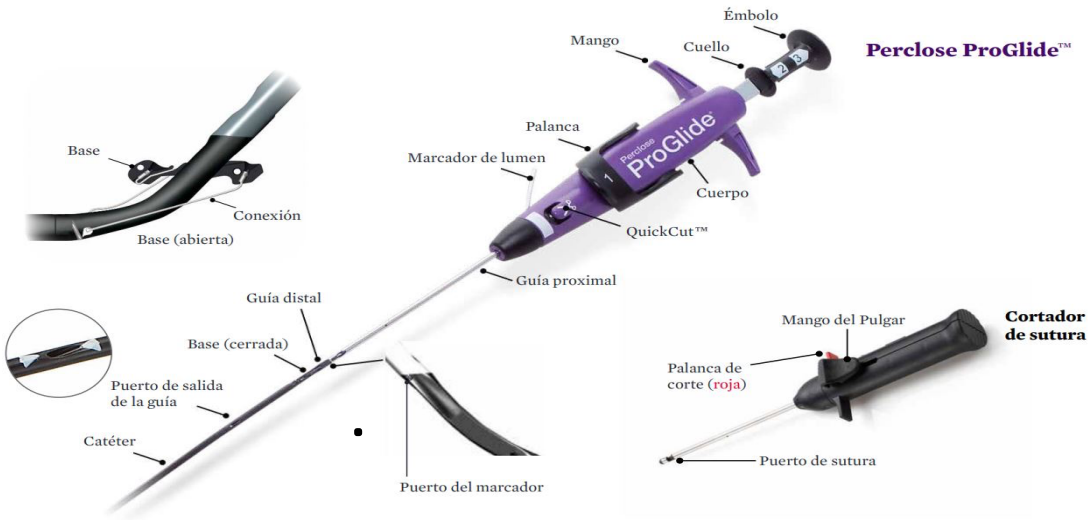


Figura 9. Descripción sistema Proglide.

Fuente: Imagen cedida por Abbott Vascular Corporation.

- **Sutura:** sutura de monofilamento de polipropileno 3.0 (tipo Prolene) no absorbible, con gran resistencia y flexibilidad, y una reacción casi inerte con los tejidos, minimizando el riesgo de inflamación e infección.
- **Empujador:** presenta dos palancas diferenciadas, una negra que abre una ranura en el extremo que permite enhebrar los hilos y deslizar los hilos hasta la pared arterial, y otra roja que se utiliza una vez conseguida la correcta hemostasia para accionar una cuchilla y cortar la sutura.

Técnica de hemostasia: se debe realizar purgado con solución salina heparinizada a través del marcador del lumen, y así comprobar la correcta permeabilidad del sistema[21] **(Figuras 10 y 11)**.



Figuras 10 y 11. Guía Oficial Abbott. Despliegue del dispositivo Perclose Proglide.

Fuente: Imagen cedida por Abbott Vascular Corporation.

- Practicar una incisión cutánea suficiente y disecar con un porta el tejido subcutáneo.
- Retirar el introductor manteniendo la guía en la luz arterial y avanzar el sistema con los números hacia arriba hasta que el puerto de la guía llegue a la piel.
- Retirar la guía y continuar introduciendo el sistema hasta conseguir flujo pulsátil en el marcador del lumen.
- Separar los hilos del dispositivo y recuperar la luz arterial pasando la guía de 0,035 pulgadas por el puerto de entrada/salida del guía marcado por dos triángulos blancos.
- Tirar del hilo largo azul, el nudo se desplaza hacia la pared arterial.

- Al tirar del hilo corto azul-blanco el nudo se aprieta cerrando el punto.
- Enrollar sobre el dedo índice de la mano izquierda, tensando en dirección a la arteria, mientras que con la mano derecha retiramos el sistema.
- El nudo se deslizará observándose un ligero sangrado.
- Mantener la tensión en el hilo largo, lo enhebramos en el empujador, el cual deslizamos hasta la pared arterial.
- Con el empujador conseguimos posicionar el nudo en la pared arterial evitando que este se desplace mientras cerramos el nudo con la mano derecha, tensando el hilo corto en dirección de la arteria.
- Relajar la tensión de los hilos y comprobar la hemostasia.
- Enhebrar ambos hilos en el empujador, deslizándose hacia la pared arterial y accionar su palanca roja que corta los hilos por debajo de la piel.

Complicaciones: entre los potenciales efectos adversos relacionados con el uso del dispositivo Perclose ProGlide™®, destacamos: Reacción alérgica o hipersensibilidad a alguno de sus componentes, estenosis/oclusión arterial, fístula arteriovenosa, hematoma, hemorragia, hipotensión, embolismo, trombosis, infección local, pseudoaneurisma y disección del vaso sanguíneo diana[19].

2.6 PROSTAR XL®

Descripción: sistema de cierre percutáneo activo que despliega dos puntos de sutura de manera segura y libre de parches, promoviendo cierre de primera intención y sin restricciones de re-acceso. El sistema Prostar xl® consiste en un dispositivo de 10Fr y un impulsor de nudos (knot pusher) perclose .

Características: este sistema está indicado para la realización de la hemostasia de procedimientos diagnósticos y terapéuticos, a través de un introductor de 8,5-10Fr. Realizando la técnica de precierre, en la que se despliega las suturas antes del intervencionismo, se puede utilizar para accesos vasculares de hasta 23Fr.

Ventajas de uso: las mismas que en el perclose proglide[13].

Limitaciones: las mismas que en el perclose proglide.

Descripción del sistema (Figuras 12 y 13): el dispositivo consta de:

- Vaina flexible en cuyo interior se encuentran dos pares de agujas de nitinol.
- Guías de las agujas.
- Tambor giratorio que recibe las agujas desplegadas.

Los dispositivos prostar xl se colocan sobre una guía estándar de 0,038 pulgadas.

Complicaciones de uso: las mismas complicaciones que en el Perclose proglide[20].



Figura 12. Descripción del cabezal/tambor de Prostar XL.

Imagen cedida por Abbott Cardiovascular.

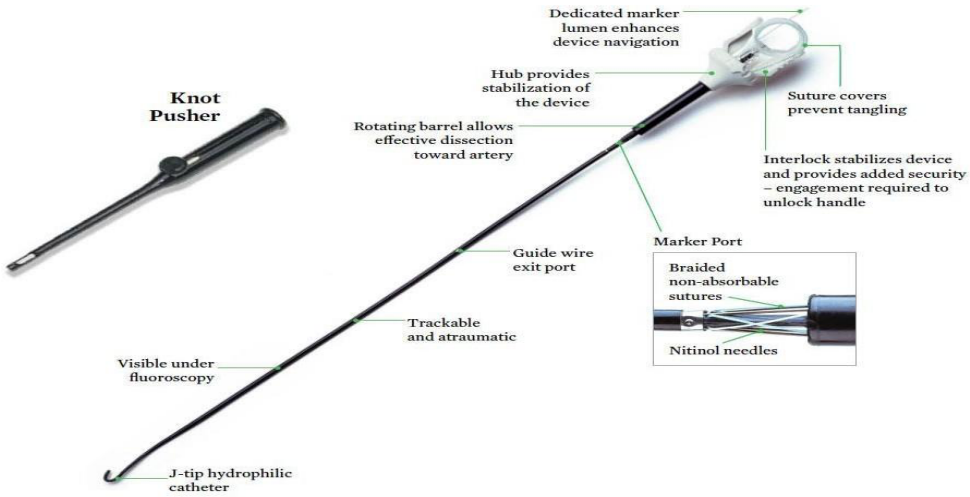


Figura 13. Descripción del dispositivo de Prostar XL.

Imagen cedida por Abbott Cardiovascular.

2.7 MYNX CONTROL™®

Mecanismo de acción: dispositivo de cierre vascular con propiedades de sellado extravascular activo. Diseñado para lograr la hemostasia de la arteria femoral mediante la aplicación de un sellador tisular que utiliza la tecnología GRIP TECHNOLOGY. Se trata de un hidrogel sintético hidrosoluble con un método de aplicación extravascular, utilizando un catéter con balón junto con un introductor convencional[13].

El sellador tisular GRIP TECHNOLOGY está fabricado de un material de polietilenglicol (PEG) que se activa con la temperatura. Al entrar en contacto el sellador con la sangre y líquidos subcutáneos, éste triplica o cuadriplica rápidamente su tamaño original cubriendo el orificio de la arteriotomía y adhiriéndose al contorno del vaso produciendo la hemostasia, sin generar activación plaquetar o respuesta inflamatoria anormal, logrando así un cierre mecánico seguro[22].

Características

- Sellador polímero hidrosoluble, no trombogénico, conformable y bioinerte que es reabsorbido totalmente por el cuerpo mediante hidrolisis dentro de los 30 días siguientes de su implantación[23].
- Se puede reutilizar el mismo acceso vascular en caso de que el paciente se tuviese que reintervenir.
- Se utilizan sobre introductores de 5, 6, 7Fr convencional (menor de 12 cm), sin necesidad de intercambio de introductor.
- Seguro para punciones en bifurcaciones y punciones anterógradas[24].
- Este dispositivo reduce las complicaciones quirúrgicas, reduce el tiempo de hemostasia acelerando así la recuperación, disminuye el tiempo de deambulación de los pacientes y acorta las estancias hospitalarias.

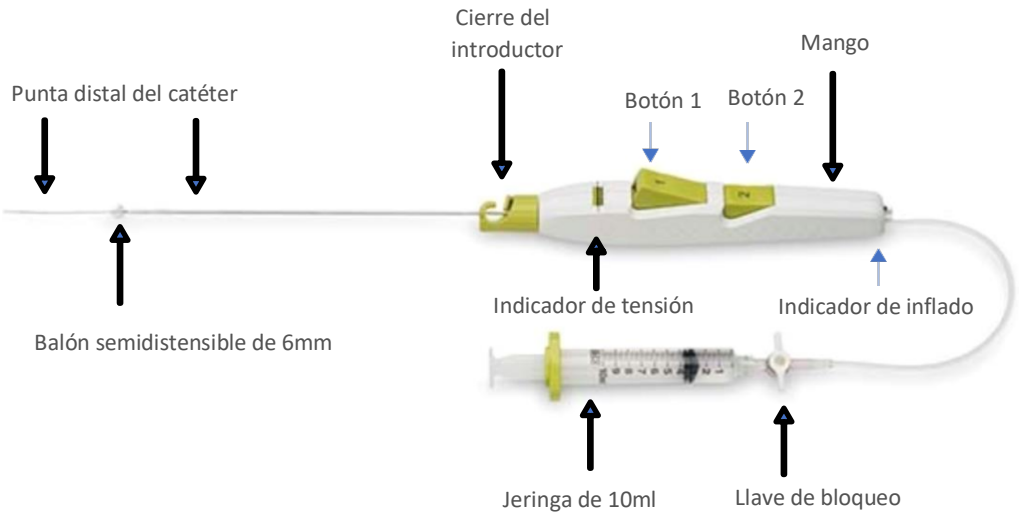


Figura 14. Mynx Control ™ ®. Descripción dispositivo.

Fuente: Imagen cedida por Cordis España.

Descripción del sistema: el dispositivo incluye un catéter-balón con el sellado integrado y una jeringa de 10 ml con llave de bloqueo. En el mango posee 2 botones, el botón de retracción del balón y el botón de colocación. Viene en formato de 5Fr (color Gris) y formato de 6/7Fr (color Verde). La descripción del dispositivo puede verse en la **figura 14**[24].

Limitaciones: se debe tener en cuenta que si se utiliza en el intervencionismo un introductor largo habrá que realizar un intercambio por un introductor corto de mayor calibre (1 French más) para evitar así posible hematoma por sangrado peri-introductor.

Contraindicaciones

- No se debe usar este DCV cuando se realiza una punción alta por encima del ligamento inguinal en arteria ilíaca externa, punción de la pared posterior, y múltiples punciones.
- No utilizar en pacientes alérgicos (o posibilidad) a material de polietilenglicol (PEG).
- Igualmente no se debe utilizar en caso de vaso menor de 5 mm o longitud de introductor mayor de 12 cm, así como en los pacientes con enfermedad vascular periférica clínicamente significativa en la zona de punción.
- Si se aprecia perforación vascular visible en la angiografía o sangrado activo peri introductor también está contraindicado su uso.
- Si se aprecia hematoma femoral preexistente y el paciente presenta Hb < 10g/dl, TAS>; 220 mmHg o ACT ≥ 360 o INR > 1,5, la seguridad y efectividad del dispositivo no ha sido establecida.

3. ATENCIÓN ENFERMERA EN PACIENTES CON DISPOSITIVOS DE CIERRES VASCULARES

Es fundamental para el cuidado de los pacientes con accesos vasculares utilizados en la realización de un cateterismo cardiaco o procedimiento cardiaco estructural, que el objetivo es ayudar a la consolidación de un proceso natural como es el de la hemostasia, estando ésta dificultada por la severa anticoagulación que requiere el paciente, para preservar su seguridad durante dicho procedimiento.

Se llevarán a cabo las siguientes intervenciones según los diagnósticos de enfermería[25-27] **(Tabla 1)**.

RECOMENDACIONES AL ALTA EN PACIENTES CON DCV

Las recomendaciones al alta para pacientes con dispositivos de cierres percutáneos incluyen:

- Inmovilización en la cama, con elevación de cabecero no más de 35°.
- Evitar contracciones abdominales que aumenten la presión vascular del vaso afecto. Cura de la zona de punción a los 3-4 días.
- Evitar la inmersión en agua durante 4-5 días.
- Caminar distancias cortas en superficies planas los primeros 5 días de deambulación.
- No realizar esfuerzos, ni conducir, colocarse de cuclillas, ni levantar objetos pesados.

- No realizar deporte en 2-3 meses.
- Acudir al servicio de urgencias ante cualquiera de estos signos o síntomas: fiebre, sangrado por el punto de punción, picor o rubor, si la hinchazón o acolchamiento va a más en el tiempo o permanece más de 3-4 días, enrojecimiento o calor al tacto, adormecimiento o dolor en la extremidad al deambular[133].

TABLA 1. Propuesta NANDA- NIC- NOC para pacientes con dispositivos de cierres vasculares.

DIAGNÓSTICO DE ENFERMERÍA	NOC	NIC
00206 Riesgo de sangrado	Control del riesgo Conocimiento Autocuidado	Monitorización de los signos vitales Control postural Vigilancia Guías de salud Enseñanza para el autocuidado
00132 Dolor agudo	Control del dolor Nivel de deterioro del confort Nivel del dolor Satisfacción del paciente	Administración de analgésicos Apoyo de la analgesia CPP. Manejo de la sedación Manejo del dolor Vigilancia *CPP: Controlada por paciente*
00146 Ansiedad	Afrontamiento de la ansiedad Manejo de estrés Control de la ansiedad Comunicación efectiva Apoyo emocional	Establecer una relación terapéutica Enseñanza Manejo ambiental Monitorización de la ansiedad Terapia cognitivo conductual Terapia farmacológica
00205 Riesgo de shock	Estado circulatorio Estado neurológico Equilibrio electrolítico y ácido-base Hidratación Función sensitiva cutánea Percusión titular periférica	Manejo de la disritmia Manejo del shock: hipovolémico Manejo de los signos vitales Manejo de líquidos Regulación hemodinámica Precauciones circulatorias Monitorización neurológica
00228. Riesgo de perfusión tisular periférica ineficaz	Estado circulatorio Edema periférico Llenado capilar Fuerza del pulso femoral Fuerza del pulso pedio	Cuidados circulatorios: insuficiencia arterial. Identificación de riesgos Manejo de la sensibilidad periférica alterada. Monitorización de las extremidades inferiores.

BIBLIOGRAFÍA

1. Dauerman HL, Applegate RJ. *Vascular closure devices: the second decade*. J Am Coll Cardiol. 2007;50(17):1617-26. doi: 10.1016/j.jacc.2007.07.028
2. Bhogal S, Waksman R. *Vascular closure: the ABC's.* Curr Cardiol Rep. 2022;24:355–64. doi: 10.1007/s11886-022-01654-z
3. Chen X, et al. *Percutaneous closure of the inadvertent subclavian artery cannulation during pacemaker implantation.* J Interv Cardiol. 2017;24(4):452-4.
4. Schulz-Schüpke S, Helde S, Gewalt S, et al. *Comparison of vascular closure devices vs manual compression after femoral artery puncture: the ISAR-CLOSURE randomized clinical trial.* JAMA. 2014;312(19):1981–7. doi: 10.1001/jama.2014.15305
5. Fernández L. Escobar L, Blanco R, García K, Astorga JC, Acín A, Arriola MJ, Alcíbar JC. *Resulatdos de los distintos dispositivos percutáneos de cierres vascular utilizados durante el implante de TAVI transfemoral.* Rev Esp Cardiol. 2017; 70 (supl 1): 322.
6. Terumo Medical Corporation. New Jersey. USA. 2024.
7. Teleflex EEUU. Data on file a Teleflex. 2019. Disponible en: https://www.teleflex.com/la/es/product-areas/interventional/vascular-access-and-closure/manta-vascular-closure-device/index.html
8. Teleflex EEUU. *The SAFE MANTA IDE Clinical Trial*. 2017. Disponible en: https://irc.teleflex.com/manta/
9. Nuyttens BP, Thijs T, Deckmyn H, Broos K. *Platelet adhesion to collagen*, Thromb Res. 2011;127(2); S26-S29.
10. Van Mieghem NM, Latib A, van der Heyden J, van Gils L, Daemen J, Sorzano T, et al. *Dispositivo de cierre MANTA en arteriotomía de gran calibre: ¿Es seguro?* [Internet]. SOLACI; 2017 [citado 2025 jul 3]. Disponible en: http://solaci.org/2017/03/27/dispositivo-de-cierre-manta-arteriotomias/
11. Nelson PR, et al. *A multicenter, randomized, controlled trial of totally percutaneous access versus open femoral exposure for endovascular aortic aneurysm repair (the PEVAR trial).* J Vasc Surg. 2014;59(5):1181–93. doi: 10.1016/j.jvs.2013.10.101
12. Burke S, et al. *El sistema de cierre vascular (VCS) StarClose® es seguro y eficaz en pacientes que deambulan temprano después de un cierre exitoso del acceso a la arteria femoral: resultados del ensayo clínico RISE*. Catheter Cardiovasc Interv. 2012;80:45–52.
13. Martín Moreiras J, Cruz González I. *Manual de hemodinámica e intervencionismo cardiaco.* 3ª ed. Madrid: McGraw-Hill; 2022. ISBN: 978-84-486-1924-4.
14. Fernández Maese JM, García Aranda FJ, Gómez Fernández M, Ramírez Yáñez P, Rodríguez García-Abad V, Sánchez Hernández Eva M, Seoane Bello M. (eds.). *Manual de Procedimientos de Enfermería en Hemodinámica y Cardiología Intervencionista, Madrid.* Asociación Española de Enfermería en Cardiología, 2014, 621 pp. Isbn: 978-84-697-0208-6
15. Abbott Sistema de cierre vascular StarClose SE. 2024.
16. Abbott Vascular Corporation. Sistema de cierre vascular StarClose SE. 2024.
17. Sistema de cierre vascular FemoSeal™.
18. Abbott. *Guía oficial Perclose ProGlide* [Internet]. Disponible en: https://www.vascular.abbott.com/Perclose_PROGLIDE-es.html
19. Abbott Vascular Corporation. *Perclose ProGlide. Suture mediated closure (SMC) system*. 2024.

20. Abbott. *Guía oficial Prostar XL* [Internet]. Disponible en: https://www.cardiovascular.abbott/us/en/hcp/products/peripheral-intervention/vessel-closure/prostar-xl-percutaneous-vascular-surgical-system.html

21. Calvo Rivas L. *Intervención de enfermería en la prevención y tratamiento de complicaciones vasculares en intervencionismo cardiológico percutáneo estructural* [tesis doctoral]. Salamanca: Universidad de Salamanca; [fecha desconocida]. doi: 10.14201/gredos.145544

22. Scheinert D, Sievert H, Turco MA, et al. *The safety and efficacy of an extravascular, water soluble sealant for vascular closure: Initial clinical results for MYNX™*. Cathet Cardiovasc Intervent. 2007 Oct; 70:627-633.

23. Cordis Corporation. *Mynx Control Vascular Closure Device. Instructions for use*.

24. Diamantopoulos A, Nourzaie R, Mulholland D, Dolan SG, Ahmed I, Gkoutzios P, Thulasidasan N, Theodoulou I, Sabharwal T. *Safety and efficacy of the Mynx Control vascular closure device in peripheral arterial procedures: A prospective study*. Vascular. 2023 Apr;31(2):369-374. doi: 10.1177/17085381211062745.

25. González JL, Capote ML, Rodríguez V, Ruiz P. *Hemostasia vascular postcateterismo basada en la evidencia.* Madrid: Fundación Médica Investigación y Desarrollo, Área Cardiovascular; [año no indicado]. ISBN: 84-688-8973-3

26. Moorhead S, Swanson E, Johnson M, Maas M. *Clasificación de resultados de enfermería (NOC): medición de resultados en salud.* 6ª ed. Barcelona: Elsevier; 2019.

27. Butcher M, Bulechek G, Dochterman JM &Wagner CM. *Clasificación de intervenciones de enfermería (NIC)*, 7ª Edición Barcelona; Elsevier; 2019.

CAPÍTULO XIII

FARMACOLOGÍA EN HEMODINÁMICA

Asociación Española de
Enfermería en Cardiología

TEMA 62

FÁRMACOS EN HEMODINÁMICA PARA ENFERMERÍA: USO, MANEJO Y CONSIDERACIONES CLÍNICAS

M.ª Loreto Barroso Morales, Miriam González García, M.ª Candelaria Nagele Hernández

Unidad de Hemodinámica y Cardiología Intervencionista.
Complejo Hospitalario Universitario de Canarias. San Cristóbal de La Laguna.

1. INTRODUCCIÓN

La administración de medicamentos es una actividad intrínseca de la profesión enfermera que incluye la preparación, la administración y la monitorización de sus efectos terapéuticos, de los posibles efectos adversos y reacciones alérgicas. Esto requiere el conocimiento detallado de los medicamentos, sus interacciones, diluciones y vías de administración. La correcta administración del fármaco, así como el conocimiento de sus características, evita imprevistos y favorece la correcta evolución del paciente.

Los cuidados derivados de la administración de fármacos están absolutamente implantados en la dinámica laboral de las enfermeras, las cuales tienen la competencia y el respaldo legal para la indicación, uso y autorización de dispensación de medicamentos y productos sanitarios desde 2015.

En las Unidades de Hemodinámica se utilizan una serie de fármacos específicos a los cuales nos acercaremos en este capítulo.

2. FÁRMACOS DE USO HABITUAL EN HEMODINÁMICA

En la práctica diaria enfermera, en la sala de hemodinámica se utilizan fármacos con los que el equipo de trabajo debe estar familiarizado, por ello, se ha realizado una tabla resumen con los fármacos de uso habitual en hemodinámica, incluyendo sus indicaciones, dosis, vía de administración y observaciones a tener en cuenta en el momento de su utilización[1-4]. Hay que destacar que cada centro hospitalario tomará como referente el servicio de farmacología clínica para la consulta de diluciones y preparación de perfusiones **(ver Tabla 1)**.

Cada uno de estos fármacos se administra bajo prescripción médica del cardiólogo intervencionista que está realizando el procedimiento o del cardiólogo responsable del paciente al que se le realiza el procedimiento. Además, la información contenida en estas tablas indica el uso de la medicación en la sala de hemodinámica.

TABLA 1. Fármacos de uso habitual en las unidades de hemodinámica.

FÁRMACO	INDICACIONES	DOSIS Y VÍA DE ADMINISTRACIÓN	OBSERVACIONES
Acetilsalicilato de lisina	Cardiopatía isquémica. Profilaxis y tratamiento de la enfermedad tromboembólica.	Vía IM, IV directa o en perfusión IV. La dilución del vial de 900 mgr de acetilsalicilato de lisina es el equivalente a 500 mg de ácido acetilsalicílico.	Dosis de carga en pacientes IOT: 900 mg de acetilsalicilato de lisina.
Adenosina	Taquicardias paroxísticas por reentrada AV. Test de valoración fisiológica de las lesiones coronarias. **(Tabla 10)**.	Bolo IV rápido de 6 mg. Estimación reserva del flujo coronario: dosis según peso paciente y diluido en 20 ml de SF durante 2 min.	No administrar en pacientes con asma, enfermedad del seno, alteración de la conducción AV e intoxicación digitálica.
Adrenalina	Bradicardia, asistolia, PCR, broncoespasmo, hipotensión y shock anafiláctico.	IV, SBC y nebulizaciones. Bolo: 1 mg. Repetir c/3-5min (PCR bolo directo).	No mezclar con bicarbonato, nitratos u otras perfusiones.
Amiodarona	Taquiarritmias asociadas al síndrome WPW, TSV, TIN TV y FV. PCR secundaria a FV resistente a la desfibrilación eléctrica.	Bolo IV 300 mg diluido en SG 5%. PC 10-20 mg/kg/24 horas. Dosis máxima 1200 mg/24 horas.	No administrar en bloqueo AV 2º-3º grado.
Atropina	Bradicardia sintomática, bloqueo AV y asistolia.	Bolo IV directo, SBC o IM. 0,5 mgr-1 mg cada 3-5 min, máximo 3 mg.	
Bicarbonato sódico	Acidosis metabólica. FV y TV AESP. Asistolia.	IV directa o en PC. No administrar conjuntamente con otro fármaco.	Su extravasación produce necrosis.
Bupivacaína	Anestésico local por infiltración en tejido subcutáneo.	SBC. Diluir en SF. Se ajustará en función de las necesidades de cada paciente.	
Cloruro cálcico	Intoxicación por calcioantagonistas.	IV directa muy lenta. Intermitente: diluir la dosis en 100 ml de SF o SG y administrar en 5-10 min. Dosis: en PCR de 200 a 500 mg, se debe inyectar en la cavidad ventricular, no inyectar en el miocardio.	No administrar conjuntamente con Bicarbonato.

FÁRMACO	INDICACIONES	DOSIS Y VÍA DE ADMINISTRACIÓN	OBSERVACIONES
Cloruro mórfico	Dolor asociado al IAM.	IV directa, PC e intermitente. SBC, IM. Diluir en SF o SG, no en soluciones alcalinas. Dosis: pacientes con IAM 2-15 mg, aumentando a 1-3 mg cada 5 min.	Depresión respiratoria y apnea. Disminución del nivel de conciencia, náuseas y vómitos. Antídoto: Naxolona.
Dobutamina	Droga inotrópica positiva. Pacientes hipotensos en cuadros agudos: insuficiencia cardiaca, EAP.	IV en PC 2,5-20 mcgr/kg/min.	No administrar en estenosis subaórtica, aórtica severa e hipertrofia idiopática.
Dopamina	Droga inotrópica positiva. Pacientes hipotensos en cuadros agudos: shock cardiogénico e insuficiencia cardiaca congestiva descompensada.	IV en PC o intermitente. Dosis dopaminérgica: 0,5-5 mcg/kg/min. Dosis inotrópica: 5-10 mcg/kg/min. Dosis vasopresora: 10-20 mcg/kg/min.	No administrar con soluciones alcalinas.
Fentanilo	Anestésico general y analgésico opiáceo.	IV directa o en PC. Dosis: se administra según protocolo hospitalario y características del paciente.	Antídoto: Naloxona.
Furosemida	Diurético Edema asociado a insuficiencia cardiaca. EAP.	IV directa o en PC. IM. Dosis: en edemas o crisis hipertensivas: 20-40 mg en bolo. En EAP 40 mg en bolo. Repetir si procede.	Proteger de la luz. Ototóxica.
Hidrocortisona	Reacciones anafilácticas.	IV directa 50 mg/kg en 2-4 min dependiendo del estado clínico del paciente.	
Lidocaína clorhidrato	Tratamiento de arritmias ventriculares severas.	IV directa en 2-3 min. Dosis: la dosis de carga es de 50 a 100 mg o de 1 a 1,5 mg/kg de peso. PC no debe exceder los 25-50 mg/min.	No administrar en BAV 2° y 3° grado. IAM, Síndrome de Stokes-Adams, Síndrome de WPW.
Magnesio sulfato	Torsade de Pointes.	IV directa en bolo o PC. Dosis: En Torsade de Pointes bolo directo de 2 gr y posteriormente PC de 2-4 mg/min. Repetir la dosis inicial hasta un total de 6 gr con intervalos de 5-15 min entre dosis.	

FÁRMACO	INDICACIONES	DOSIS Y VÍA DE ADMINISTRACIÓN	OBSERVACIONES
Mepivacaína	Anestésico local por infiltración o bloqueo nervioso central y periférico.	SBC e intradérmica. Dosis: deberá ajustarse individualmente a cada paciente teniendo en cuenta edad, peso y estado de salud.	No administrar en pacientes con disfunción grave de la conducción AV.
Metilprednisolona	Shock anafiláctico. Reacciones de hipersensibilidad. Broncoespasmo.	Bolo IV directo (1-5 min). IM. Dosis: 20-40 mg en 24 horas para adultos, pudiendo repetirse hasta los 80 mg. Ambas inyecciones deberán de realizarse en un intervalo de 30 min en 24 horas.	
Metoclopramida	Tratamiento preventivo y sintomático de náuseas y vómitos.	IV directa. Dosis máxima diaria de 30 mg o 0,5 mg/kg de peso. Duración máxima de tratamiento 5 días.	
Midazolam	Sedación consciente antes y durante intervenciones diagnósticas o terapéuticas. Premedicación e inducción a la anestesia.	IV directa lenta, PC o intermitente. Dosis: sedación consciente 2-2,5 mg administrando en 5-10 minutos antes de la intervención. Si precisa, se pueden administrar dosis de 1 mg.	Antídoto: flumazenilo Vida media 2-6 horas.
Nicardipino	HTA maligna. Disección aórtica.	PC IV 3-5 mg/h durante 15 min. No superar la velocidad de infusión 15 mg/h.	
Nitroglicerina	IAM. Insuficiencia ventricular izquierda congestiva. Angina de pecho. EAP.	IV en perfusión continua. Sublingual e intraarterial. Bolo intraarterial: 100-200 mcg, tanto formando parte del cóctel antiespasmódico radial como en las coronarias.	Por vía intraarterial se utiliza como vasodilatador arterial y tratamiento vasoespasmo coronario.
Nitroprusiato sódico	Tratamiento de las crisis hipertensivas. Tratamiento del *no-reflow* en hemodinámica.	IV gota a gota. Intraarterial: 0,5 mcg/kg/min, media; 3 mcg/kg/min. Intracoronaria: bolo de 50-200 mcg.	Mejorar el *no-reflow*.
Noradrenalina	En el tratamiento de la hipotensión aguda. Coadyuvante temporal en el tratamiento de la PCR.	IV en PC o intermitente. Dosis: Iniciar a 8-12 mcgr/min. Mantenimiento a 2-4 mcgr/min.	Necrosis en extremidades a dosis altas. Bradicardia. Reducir gradualmente evitando interrumpirlo bruscamente.

FÁRMACO	INDICACIONES	DOSIS Y VÍA DE ADMINISTRACIÓN	OBSERVACIONES
Ondansetrón	Náuseas y vómitos en tratamiento por quimioterapia y posoperatorio.	IV directa. Dosis: IV no sobrepasar 8 mg. La dosis total en 24 horas no debe de sobrepasar los 32 mg.	
Propofol	Inducción y mantenimiento de la anestesia. Sedación. Antiemético directo.	IV directa o PC. Dosis: 1,5-2,5 mg/kg de peso.	No en pacientes con alergia al huevo. Su distribución es bifásica: una rápida de 2 a 4 min y una lenta de 30 a 64 min.
Protamina	Neutralización de la acción anticoagulante de la HNF y HBPM. Restablecimiento rápido del tiempo de coagulación en pacientes que han recibido heparina en cirugía, circulación extracorpórea o diálisis.	IV. Bolo lento en 1-3 min, no más de 50 mg en 10 min. Dosis: 1 mg de sulfato de protamina por cada 100 UI de heparina a neutralizar si el tiempo desde la administración de la heparina es inferior a 15 min. Si el tiempo es superior, se reducirá proporcionalmente la cantidad de sulfato de protamina hasta llegar a la mitad. Si el tiempo es igual o superior a 30 min la dosis será de 0,5 mg de protamina por cada 100 UI de heparina.	La administración IV debe ser lenta (durante 10 min).
Verapamilo	Se usa como vasodilatador en el cóctel antiespasmódico intraarterial.	VO, IV directa lenta, intraarterial. Dosis: 5-10 mg en inyección lenta. Se puede repetir dosis de 10 mg tras 30 min de la primera dosis. Diluir en SF o SG. 2,5 mg intraarterial en la dilución espasmolítico radial. Intracoronario, para el tratamiento *no-reflow* 100 a 200 mcg.	

Fuente: elaboración propia.

AESP: actividad eléctrica sin pulso. **AV:** auriculo- ventricular. **EAP:** edema agudo de pulmón. **FV:** fibrilación ventricular. **HBPM:** heparina de bajo peso molecular. **HNF:** heparina no fraccionada. **IAM:** infarto agudo de miocardio. **IM:** intramuscular. **IOT:** intubación orotraqueal. **IV:** intravenosa. **mcg:** microgramos. **mg:** miligramos. **min:** minutos. **ml:** mililitros. **PC:** perfusión continua. **PCR:** parada cardiorespiratoria. **SBC:** subcutánea. **SF:** suero fisiológico. **SG:** suero glucosado. **TIN:** taquicardia intranodal. **TSV:** taquicardia supraventricular. **TV:** taquicardia ventricular. **UI:** unidades internacionales. **VO:** vía oral. **WPW:** Wolff- parkinson-white.

3. CONTRASTES

Los procedimientos realizados en las unidades de hemodinámica y cardiología Intervencionista suponen un beneficio indiscutible para los pacientes con enfermedades cardiacas, pero requieren el uso de radiaciones ionizantes.

Los medios de contraste son sustancias que, aplicadas al organismo, nos permiten una mejor visualización del órgano o aparato al que se administran. El medio de contraste actúa modificando la capacidad de absorción de la radiación ionizante del órgano al que se ha aplicado, proporcionando la opacidad necesaria para su correcta visualización en contraposición con las estructuras que los rodean[5].

Los medios de contraste más comúnmente utilizados con radiaciones ionizantes contienen bario y yodo en sus moléculas, lo cual garantiza una alta absorción de rayos X.

Para los estudios hemodinámicos se utilizan contrastes yodados por vía intravascular. Su administración se realiza en forma de inyección directa y rápida (o en "bolo") para poder aprovechar al máximo su propiedad de absorción frente a radiaciones ionizantes antes de que comiencen los procesos metabólicos y de eliminación del contraste.

Las características que debe cumplir una sustancia para ser considerada un buen medio de contraste son:

- Número atómico diferente al de las partes blandas (con un número atómico más bajo obtendremos un contraste negativo y con uno más alto lograremos mayor absorción de radiación X y, por consiguiente, un contraste positivo).
- Facilidad de administración.
- Atóxico.
- Eliminación por excreción normal.

Las sustancias yodadas utilizadas como medio de contraste deben poseer una serie de requisitos para garantizar una buena tolerancia por parte del paciente. Estas condiciones son:

- **Osmolaridad:** medida del número de partículas en solución que son osmóticamente activas. Un contraste hiperosmolar atraería líquido hacia los vasos produciendo daño en las células endoteliales, aumento de la diuresis y sobrecarga cardiaca. Los medios de contraste deben ajustarse lo más posible a la osmolaridad del plasma sanguíneo (300 mOsm/kg agua).
- **Ionización:** a más poder de ionización más cargas eléctricas habrá en el organismo, lo que puede repercutir en el equilibrio eléctrico del corazón y provocar peor tolerancia.
- **Hidrofilia:** los contrastes con propiedades lipófilas pueden adherirse a la membrana celular constituida por lipoproteínas y ocasionar problemas y molestias.
- **Viscosidad:** relacionada con el tamaño de la molécula y la temperatura de administración. Una elevada viscosidad determina un enlentecimiento de la circu-

lación a nivel capilar y mayor irritación del endotelio. La viscosidad disminuye al inyectar la sustancia a una temperatura cercana a los 37 °C.

- Mínima unión a proteínas y **farmacológicamente inertes**.
- **Rápida y total eliminación**.

Atendiendo a sus propiedades químicas, los medios de contrastes pueden ser clasificados según se describe en la **Tabla 2**.

TABLA 2. Clasificación de los medios de contrastes.

CLASIFICACIÓN			ÁTOMOS DE YODO OSMOLARIDAD (mOsm/kg)	PRINCIPIO ACTIVO/ NOMBRE COMERCIAL
HIDROSOLUBLES MOLÉCULA BÁSICA: ÁCIDO BENZOICO TRIYODADO	IÓNICOS	Monómeros Poco utilizados por su alta osmolaridad.	Átomos de yodo: 3 Osmolaridad alta: 1710	Ioxitalamato de meglumina / (Telebrix®)
		Dímeros Bien tolerados.	Átomos de yodo: 6 Osmolaridad baja: 600	Ioxaglato de meglumina/ (Hexabrix®)
	NO IÓNICOS	Monómeros Escasa unión a proteínas plasmáticas. Los más utilizados.	Átomos de yodo: 3 Osmolaridad baja: 616, 640, 630, 695, 726	Iopamidol / (Iopamiron®) Iohexol / (Omnipaque®) Ioversol / (Optiray®) Iobitridol /(Xenetix®) Iomeprol / (Iomeron®) Iopromida / (Ultravist®)
		Dímeros Osmolaridad semejante a la sangre.	Átomos de yodo: 6 Isoosmolar: 290	Iodixanol / (Visipaque®)
LIPOSOLUBLES	Ésteres etílicos de los ácidos grasos yodados del aceite de adormidera (lipiodol). Buena tolerancia. Absorción muy lenta. Uso muy escaso.			

Fuente: elaboración propia.

Los contrastes no iónicos son mejor tolerados, poseen menor incidencia de reacciones adversas, pero suelen ser más costosos.

En las unidades de hemodinámica y cardiología intervencionista se administran a diario medios de contraste a miles de pacientes. Las enfermeras necesitan, por lo tanto, conocer sus indicaciones, mecanismos de acción, contraindicaciones, efectos adversos, vías de administración y su relación con los antecedentes de cada paciente. Son los profesionales responsables de evaluar y documentar el estado del paciente, proporcionar información al paciente y a su familia en relación con el procedimiento ra-

diológico, así como de la administración de medicamentos, contrastes u otros tipos de sustancias por vía intravenosa. Esta información debe ser de calidad, ajustada a sus conocimientos y nivel socio-cultural, clara y simple. La aceptación por parte del paciente debe quedar plasmada en el consentimiento informado.

Aunque los contrastes no son medicamentos en sentido estricto, una vez administrados se comportan como tales. La Organización Mundial de la Salud define la reacción adversa tras la aplicación de un medicamento como "aquella reacción nociva y no deseada que se presenta después de la administración a dosis utilizadas normalmente en la especie humana para la profilaxis, diagnóstico o tratamiento de una enfermedad o para la modificación de cualquier función fisiológica".

Las reacciones adversas a medios de contraste pueden ser[5,6]:

- Reacciones **yodosincráticas:** de tipo anafiláctica o pseudoanafilácticas; son independientes de la dosis administrada y de la concentración del producto.
- Reacciones **no yodosincráticas o quimiotóxicas:** dependientes de las propiedades fisicoquímicas del producto utilizado. Tiene que ver con la osmolaridad, la capacidad de ionización del preparado y la dosis suministrada.
- Reacciones **mecánicas:** son las que corresponden a la extravasación del medio de contraste hacia los tejidos blandos adyacentes. El daño de los tejidos ocurre por hiperosmolaridad, ionicidad, viscosidad, lesión citopática directa y efecto compresivo. La generalización del uso de inyectores de contraste ha aumentado la incidencia de extravasaciones y del volumen extravasado situándolas entre el 0,1% y el 1,2%[7].
- **Nefrotóxicas:** es de especial relevancia mencionar la **nefropatía inducida por contraste (NIC)** como el efecto adverso más común asociado a la administración de contraste yodado. Se define como la reducción de la función renal en los 2-3 días siguientes a la administración del contraste, sin identificar otra causa. Suelen ser autolimitadas y transitorias[8].

Entre los factores de riesgo para el desarrollo de NIC, relacionados con el paciente, destacan la enfermedad renal crónica (ERC), especialmente la nefropatía diabética (ND), alteración de la función renal (nivel de creatinina sérica ≥ 1,5 mgr/dl), insuficiencia cardiaca (IC), hipovolemia e inestabilidad hemodinámica; mientras que para aquellos relacionados con el procedimiento podemos mencionar la dosis y tipo de medio de contraste yodado, y el tipo de procedimiento (intraarterial vs intravenoso, diagnóstico vs intervencionista). En pacientes sin factores de riesgo, particularmente sin ERC, la posibilidad de desarrollar NIC se hace despreciable, alcanzando frecuencias inferiores al 1%. Sin embargo, en presencia de ERC y diabetes mellitus (DM), el riesgo puede llegar a valores tan altos de hasta de un 10% a un 30%[9].

PROFILAXIS[6,8]

- Evitar o corregir la condición de hipovolemia: hidratación intravenosa antes y después del estudio.

- Utilizar la menor dosis de medio de contraste yodado posible, que esta sea efectiva y evitar estudios repetidos o espaciándolos.
- Evitar fármacos nefrotóxicos al menos 24 horas antes del estudio tales como los AINE. La evidencia no apoya la suspensión en el momento del procedimiento de los IECA/ARA-II.
- Recomendación de suspender la metformina antes del procedimiento, no porque aumente la nefrotoxicidad, sino por el riesgo de agravar la acidosis metabólica si se establece la NIC.
- Para los pacientes en riesgo que requieran imprescindiblemente un estudio diagnóstico o terapéutico con contraste yodado, se recomienda el uso de solución salina al 0,9% por vía intravenosa, siempre que no haya una contraindicación a la expansión de volumen. La propuesta es de administrar 3 ml/kg/hora en pacientes ambulatorios la hora previa al estudio y 1-1,5 ml/kg/ hora durante 4-6 horas posprocedimiento (6 ml/kg en total posprocedimiento).
- Otras medidas propuestas para disminuir el riesgo, tales como la administración de fluidos guiado por la presión de fin de diástole de ventrículo izquierdo, el uso de bicarbonato, carga oral de solución de cloruro de sodio, uso de acetilcisteína, terapias de reemplazo renal, uso de estatinas, diuréticos o manitol, etc., han reportado mínimos o ningún beneficio. Los estudios han sido inconcluyentes o contradictorios[10].
- El uso del RenalGuard® se ha asociado a un menor riesgo de NIC sin diferencias significativas en el riesgo de terapia de reemplazo renal (TRR), mortalidad hospitalaria y MACE (combinación de eventos de muerte cardiaca, infarto de miocardio y revascularización de la lesión diana) a 30 días[11].

CÁLCULO DE LA DOSIS MÁXIMA DE CONTRASTE RECOMENDADA (MCAD)

Según validación realizada en el estudio Does Safe Dosing of Iodinated Contrast Prevend Contrast-Inducen Acute Kidney Injury[12], la dosis máxima de contraste recomendada se puede calcular aplicando la siguiente formula:

$$\text{MCAD} = \frac{\text{5 cc contraste x peso (kg)}}{\text{Creatinina sérica } \left(\frac{\text{mgr}}{\text{dl}}\right)}$$

De tal manera que, para un paciente de 100 kg de peso y con una creatinina de 1, la MCAD es de 500 ml; para el mismo paciente de 100 kg de peso, pero con una creatinina de 1,9, la dosis máxima sería de 263 ml.

En dicho estudio se reporta que por cada 100 ml de contraste que supera la MCAD, se incrementa en un 12% el riesgo de NIC.

PAUTAS DE ACTUACIÓN ANTE SITUACIONES ESPECIALES[9,10]

- **Embarazo:** depresión tiroidea como efecto adverso más importante sobre el feto.
- **Lactancia:** se aconseja evitarla durante las 24-48 horas siguientes a la administración.
- **Interacción con otras drogas:** destacar la metformina (ADO), siendo recomendable interrumpirla 48 horas tras su administración en diabéticos sin insuficiencia renal y, si la tienen, retirarla 48 horas antes hasta 48 horas después.
- Pacientes alérgicos o con sospecha de alergia a contrastes yodados.

Además de los efectos colaterales tóxicos descritos, los contrastes yodados pueden producir reacciones de hipersensibilidad, y aunque la incidencia es baja (0,03%-3%), hay que tener en cuenta que debido a la cantidad de exploraciones en las que se utilizan, el número de reacciones de hipersensibilidad anuales se ha incrementado alcanzando cifras de 225.000 casos[13]; y aunque la mayoría son leves, 30.000 de ellas pueden ser graves, con posibilidad de presentarse más de 70 fallecimientos. Tradicionalmente cuando un paciente refiere una posible reacción a un medio de contraste, la recomendación habitual era evitar una nueva administración; en la actualidad, con los nuevos medios de contraste que se disponen, se suele aplicar un protocolo de premedicación con antihistamínicos y corticoides. No obstante, la aparición de reacciones adversas a los medios de contraste yodados no puede evitarse completamente a pesar de la premedicación. Administrar la profilaxis disminuye la tasa general de recurrencia, mayoritariamente de las reacciones leves, pero su eficacia en disminuir las moderadas y severas no ha sido demostrada. El cardiólogo intervencionista debe valorar cuidadosamente el balance riesgo/beneficio, sobre todo en pacientes con antecedentes de reacción adversa previa grave[13,14].

Según el grado de repercusión clínica, las reacciones a los medios de contraste se pueden clasificar en tres grados **(ver Tabla 3)**.

TABLA 3. Clasificación de las reacciones a los contrastes, síntomas, signos y tratamiento.

TIPO DE REACCIÓN	INCIDENCIA	SÍNTOMAS Y SIGNOS	TRATAMIENTO
Reacciones menores o leves	Son las más frecuentes (99% del total). Corta duración.	Calor generalizado. Náuseas y vómitos. Mareos. Ansiedad. Rubor facial.	No precisan tratamiento. Observación del paciente. Ceden espontáneamente a los pocos minutos.
Reacciones intermedias o moderadas	Representan el 1% del total.	Urticaria difusa. Broncoespasmo de poca intensidad. Vómitos persistentes. Hipotensión de escasa duración. Taquicardia. Temblores. Enrojecimiento y edema facial.	Tratamiento sintomático: antihistamínicos, corticoides, antieméticos, sueroterapia, atropina, oxígeno. Aparición minutos después de la administración del medio de contraste.

TIPO DE REACCIÓN	INCIDENCIA	SÍNTOMAS Y SIGNOS	TRATAMIENTO
Reacciones mayores o graves	Potencial letal importante. Representan el 0,1% del total.	Urticaria generalizada. Hipotensión grave. Edema pulmonar. Edema laríngeo. Broncoespasmo severo. Alteraciones del ritmo cardiaco. Convulsiones. Coma. Shock y PCR.	Adrenalina EV. Oxigenoterapia. Fluidos EV. Vasopresores. Maniobras avanzadas de resucitación cardiopulmonar.

Toda reacción adversa debe quedar reflejada en la historia clínica del paciente y debe incluir cantidad y tipo de contraste administrado, síntomas y signos que presentó el paciente y tratamiento aplicado.

4. ANTICOAGULANTES

El tratamiento anticoagulante constituye una de las bases de las terapias antitrombóticas en los laboratorios de hemodinámica durante las intervenciones de revascularización percutánea y en los procedimientos estructurales[15]. Su finalidad es prevenir las probables complicaciones trombóticas asociadas a la activación de la cascada de la coagulación desencadenada por la ruptura o erosión de placas arterioscleróticas y por el uso de diversos materiales en los procedimientos coronarios (catéteres y guías) y estructurales (válvulas, clips, etc.)[16].

El propósito fundamental del sistema de coagulación[17] es generar fibrina (por la acción de la trombina que transforma el fibrinógeno en fibrina) y así fijar el coágulo. La activación secuencial de los factores de coagulación cuenta con múltiples mecanismos de retroalimentación que contribuyen al incremento de su eficacia. Este conjunto abarca los factores II, VII, IX y X, junto con las dos principales proteínas anticoagulantes: proteína C y proteína S. Este proceso tiene lugar principalmente en el hígado y en el endotelio vascular, y precisa de la vitamina K para su óptimo funcionamiento.

Hay dos vías que dan comienzo al proceso de coagulación[17,18] **(ver figura 1)**:

- **Vía extrínseca:** tras la rotura de la placa aterosclerótica, se exponen células que contienen el factor tisular (FT). Esta vía es la ruta principal de la cascada de coagulación y marca el comienzo del proceso de creación del trombo en la mayoría de los eventos.
- **Vía intrínseca o por contacto:** posee una relevancia fisiológica generalmente menor, sin embargo, tiene un papel primordial en nuestro día a día ya que es la que provoca la trombosis en catéteres, stents y válvulas cardiacas mecánicas.

También, en el marco del sistema de coagulación, el organismo humano cuenta con diversos mecanismos de regulación que ejercen un efecto anticoagulante. Estos me-

canismos fisiológicos mantienen la fluidez de la sangre en el sistema circulatorio y restringen la formación de trombos. Entre ellos se incluyen[19]: la antitrombina III, el inhibidor de la vía del factor tisular (IVFT) y la proteína C y su cofactor, la proteína S.

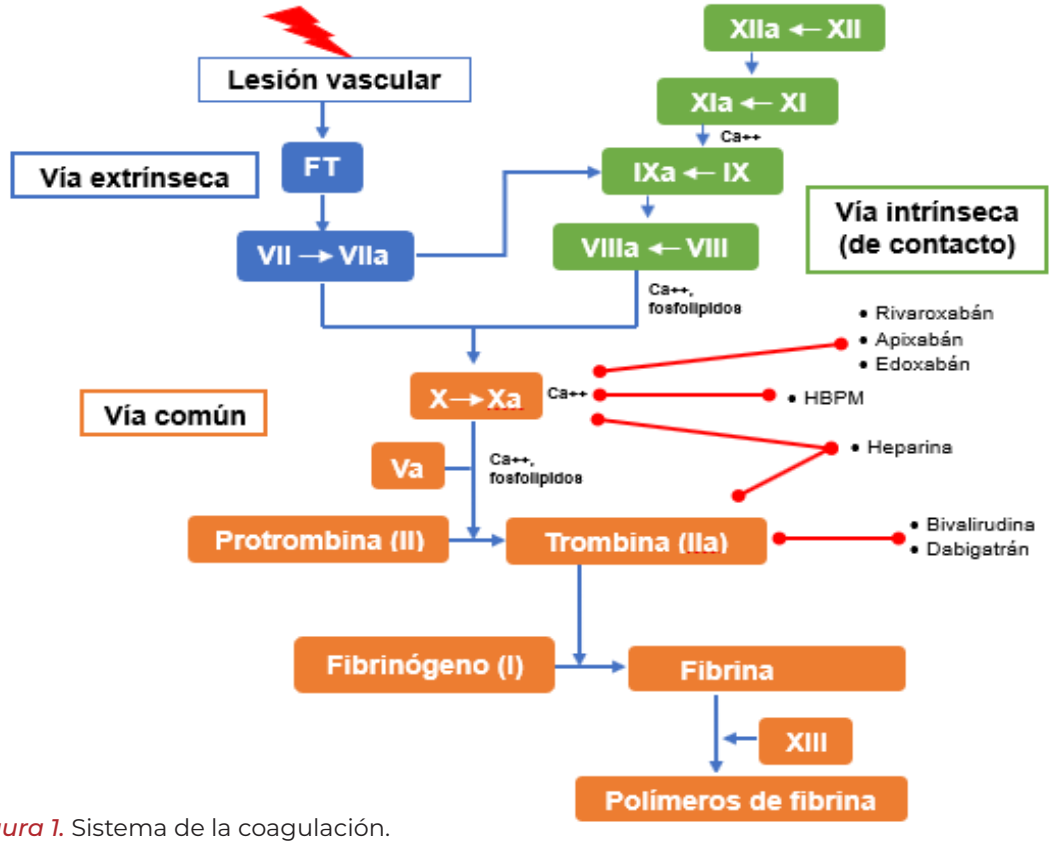


Figura 1. Sistema de la coagulación.

Modelo clásico en cascada de la coagulación (MacFarlane).
Inicia su proceso con dos vías diferentes: la vía extrínseca (desencadenada por la liberación del factor tisular después de una lesión vascular) y la vía intrínseca (activada por la interacción con dispositivos). Ambas vías se concentran en la vía común y están interconectadas, ya que el factor VIIa puede activar el factor IX. La cascada de coagulación culmina en la generación de trombina que impulsa la formación de fibrina para estabilizar el trombo. Se observa la ubicación de la acción de los fármacos anticoagulantes más destacados.

Durante las intervenciones de revascularización percutánea y en previsión de la trombosis, se administran anticoagulantes. El anticoagulante de uso más común es la heparina. El uso de otros fármacos, como los antiagregantes plaquetarios intravenosos se limitan a situaciones determinadas. En los procedimientos prolongados, se controla la coagulación con el método del tiempo de coagulación activado (ACT).

Los fármacos anticoagulantes[15,16] más empleados son los reflejados en la **Tabla 4**.

TABLA 4. Fármacos anticoagulantes en hemodinámica.

FÁRMACO		LUGAR ACCIÓN	PRESENTACIÓN	DOSIS Y VÍA ADMINISTRACIÓN
ANTICOAGULANTES VÍA PARENTERAL	**Heparina no fraccionada (HNF)**	Trombina (IIa) y factores Xa, IXa, XIa y XIIa	Viales de 5000 UI (1000 UI/ml) y de 25000 UI (5000 UI/ml)	IV, intraarterial Según peso ICP: 70-100 UI/kg
		Inicio rápido Vida media corta: 60-90 min Monitorización efecto con ACT y TTPa Antídoto: sulfato de protamina		
	Heparina de bajo peso molecular (HBPM)	Factor Xa	Jeringas precargadas en dosis de mg/ml	SBC e IV.
		No precisa control de monitorización. Vida media en administración SBC 4-7 horas		
	Inhibidores directos de la trombina (bivalirudina)	Trombina IIa	Viales de 50 mg	IV (bolo y PC) Vida media: 25 min
ANTICOAGULANTES ORALES	**Antagonistas de la vitamina K**	Inhiben la síntesis de las proteínas de la coagulación dependientes de la Vit K	**Warfanina (Aldocumar®)** Comprimidos 1, 3, 5 y 10 mg	VO Vida media: 40 horas
			Acenocumarol (Sintron®) Comprimidos 1 y 4 mg	VO Vida media: 8 horas
		Precisa monitorización con el tiempo de protombina (INR). Vigilar cambios en la dieta, especialmente consumo alimentos ricos en Vit K. Antídoto: Vit K.		
	Anticoagulantes orales directos (ACOD o NACO)	Inhibidor directo de la trombina	**Dabigatrán (Pradaxa®)** Comprimidos 75, 110 y 150 mg	VO Vida media: 12-17 horas
		Inhibidor del factor Xa	**Rivaroxabán (Xarelto®)** Comprimidos 10, 15 y 20 mg	VO Vida media: 5-9 horas
			Apixabán (Eliquis®) Comprimidos 2,5 y 5 mg	VO Vida media: 12 horas
			Edoxabán (lixiana®) Comprimido 15, 30 y 60 mg	VO Vida media: 10-14 horas
		No requieren control de anticoagulación Suspensión anticoagulación previo intervencionismo o cirugía: 24-72 horas para el dabigatrán y 24-48 horas el resto dependiendo factores riesgo trombótico		

Fuente: elaboración propia. **ACT:** tiempo de coagulación activada. **IM:** intramuscular. **IV:** intravenosa. **kg:** kilogramos. **mg:** miligramos. **ml:** mililitros. **SBC:** subcutánea. **TTPa:** tiempo de tromboplastina parcial activada. **UI:** unidades internacionales. **Vit:** vitamina. **VO:** vía oral.

La heparina no fraccionada (HNF) es el fármaco más comúnmente utilizado en nuestro país durante las intervenciones coronarias percutáneas debido a su facilidad de administración, su reducido costo, la capacidad para medir rápidamente su efecto anticoagulante y la disponibilidad de antídoto.

Tras el ICP los pacientes deben recibir doble terapia antiagregante para evitar la trombosis del stent. Los pacientes que previamente están anticoagulados o precisan anticoagulación con ACOD o NACO y que no pueden suspenderlos por el riesgo de eventos trombóticos, precisan de una adecuada y estrecha vigilancia ya que deben sumar el riesgo asociado de eventos hemorrágicos al recibir además la doble terapia antiagregante. Las guías de práctica clínica y las escalas e instrumentos de valoración de riesgo de sangrado sirven de apoyo para individualizar el tratamiento, minimizando el riesgo del paciente a sufrir un evento trombótico o hemorrágico.

Se describen las siguientes recomendaciones y sugerencias acerca de la terapia antitrombótica tras el ICP en pacientes que requieren anticoagulación oral a largo plazo[20,21,22,23]:

- Uso de ACOD en pacientes con fibrilación auricular, a menos que presenten una válvula protésica mecánica o una estenosis mitral moderada o severa, en cuyo caso se considera otra opción.
- Minimizar el tiempo de tratamiento antitrombótico triple (TATT).
- Valorar el inicio de una terapia antitrombótica doble después de la ICP con anticoagulantes orales junto con un solo antiagregante, en lugar de seguir el TATT.
- Después del inicio de TATT, las pautas más actuales sugieren mantener una terapia doble (anticoagulantes orales y un antiagregante) durante un máximo de 6 meses después de la ICP en el síndrome coronario crónico (SCC) y hasta 12 meses en el caso de síndrome coronario agudo (SCA). No obstante, es importante personalizar el equilibrio individual de riesgos para cada paciente.
- En términos generales, es recomendable abstenerse de disminuir la dosis de manera inapropiada de los ACOD cuando no se cumplen los criterios establecidos en la ficha técnica, ya que esto podría aumentar el riesgo de eventos tromboembólicos.
- Puede contemplarse la suspensión de los medicamentos antiagregantes a los 12 meses después de la ICP y mantener la anticoagulación oral. No obstante, se analiza la posibilidad de continuar con al menos un antiagregante, de acuerdo con el riesgo isquémico de cada paciente.

5. ANTAGONISTAS DE LOS RECEPTORES DE LA GLICOPROTEÍNA IIB/IIIA

Las plaquetas, liberadas en la circulación desde la médula ósea, tienen una vida útil de 7 a 10 días. En respuesta a una lesión vascular, se adhieren a la matriz expuesta y liberan sustancias que reclutan más plaquetas que se agregan en el lugar dañado.

Además, promueven la síntesis de trombina, conduciendo a la formación de fibrina y contribuyendo así al proceso de coagulación[24].

La glicoproteína IIb/IIIa (GPIIb/IIIa) desempeña un papel importante en la regulación de la adhesión y agregación plaquetaria durante la hemostasia.

Se pueden considerar dos tipos o familias de fármacos antagonistas de la GP IIb/IIIa: los que bloquean de forma permanente los receptores plaquetarios y los que los inhiben de forma competitiva y reversible, siendo su efecto dependiente de la concentración plasmática.

Su indicación se limita a procedimientos intervencionistas que involucran un alto riesgo de formación de coágulos sanguíneos. La forma de administración es de un bolo seguido de una infusión prolongada (12-18 horas posprocedimiento). Precisan de un ajuste de dosis individualizada según el peso y la función renal.

En la práctica actual y debido a la disponibilidad de potentes fármacos antiagregantes orales, es común administrar únicamente el bolo o una infusión de corta duración.

Actualmente se disponen de tres inhibidores de la GP IIb/IIIa[1,25,26]: abciximab (Reopro®), eptifibatide (Integrilin®) y tirofibán (Agrastat®) **(ver Tabla 5)**.

TABLA 5. Antagonistas de la glicoproteina IIb/IIIa.

FÁRMACO	VIDA MEDIA	EFECTO	BOLO	PERFUSIÓN (18 H)
Abciximab (Reopro®)	10-30 min	Vida del *pool* de plaquetas	0,25 mg/kg	0,125 µg/kg/min (hasta un máximo de 10 µg/min)
	Retirado del mercado			
Eptifibatide (Integrilin®)	2,5 h	4 horas tras suspensión perfusión	Doble bolo de 180 µg/kg	2 µg/kg/min
Tirofibán (Agrastat®)	2 h	4-8 horas	25 µg/kg	0,15 µg/kg/min

Fuente: elaboración propia. kg: kilogramos. h: horas. min: minutos. mg: miligramos. µg: microgramos.

En décadas pasadas, el uso de los antagonistas de la GP IIb/IIIa era generalizado debido a su comprobado beneficio en la reducción de eventos isquémicos, especialmente en pacientes de alto riesgo. No obstante, esta eficacia se basaba principalmente en estudios que no incorporan de manera rutinaria los inhibidores orales del receptor P2Y12, lo que no refleja la práctica actual[15]. En consecuencia, el uso de los antagonistas GP IIb/IIIa ha disminuido significativamente principalmente debido al riesgo de complicaciones hemorrágicas asociadas. Actualmente se recomienda su uso principalmente como medida de *bail-out* (de rescate) para tratar complicaciones trombóticas durante el procedimiento[25,26].

6. ANTIAGREGANTES ORALES: CLOPIDOGREL, PRASUGREL, TICAGRELOR, CANGRELOR (IV)

Los eventos cardiovasculares son debidos principalmente a procesos trombóticos y ateroescleróticos.

Las plaquetas constituyen un pilar fundamental en la progresión y desestabilización de la placa de ateroma en el síndrome coronario agudo (SCA), es por ello por lo que la terapia antiagregante es importante en la fase aguda y crónica de la cardiopatía isquémica[27] **(ver figura 2)**.

Un antiagregante plaquetario es un fármaco cuyo principal efecto es inhibir el funcionalismo de las plaquetas, evitando así su agregación y la formación de trombos en el interior de los vasos sanguíneos. Un antiagregante debe cumplir dos requisitos: inhibir las vías de activación plaquetaria y estimular las de inhibición[28,29,30,31].

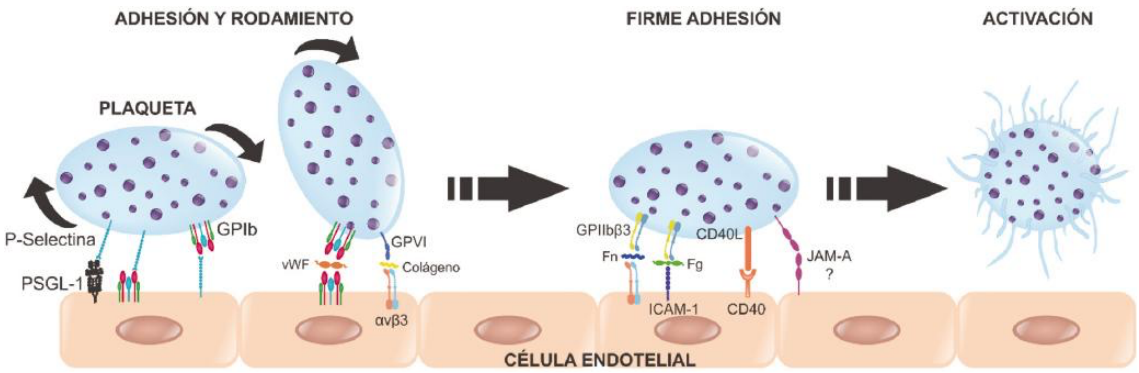


Figura 2. Activación plaquetaria.

Fuente: Custodio-Chablé Santiago J., Lezama Ruth A., Reyes-Maldonado Elba. La activación plaquetaria como factor desencadenante de la inflamación y la ateroesclerosis. *Cir. cir.* [revista en la Internet]. 2020; 88(2): 233-243.

Existen tres tipos de antiagregantes plaquetarios:

- **Inhibidores de la adhesión plaquetaria.**
- **Inhibidores de la activación plaquetaria.**
  - ✓ Inhibidores de la ciclo-oxigenasa (COX): ácido acetil-salicílico (AAS).
  - ✓ Inhibidores de receptores de adenosín difosfato (ADP): interactúa con los receptores ADP que están presentes en las plaquetas (P2Y1, P2Y12, P2X1). Destaca el Clopidogrel, Prasugrel y Ticagrelor.
- **Antagonistas del receptor glicoproteína IIb/IIIa** (ya expuestos en el apartado anterior).

Las guías de práctica clínica (GPC) proponen algoritmos de tratamiento combinados según las comorbilidades y las características personales y sociales de los pacientes que recomiendan la utilización de unos u otros **(ver figura 3)**.

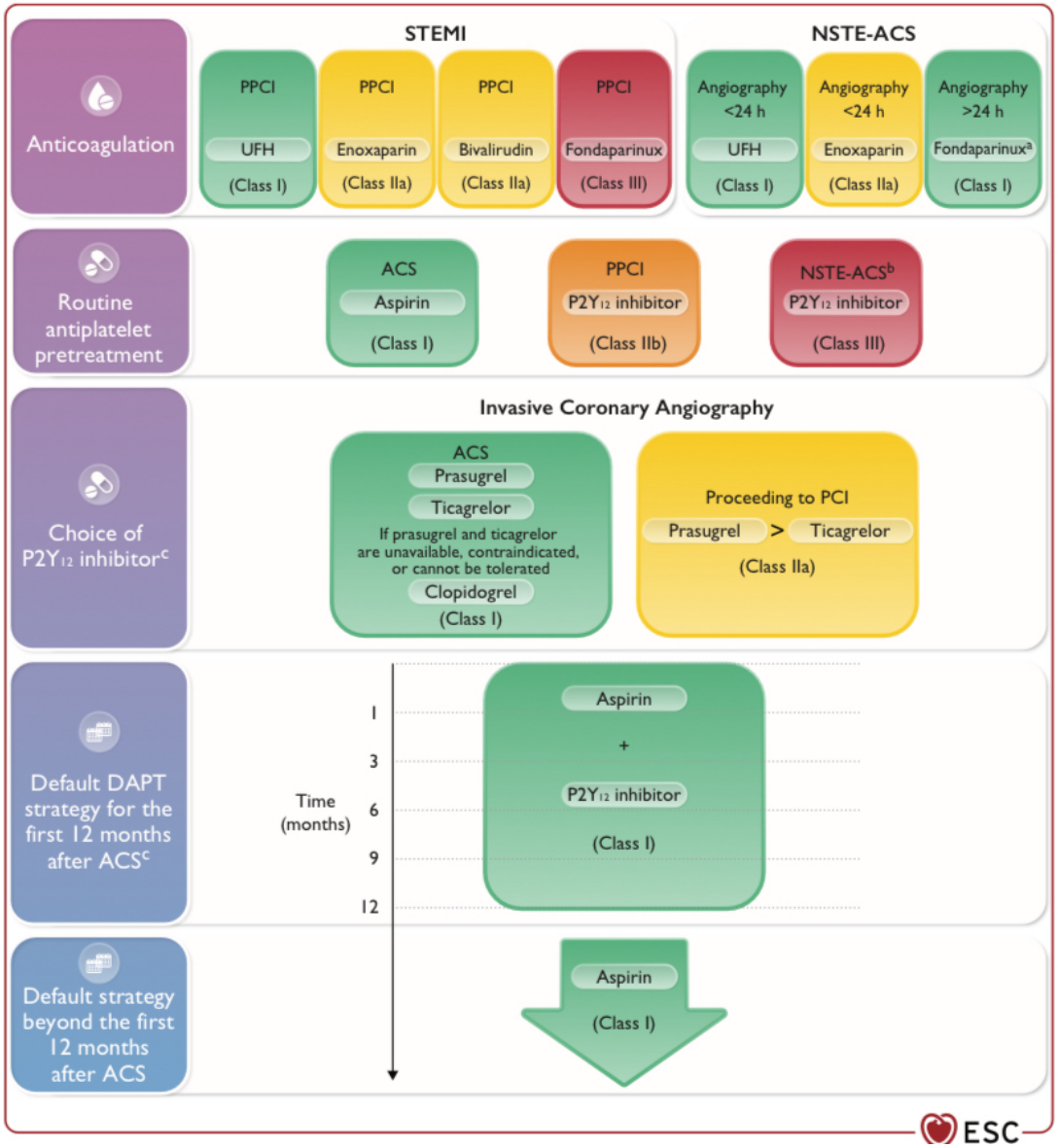


Figura 3. Algoritmo de la terapia antiagregante en el SCA sin indicación de anticoagulación oral.

Fuente: Byrne RA, *et al*. 2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes. **ACS:** síndrome coronario agudo, **DATP:** terapia dual antiplaquetaria, **HBR:** alto riesgo sangrado, **NSTE-ACS:** síndrome coronario agudo sin elevación ST, **PCI:** intervencionismo coronario percutáneo, **PPCI:** intervencionismo coronario percutáneo primario, **UHF:** heparina no fraccionada.

Los fármacos antiagregantes plaquetarios de uso habitual en nuestro medio son **(ver Tabla 6)**:

TABLA 6. Principales antiagregantes plaquetarios.

FÁRMACO	PRESENTACIÓN	VÍA Y DOSIS
AAS	Comprimidos de 100, 300 y 500 mg	VO 100 mgr-300mg/día
	Fármaco de elección para la doble terapia antiagregante	
Clopidogrel	Comprimidos de 75 mg y 300 mg	VO Dosis de carga de 300 mg Dosis mantenimiento 75 mg/24 h
	Arsenal de la doble terapia de antiagregación con AAS tras el ICP	
Prasugrel	Comprimidos de 5 mg y 10 mg	VO Dosis de carga de 60 mg, posteriormente 10 mg/24 horas
	Pico de concentración plasmática a los 30 min No se recomienda el uso de Prasugrel en pacientes > 75 años	
Ticagrelor	Comprimidos de 90 mg	VO Dosis de carga de 180 mg, posteriormente 90 mg/12 horas
	Suspender el fármaco 5 días antes de intervención quirúrgica	
Cangrelor	Viales de 50 mg	IV Bolo IV de 30 µg /kg continuando con PC a 4 µg/kg/min
	Semivida de 3-6 min, recuperando la función plaquetaria 60 min tras finalizar la perfusión	

Fuente: elaboración propia. **AAS:** ácido acetilsalicílico. **ICP:** intervencionismo coronario percutáneo. **IV:** intravenoso. **kg:** kilogramos. **mg:** miligramos. **min:** minutos. **µg:** microgramos. **PC:** perfusión continua. **VO:** vía oral.

7. TESTS FARMACOLÓGICOS EN HEMODINÁMICA: EPOPROSTENOL, SILDENAFILO Y ÓXIDO NÍTRICO. ADENOSINA, ACETILCOLINA

Los dos grupos principales de test farmacológicos más habituales en las salas de hemodinámica son los **test farmacológicos para el estudio de la hipertensión pulmonar y los test para el estudio de la fisiología coronaria**.

Aunque estos test no se realizan en todos los centros ni de forma sistemática, es importante conocer sus principales características y peculiaridades.

7.1 TEST FARMACOLÓGICOS PARA EL ESTUDIO DE LA HIPERTENSIÓN PULMONAR (HP). TEST DE VASORREACTIVIDAD PULMONAR: ÓXIDO NÍTRICO, EPOPROSTENOL, SILDENAFILO Y ADENOSINA

La guía de práctica clínica para el diagnóstico y tratamiento de la hipertensión pulmonar elaborada por expertos multidisciplinares establece el cateterismo cardiaco derecho (CCD) como prueba diagnóstica obligada para confirmar el diagnóstico de hipertensión arterial pulmonar, para valorar la severidad del impacto hemodinámico y medir la vasorreactividad de la circulación pulmonar. Durante el estudio debe medirse, basal y posmedicación, los siguientes parámetros: frecuencia cardiaca (FC), presión aurícula derecha (PAD), presión arterial pulmonar (PAP) (sistólica, diastólica y media), presión de enclavamiento capilar pulmonar (PCP), gasto cardiaco (GC), presión arterial (PA), resistencia vascular pulmonar (RVP) y sistémica (RVS), saturación arterial y venosa mixta (sangre contenida en la arteria pulmonar que todavía no se ha oxigenado)[32].

TABLA 7. Definición hipertensión arterial pulmonar.

DEFINICIÓN HAP
PAP media > 25 mmHg (en reposo) o >30 mmHg (ejercicio)
PCP ≤ 15 mmHg
RVP > 3 mmHg/l/min (unidades Wood)

Fuente: elaboración propia. **HAP:** hipertensión arterial pulmonar. **l:** litros. **mmHG:** milímetros de mercurio. **PAP:** presión arterial pulmonar. **PCP:** presión capilar pulmonar. **RVP:** resistencia vascular pulmonar.

Las pruebas de vasorreactividad pulmonar se realizan durante el CCD para identificar a los pacientes candidatos a tratamiento con dosis altas de bloqueadores de los canales de calcio (BCC), grado de recomendación I y nivel de evidencia C; y solo para pacientes con:

- Hipertensión arterial pulmonar idiopática (HAPI).
- Hipertensión arterial pulmonar heredable (HAPH).
- Hipertensión arterial pulmonar inducida por drogas o tóxicos (HAPD)[33].

El objetivo de los test de vasorreactividad pulmonar es analizar la respuesta de las presiones pulmonares a agentes vasodilatadores selectivos. El test debe realizarse con fármacos de acción inmediata, seguros y fáciles de administrar, que generen efectos sistémicos escasos o nulos. Como primera opción se utiliza el **óxido nítrico** inhalado (NOi); también se puede realizar con **epoprostenol** intravenoso, **adenosina** intravenosa o **sildenafilo** vía oral **(ver Tabla 8)**.

Para la realización del test de vasorreactividad es necesario monitorizar de forma invasiva las presiones del lecho pulmonar (catéter Swan Ganz), medir las presiones y saturaciones en situación basal e iniciar la administración del vasodilatador seleccionado a dosis inicialmente bajas, e ir aumentando las dosis de forma progresiva. Después de cada incremento de dosis se deben registrar nuevamente las presiones,

la saturación arterial y venosa mixta, realizar la determinación del gasto cardiaco (GC) y del gradiente transpulmonar (GTP). Repetir todas las mediciones al finalizar el procedimiento.

TABLA 8. Vía de administración, vida media, gamas de dosis, incremento de dosis y duración de la administración de los fármacos más frecuentes usados para los test de vasorreactividad pulmonar.

FÁRMACO	VÍA	VIDA MEDIA	RANGO DE DOSIS	INCREMENTO DE DOSIS	DURACIÓN	CLASE	NIVEL
Óxido nítrico	Inh	15-30 s	10 - 20 ppm	—	5 min	I	C
Epoprostenol	iv	3 min	2 - 12 ng/kg/min	2 ng/kg/min	10 min	I	C
Adenosina	iv	5-10 s	50 - 350 µg/kg/min	50 µg/kg/min	2 min	IIa	C

Una respuesta aguda positiva se define como una reducción de la PAPm ≥ 10 mmHg para alcanzar un valor absoluto de PAPm ≤ 40 mmHg con un GC invariable o aumentado[32].

Los test de vasorreactividad que incluyen incremento de dosis de fármacos deben interrumpirse en los siguientes casos:

- Cuando se alcanza una respuesta positiva.
- Cuando se alcanza dosis máxima recomendable.
- Cuando aparecen efectos secundarios no tolerables.
- Cuando la presión arterial sistólica disminuye más del 30% de la inicial o es inferior a 85 mmHg.
- Cuando la frecuencia cardiaca aumenta un 40% más de la basal o es mayor a 100 lpm.
- Cuando aparece bradicardia o hipotensión sintomática.

Óxido nítrico (NO)

Aunque la principal acción del óxido nítrico (NO) es la vasodilatación, también actúa como inhibidor de la agregación y la adhesión plaquetaria y leucocitaria y de la defensa no específica del organismo; además es neurotransmisor, antioxidante, antiinflamatorio, antiproliferativo y tiene efectos antibacterianos[34]. Es el más seguro de los vasodilatadores de acción rápida, ya que se inactiva por la hemoglobina de los capilares pulmonares y, por lo tanto, tiene mínimos efectos sobre la circulación sistémica.

Se almacena comprimido en cilindros de aluminio en nitrógeno puro y se administra mediante mascarilla facial con válvula unidireccional a partir de la mezcla de NO/O_2. Es obligatorio monitorizar el final de la rama inspiratoria, la concentración de NO, NO_2 (dióxido de nitrógeno, resultado de la reacción del NO con el O_2) y también de O_2. El monitor debe disponer de alarmas para los tres gases.

Las formas farmacéuticas de NO inhalado (NOi) proporcionan el sistema homologado para la administración y la monitorización. Existen en el mercado, consolas específicas para la administración de NOi (INOmax DSIR®) **(ver figura 4)**.



Figura 4. INOmax® con su consola INOmax DSIR®.

Imagen digital disponible en https://www.inomax.com/delivery-systems/

Prueba de vasorreactividad pulmonar con NOi

El óxido nítrico se administra por inhalación (mascarilla ajustada o tubo endotraqueal) a una dosis de 10-20 partes por millón (ppm). La gran ventaja de este fármaco es que la prueba puede realizarse en 5-10 min y prácticamente sin efectos secundarios.

El personal de enfermería de las unidades de hemodinámica debe familiarizarse con el funcionamiento de las consolas para la administración del NOi para poder realizar la prueba en condiciones de seguridad y calidad.

El procedimiento se inicia con los registros basales de las presiones y saturaciones, tras las cuales se administra el NOi, con monitorización continua de FC y presiones; a los 10 min de inhalación de NOi, se debe volver a calibrar los transductores de presión y tomar nuevamente todas las presiones y saturaciones según se muestra en la **Tabla 9**.

Se recomienda no detener la administración de la mezcla hasta haber obtenido todos los datos requeridos, ya que el NO tiene una vida media muy corta y puede finalizar su efecto en el tiempo invertido en tomar las muestras.

Durante el procedimiento, el personal vigilará la presencia de posibles efectos secundarios, que principalmente son: hipotensión y producción de NO_2.

TABLA 9. Hoja de registro del test de vasorreactividad con NOi.

TEST DE VASORREACTIVIDAD CON ÓXIDO NÍTRICO INHALADO									
	PA sistólica	PAPs	PAPd	PAPm	PEP	Sat O_2Ao	Sat O_2AP	GC	GTP (PA-Pm-PEP)
BASAL									
POST NOi									

Fuente: elaboración propia. **GC:** gasto cardiaco. **GTP:** gradiente de presión transpulmonar. **NOi:** óxido nítrico inhalado. **PA:** presión arterial. **PAPd:** presión arterial pulmonar diastólica. **PAPm:** presión arterial pulmonar media. **PAPs:** presión arterial pulmonar sistólica. **PEP:** presión enclavada pulmonar. **SatO_2 Ao:** saturación de oxígeno aorta. **SatO_2 AP**: saturación de oxígeno arteria pulmonar.

Epoprostenol

La sal monosódica de epoprostenol es una prostaglandina natural producida por la capa íntima de los vasos sanguíneos.

El epoprostenol es el inhibidor de la agregación plaquetaria más potente conocido, además de un potente vasodilatador pulmonar y sistémico por efecto de su unión a los receptores vasculares de prostaglandinas.

Sus efectos hemodinámicos más relevantes incluyen el incremento de la frecuencia cardiaca y del gasto cardiaco y disminución de la PAPm y de las RVP; desapareciendo a los 30 minutos de finalizar la administración.

El epoprostenol para el test de vasorreactividad pulmonar se administra vía intravenosa, distribuyéndose rápidamente desde la sangre a los tejidos.

Presentación y preparación de la solución inyectable intravenosa de epoprostenol

Epoprostenol 0,5 mg polvo y 50 ml solución para perfusión. Cada vial contiene epoprostenol de sodio equivalente a 0,5 mg de epoprostenol. Un ml de solución concentrada reconstituida contiene 10.000 nanogramos de epoprostenol.

Para su preparación y administración hay que tener especialmente en cuenta:

- La reconstitución y dilución se debe realizar inmediatamente antes de su uso.
- Conservar por debajo de 25 °C y protegidas de la luz.
- No usar aquellas soluciones que presenten partículas o decoloración una vez reconstituida.
- No administrar como inyección en bolo.
- Debido a su PH elevado, se debe tener especial precaución durante su administración para evitar la extravasación y el consiguiente daño tisular.

Prueba de vasorreactividad con epoprostenol: búsqueda de dosis de corta duración (infusión aguda)[35]

Este proceso debe realizarse en un hospital con un equipo de reanimación apropiado y con personal entrenado.

Para determinar la velocidad de perfusión de larga duración se requiere un proceso de búsqueda de dosis de corta duración, administrada a través de una línea venosa central o periférica. Se administra a dosis progresivas hasta comprobar una respuesta vasodilatadora positiva, o la aparición de efectos secundarios o bien, alcanzar una dosis máxima sin obtener respuesta **(ver Tabla 10)**.

Los efectos secundarios que nos avisan de mala tolerancia son: cefalea, rubor facial, pesadez epigástrica, náuseas e hipotensión.

TABLA 10. Hoja de registro del test de vasorreactividad pulmonar con epoprostenol con incremento de dosis.

TEST DE VASORREACTIVIDAD CON EPOPROSTENOL									
	PA sistémica	PAPs	PAPd	PAPm	PEPm	$SatO_2$ Ao	$SatO_2$ AP	GC	GTP (PA-Pm-PEPm)
BASAL									
Post 2 ng/kg/min									
Post 4 ng/kg/min									
Post 6 ng/kg/min									
Post 8 ng/kg/min									
Incremento 2 ng/kg/min									

Fuente: elaboración propia. **GC:** gasto cardiaco. **GTP:** gradiente de presión transpulmonar. **ng:** nanogramo. **kg:** kilogramo. **min:** minutos. **NOi**: óxido nítrico inhalado. **PA:** presión arterial. **PAPd:** Presión Arterial Pulmonar diastólica. **PAPm:** presión arterial pulmonar media. **PAPs:** presión arterial pulmonar sistólica. **PEP:** presión enclavada pulmonar. **$SatO_2$ Ao:** saturación de oxígeno aorta. **$SatO_2$ AP:** saturación de oxígeno arteria pulmonar.

Sildenafilo

El sildenafilo pertenece a un grupo de medicamentos denominados inhibidores de la fosfodiesterasa tipo 5 (PDE5).

Las guías de práctica clínica no lo indican como uno de los fármacos de elección para la realización del test vasodilatador.

Para la administración se utiliza la vía sublingual y la dosis administrada es de 100 mg.

La respuesta a su administración debe evaluarse a los 40 min de inicio de la prueba, e igualmente deben registrarse los parámetros hemodinámicos basales y al final del procedimiento.

Adenosina

La adenosina es un nucleósido constituido por adenina y ribosa que se utiliza por vía intravenosa para la conversión a ritmo sinusal de taquicardia supraventricular paroxística (TSVP), incluso la asociada al síndrome de Wolff-Parkinson-White.

La adenosina administrada por vía intravenosa es rápidamente aclarada de la circulación mediante la captación celular. Activa receptores purínicos (receptores adenosina A_1, A_2 de superficie celular), produciendo relajación de musculatura lisa.

El test de adenosina, para la vasorreactividad pulmonar, se realiza mediante la administración endovenosa, en infusión continua de adenosina en dosis crecientes cada 2 minutos a partir de 50 µg/kg/min hasta 250 µg/kg/min. El test se detiene si existen efectos molestos para el paciente tales como cefalea, vómitos o compromiso hemodinámico sistémico (hipotensión o arritmias)[35].

Debe emplearse en medio hospitalario donde se disponga de monitorización electrofisiológica y reanimación cardiorrespiratoria. Los efectos secundarios más frecuentes son disnea, dolor torácico y bradicardia.

Actualmente está considerada como de segunda línea, después de epoprostenol y del óxido nítrico para el test de vasorreactividad pulmonar[36].

7.2. TEST FARMACOLÓGICOS PARA VALORAR LA FISIOLOGÍA CORONARIA

La coronariografía y el cálculo del porcentaje de estenosis por diámetro ha sido el método de referencia para valorar la severidad de una estenosis coronaria. Las limitaciones de la angiografía para la evaluación en un plano, a pesar de las múltiples proyecciones, se han superado mediante la aplicación de una serie de técnicas que aportan información sobre la morfología, distribución y composición de la placa de ateroma tales como ultrasonografía intracoronaria o la tomografía de coherencia óptica[37].

Desde finales del siglo XX, se ha producido un cambio de paradigma en el diagnóstico y el manejo de la enfermedad coronaria debido al interés creciente de determinar funcionalmente la circulación coronaria de manera que hemos pasado de un enfoque basado en la angiografía a una estrategia basada en la isquemia. Para ello, se han desarrollado herramientas tanto invasivas (guías de presión intracoronarias) como no invasivas (índices derivados de la angiografía). La abundante evidencia científica, que avala el uso de índices fisiológicos, ha hecho que la estrategia basada en la isquemia alcance el grado máximo de recomendación en las últimas guías europeas y americanas de revascularización miocárdica[38,39].

El flujo de reserva fraccional (FFR) y el índice diastólico instantáneo sin onda (iFR) son dos de los métodos fisiológicos más utilizados para evaluar la importancia de las

lesiones. El FFR se define como la relación entre el flujo sanguíneo máximo en una región distal a una lesión en comparación con el flujo sanguíneo máximo normal de esa misma arteria. El iFR es la relación instantánea y libre de ondas (en diástole) entre la presión coronaria distal a la lesión coronaria (Pd) y la presión aórtica (Pa). La ventaja potencial del iFR es que obvia el uso de fármacos vasodilatadores porque no requiere un estado de hiperemia máxima.

Estas técnicas requieren instrumentación invasiva coronaria, tiempo, experiencia y en ocasiones la administración de medicación que no siempre es bien tolerada por el paciente.

El uso de adenosina está contraindicado en:

- Hipersensibilidad al principio activo o a alguno de los excipientes.
- Bloqueo auriculoventricular de segundo o de tercer grado, o disfunción del nódulo sinusal, a menos que el paciente lleve un marcapasos artificial normo-funcionante.
- Angina inestable que no haya sido estabilizada con tratamiento médico.
- Hipotensión grave.
- Cuadro de insuficiencia cardiaca descompensada.
- Asma bronquial o enfermedades pulmonares que provoquen broncoespasmo o broncoconstricción.
- Recién nacidos prematuros y neonatos.

Test de adenosina en el estudio de la fisiología coronaria

La adenosina es el agente más empleado para la provocación de la hiperemia en el FFR y puede usarse tanto por vía intravenosa como por vía intracoronaria. Las dosis varían en función de su vía de administración.

La hiperemia se consigue provocando una vasodilatación máxima en los dos componentes de la circulación coronaria: en el vaso epicárdico con nitroglicerina (NTG) intracoronaria y en la microcirculación con adenosina.

Presentación y preparación de la solución inyectable intravenosa de adenosina

La adenosina se presenta en ampollas de 6 mg (Adenocor®) y 100 mg (Atepodín). Ambas presentaciones precisan ser diluidas para administrar de forma intravenosa, en perfusión continua o en forma de bolo intracoronaria **(ver Tablas 11 y 12)**.

TABLA 11. Adenosina IV para el estudio de la fisiología coronaria.

DOSIS DE ADENOSINA INTRAVENOSA COMO AGENTE DE ESTRÉS FARMACOLÓGICO		
Adenocor ®	6 mg/2ml	Diluir dosis 140 mg/kg/min en 2 min
	Cargar en jeringa de 20 ml y completar con suero salino hasta los 20 ml Administrar a razón de 600 ml/h	
Atepodín ®	100 mg/10 ml	Diluir dosis 160 mg/kg/min en 10 min
	Reconstituir el vial liofilizado con 10 ml disolvente y diluir con 40 cc adicionales de suero salino hasta 50 cc volumen total Programar bomba infusión a razón de 4,8 cc/h por kg de peso	

Fuente: elaboración propia. **cc:** centímetros cúbicos. **h:** horas. **kg:** kilogramos. **mg:** miligramos. **ml:** mililitros. **mg:** microgramos.

TABLA 12. Adenosina IC para el estudio de la fisiología coronaria.

DOSIS ADENOSINA INTRACORONARIA COMO AGENTE ESTRÉS FARMACOLÓGICO
Diluir la ampolla de adenosina en 100 cc. Se obtiene una dilución de: • 60 mg/ml Adenocor® • 100 mg/ml Atepodín®
Administrar un bolo a razón de 300 mg para la coronaria derecha o 600 mg para la coronaria izquierda

Fuente: elaboración propia. **cc:** centímetros cúbicos. **ml:** mililitros. **mg:** microgramos.

Test de provocación del espasmo coronario: test de ergonovina y acetilcolina

El espasmo coronario es una causa de dolor torácico importante que a menudo pasa desapercibida. Aunque el espasmo coronario o angina variante de Prinzmetal ha sido considerado clásicamente como una entidad benigna, estudios actuales han demostrado una fuerte correlación con eventos adversos como síndromes coronarios agudos, arritmias o muerte.

Las Guías Americanas de Intervencionismo Coronario (2011), Cardiopatía Isquémica Crónica (2012) y AI/SCASEST (2012) han ido reduciendo drásticamente las indicaciones para la realización de los test de provocación.

Las Guías Europeas de Angina Estable publicadas en 2013 rebajan el nivel de evidencia (de B a C), recomendando su realización exclusivamente en casos seleccionados con clínica sugerente y coronariografía sin lesiones significativas angiográficas, con el fin de diagnosticar el lugar y el tipo de vasoespasmo.

Las pruebas de provocación pueden efectuarse con acetilcolina intracoronaria (sensibilidad del 90% y especificidad del 99%) o con alcaloides del cornezuelo de centeno (sensibilidad del 95% y especificidad del 95%) en la sala de hemodinámica durante la coronariografía. Ambos métodos son eficaces para la demostración del espasmo

coronario[36], para estudiar sus características según su localización, severidad y extensión, así como la aparición de circulación colateral.

La prueba se considera positiva si se reproducen los síntomas habituales que presenta el paciente y que han motivado la prueba, presencia de cambios electrocardiográficos sugestivos de isquemia o evidencia de espasmo coronario angiográfico (macrovascular)[40].

El tratamiento por aplicar dependerá de la sintomatología del paciente y de su tolerancia hemodinámica.

Ergonovina

La ergonovina es un agente oxitócico que se obtiene del cornezuelo de centeno.

Acetilcolina

La acetilcolina (ACh) se administra por vía intracoronaria.

La respuesta fisiológica de la ACh es la producción de vasodilatación coronaria a través de la liberación de óxido nítrico, por estimulación endotelial. Cuando el endotelio se muestra dañado, ya sea en su función o anatómicamente, la respuesta a la ACh se transforma en vasoconstricción debido a la incapacidad del endotelio de producir óxido nítrico, indicando disfunción endotelial.

Aunque existen diferentes protocolos de dosis y de tiempos de administración, el protocolo que apoya la European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI) utiliza dosis creciente de ACh intracoronaria **(ver Tabla 13)**.

TABLA 13. Fármacos para el estudio del espasmo coronario.

FÁRMACOS Y DOSIS PARA TEST DE PROVOCACIÓN DEL VASOESPASMO CORONARIO		
Ergonovina	Methergin®	Ampollas 0,2 mg/ml de metilergometrina
	Administrar bolos intracoronarios 0,025 mg en intervalos de 3 min	
ACh	Acetilcolina	Ampollas 10 mg/ml de cloruro de acetilcolina para instalación intraocular
	Administrar tres bolos a dosis crecientes según la coronaria a estudiar: • Coronaria izquierda: bolos de 2, 20 y 100 mg • Coronaria derecha: bolos de 2, 20 y 50 mg	

Fuente: elaboración propia. **ACh:** acetilcolina. **mg:** miligramos. **ml:** mililitros. **mg:** microgramos.

8. DIAGNÓSTICOS DE ENFERMERÍA (TAXONOMÍA NANDA)

Aplicando la taxonomía de la North American Nursing Diagnosis Association (NANDA), se identifican los siguientes diagnósticos enfermeros, intervenciones (NIC) y resultados (NOC) **(ver Tabla 14)**:

TABLA 14. Diagnósticos enfermeros NANDA-NIC-NOC.

DIAGNÓSTICO ENFERMERO NANDA	NOC	NIC
00205 Riesgo shock	2300 Administración medicación 4200 Terapia intravenosa 4250 Manejo del shock 6320 Reanimación	0401 Estado circulatorio 0802 Signos vitales
00206 Riesgo de sangrado	4010 Prevención de hemorragias 4270 Manejo terapia trombolítica 5618 Enseñanza procedimiento / tratamiento	1623 Conducta de cumplimiento: medicación prescrita 1808 Conocimiento: medicación
00217 Riesgo de reacción alérgica	6410 Manejo alergia 6412 Manejo de la anafilaxia 6680 Monitorización signos vitales	0705 Repuesta alérgica: localizada 2103 Severidad de los síntomas 2301 Respuesta a la medicación

Fuente: elaboración propia.

BIBLIOGRAFÍA

1. Vademecum V. [Internet]. 2018 [consultado 1 de agosto de 2025]. Disponible en: https://cutt.ly/MwV1p88m
2. Mora Palacios R, Navarro Mira C, Loro Sancho N, Sancho Sánchez MT, Sancho Sánchez MJ, Folgado Roig J, Peiró Andrés A, García Justicia J. *Enfermería: fármacos más utilizados en urgencias hospitalarias.* Enferm. glob. 2007;11:1-20.
3. Hernández Galán A, Ibarra Bolt A, Lucas Lerga FJ, Hernández Saro A, Toloza Villalobos E, García Arellano AM, Fernández Esáin B, Arraiza Donezar JM. *Fármacos en urgencias: dosis y perfusiones.* [Internet]. Salud Navarra. Disponible en: https://www.navarra.es/NR/rdonlyres/CA6795FD-5504-490A-BC82-C0A68990FB0E/454704/librofarma3.pdf
4. Santamaría Amat D, Hammuti Adderrahaman H, Guerrero Muñoz MC, Ferre Martínez MJ, Abdeslam Mohamed N, Mohamed Mohamed M, Alonso López FJ. *Guía farmacológica del servicio de urgencias.* 2nd ed. Madrid: Instituto Nacional de Gestión Sanitaria; 2021.
5. Sartori P, Rizzo F, Taborda N, Anaya V, Caraballo A, Saleme C, et al. *Medios de contraste en imágenes.* Rev Argent Radiol. 2013;77(1):49-62.
6. Romero Rivera MJ, Rodríguez Cabillas ME, García Villar C. *Manifestaciones patológicas y efectos adversos post contraste.* Seram. 2022;1(1).
7. Pacheco Campaña FJ, Gago Vidal B, Méndez Díaz C. *Extravasación de medios de contraste intravenosos en el sitio de punción: Protocolo de actuación.* Seram. 2014;56:295-302.
8. Muñoz DIF, Muñoz DIF, Matilla DRMM. *Medios de contraste radiológicos. ¿Pueden estar seguros nuestros pacientes?* Seram [Internet]. 2022 [consultado 23 de noviembre de 2023];1(1). Disponible en: https://acortar.link/itPyUw.
9. Quezada ES, Bautista KSL, Pacheco ST, Palos DC, Jardines RC, Weber FLR, et al. *Incidencia de lesión renal asociada a contraste en la sala de hemodinamia: estudio retrospectivo.* Acta Med. 2023;21(4):333-337.

10. Ramírez FB, Mas MT, Gabardino JAM. *Uso de los contrastes radiológicos en pacientes con insuficiencia renal y otras situaciones especiales.*FMC. 2022;29(3):126-30.

11. Mark Terence P, Besher K, Malik M, Chahine N, Elkarjoni A, Bruno E, Darki Y. *Prevention of contrast-induced nephropathy with the renalguard system: a meta-analysis.* J Am Coll Cardiol. 2023;81(8_Supplement) 985. https://doi.org/10.1016/S0735-1097(23)01429-8

12. Brown JR, Robb JF, Block CA, Schoolwerth AC, Kaplan AV, O'Connor GT, Solomon RJ, Malenka DJ. *Does safe dosing of iodinated contrast prevent contrast-induced acute kidney injury?* Circ Cardiovasc Interv. 2010 Aug;3(4):346-50. doi: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.109.910638. Epub 2010 Jun 29. PMID: 20587788; PMCID: PMC4843793.

13. Vega de la Osada F. *Alergia a contrastes yodados: desarrollo de un protocolo rápido de provocaciones parenterales para identificar una alternativa segura sin uso de premedicación* [tesis doctoral] [Internet]. Madrid: Universidad Autónoma Madrid; 2022 [23 de noviembre 2023]. Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesiscodigo= 309323.

14. Redondo MS, Santos Gómez I, Marín Cañete A, Cambra Martí R, Barragán Requena Y, Sánchez Laforga AM. *Utilidad de la profilaxis con corticoesteroides ante las reacciones adversas a los medios de contraste yodados: Revisión de la literatura.* Seram [Internet]. 2021 [consultado 28 Abr 2024];1(1). Disponible en: https://www.piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/3489

15. Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A, Alfonso F, Banning AP, Benedetto U, Byrne RA, Collet JP, Falk V, Head SJ, Jüni P, Kastrati A, Koller A, Kristensen SD, Niebauer J, Richter DJ, Seferovic PM, Sibbing D, Stefanini GG, Windecker S, Yadav R, Zembala MO; *ESC Scientific Document Group. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization.* Eur Heart J. 2019 Jan 7;40(2):87-165. doi: 10.1093/eurheartj/ehy394. Erratum in: Eur Heart J. 2019 Oct 1;40(37):3096. doi: 10.1093/eurheartj/ehz507. PMID: 30165437.

16. Ferreiro Gutiérrez JL, Castro Conde A, Garcia-Moll Marimon X, Gómez Doblas JJ, Lidón Corbí RM, López de Sá y Areces E, et al. *Proceso asistencial simplificado del síndrome coronario.* Sociedad Española de Cardiología; 2015.

17. Guerrero B, López M. *Generalidades del sistema de la coagulación y pruebas para su estudio* [Internet]. [consultado 28 de Abr 2024]. Disponible en: https://cutt.ly/vwLnDLdI.

18. Butenas S, Orfeo T, Mann KG. *Tissue factor in coagulation: Which? Where? When?* Arterioscler Thromb Vasc Biol. 2009;29(12):1989-96.

19. Garcia DA, Baglin TP, Weitz JI, Samama MM. *Parenteral anticoagulants: Antithrombotic Therapy and Prevention of Thrombosis*, 9th ed: American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. Chest. 2012;141(2 Suppl): e24S-e43S.

20. Ruiz-Nodar JM, Ferreiro JL. *Antithrombotic therapy after percutaneous revascularization in patients on chronic oral anticoagulation treatment*. REC Interv Cardiol. 2019;1:41 -50.

21. Hindricks G, Potpara T, Dagres N, Arbelo E, Bax JJ, Blomström-Lundqvist C, et al. 2020 *ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association of Cardio-Thoracic Surgery* (EACTS). Eur Heart J. 2021 Oct 21; 42(40):4194. doi: 10.1093/eurheartj/ehab648. PMID: 32860505.

22. Lopes RD, Heizer G, Aronson R, Vora AN, Massaro T, Mehran R, et al. *Antithrombotic Therapy after Acute Coronary Syndrome or PCI in Atrial Fibrillation.* N Engl J Med. 2019;380(16):1509-1524.

23. Watson SP. *Platelet activation by extracellular matrix proteins in haemostasis and thrombosis.* Curr Pharm Des. 2009;15(12):1358-72.

24. Muñiz-Lozano A, Rollini F, Franchi F, Angiolillo DJ. *Update on platelet glycoprotein IIb/IIIa inhibitors: recommendations for clinical practice*. Ther Adv Cardiovasc Dis. 2013;7(4):197-213.

25. Ruiz Mori E. *Antiagregantes plaquetarios.* Rev Peru Cardiol. 2006;32:29-38.

26. Knuuti J, Wijns W, Saraste A, Capodanno D, Barbato E, Funck-Brentano C, Prescott E, Storey RF, Deaton C, Cuisset T, Agewall S, Dickstein K, Edvardsen T, Escaned J, Gersh BJ, Svitil P, Gilard M, Hasdai D, Hatala R, Mahfoud F, Masip J, Muneretto C, Valgimigli M, Achenbach S, Bax JJ; ESC Scientific Document Group. *2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes*. Eur Heart J. 2020 Jan 14;41(3):407-477. doi: 10.1093/eurheartj/ehz425.

27. López Farré A, Macaya C. *Plaqueta: fisiología de la activación y la inhibición*. Rev Esp Cardiol Supl. 2013;13(B):2-7.

28. Gómez Ayala AE. *El paciente en tratamiento con antiagregantes plaquetarios*. Farmacia profesional. [Internet]. 2007 [consultado 28 de Abr 2024]; 21: 36-42. Disponible en: A. Plaquetarios PDF | PDF | Plaqueta | Trombo

29. Badimon L, Vilahur G, Padró T. *Lipoproteins, Platelets and atherothrombosis*. Rev Esp Cardiol. 2009;62(10):1161-78.

30. Custodio-Chablé SJ, Lezama RA, Reyes-Maldonado E. *La activación plaquetaria como factor desencadenante de la inflamación y la aterosclerosis*. Cir Cir. 2020;88(2):233-43.

31. European Society of Cardiology (ESC); European Respiratory Society (ERS). *Guía ESC/ERS 2015 sobre diagnóstico y tratamiento de la hipertensión pulmonar* [Internet]. 2015 [consultado 11 Sep 2022]. Disponible en: https://www.revespcardiol.org/es-pdf-S0300893216000051.

32. Barberà JA, Román A, Gómez-Sánchez MÁ, Blanco I, Otero R, López-Reyes R, et al. *Guía de diagnóstico y tratamiento de la hipertensión pulmonar: resumen de recomendaciones*. Arch Bronconeumol. 2018;54(4):205-15.

33. Rovira Canudas I. *Experiencia actual con óxido nítrico inhalado en la insuficiencia de ventrículo derecho tras cirugía cardiaca*. Rev Esp Cardiol. 2013;13(Extra-4):28-33.

34. Rodríguez Hernández RN, Barroso Morales ML, Sierra Hernández CE, Samarín Fernández G. *Test farmacológicos en hemodinámica: epoprostenol, sildenafilo y óxido nítrico*. En: Asociación Española de Enfermería en Cardiología, editor. *Manual de Procedimientos de Enfermería en Hemodinámica y Cardiología Intervencionista* [Internet]. Madrid: Asociación Española de Enfermería en Cardiología; 2014. 512-518. [consultado 21 Ene 2024]. Disponible en: http://www.enfermeriaencardiologia.com/wp-content/uploads/proced_15.pdf

35. Reeves JT, Groves BM, Weir EK. *Adenosine and selective reduction of pulmonary vascular resistance in primary pulmonary hypertension*. Circulation. 1991;84(3):1437-9.

36. Vilchez-Tschischke JP, Sanz Sánchez J, Fernández Peregrina E, Díez Gil JL, Echavarría Pinto M, Garcia-Garcia HM. *Fisiología coronaria en el laboratorio de hemodinámica*. Revisión temática. REC Interv Cardiol. 2022;4:319.

37. Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A, et al. 2018 ESC/EACTS *Guidelines on myocardial revascularization*. EuroIntervention [Internet]. 2019;14:1435-534. [consultado 21 Ene 2024]. Disponible en:2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization - PubMed.

38. American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. 2021 ACC/AHA/SCAI *Guideline for Coronary Artery Revascularization*. J Am Coll Cardiol [Internet]. 2021 [citado 21 de enero de 2024]; 78(25):2631-707. Disponible en: https://www.jacc.org/doi/10.1016/j.jacc.2021.09.006.

39. Vara J, Álvarez G, Lambert JLR, Espolita A, Rubín JM, Posada IS. *Espasmo coronario y parada cardiaca por fibrilación ventricular*. Rev Esp Cardiol. 1998;51(5):410-3.

40. Gutiérrez E, Gómez-Lara J, Escaned J, Cruz I, Ojeda S, Romaguerra R, Moreno R. *Valoración de la función endotelial y provocación de vasoespasmo coronario mediante infusión intracoronaria de acetilcolina*. Documento técnico de la ACI-SEC. REC Interv Cardiol. 2021;3:286-296.

CAPÍTULO XIV

EDUCACIÓN SANITARIA. RECOMENDACIONES AL ALTA

Asociación Española de
Enfermería en Cardiología

TEMA 63

CUIDADOS Y RECOMENDACIONES AL ALTA DEL PACIENTE SOMETIDO A CATETERISMO CARDIACO

María Concepción Prieto Rodríguez

Enfermera asistencial en la Sección de Hemodinámica.
Hospital Regional Universitario de Málaga. Málaga.

INTRODUCCIÓN

Concluido el cateterismo cardiaco en la sala de hemodinámica, la transferencia del paciente a la enfermera responsable en la Unidad de Cuidados, el Hospital de Día o la planta de cardiología, debe hacerse compartiendo toda la información relevante durante el procedimiento para la valoración focalizada y la detección precoz de signos de alarma. Es importante indicar el lugar de acceso, la medicación administrada, si hubo complicaciones, también el estado cognitivo del paciente y sus signos vitales.

OBJETIVOS

Describir las intervenciones enfermeras al paciente sometido a cateterismo cardiaco, también el soporte y orientación hacia el entorno cercano del paciente.

Los cuidados y recomendaciones van dirigidos a la detección de riesgos y complicaciones como son la muerte en el 0,2 % de los casos, el IAM en el 0,05 % y el ICTUS en el 0,07 %. Valorando cualquier indicio de arritmia ventricular grave que puede aparecer en el 0,5 % de los pacientes y otras complicaciones vasculares; trombosis, sangrado o pseudoaneurisma en el 1 % relacionado con el cateterismo[1].

Los cuidados estarán enmarcados a la atención integral del paciente y su familia o cuidador principal, dando apoyo emocional y facilitando la adaptación progresiva a su actividad y rol social.

INTERVENCIONES DE ENFERMERÍA INMEDIATAS POSCATETERISMO

La calidad óptima es la clave del éxito en un entorno tan sofisticado y complejo como el laboratorio de Hemodinámica. Esta se garantiza mediante un liderazgo de equipo sólido, una cultura de seguridad bien arraigada, políticas y procedimientos consistentes y la implicación de profesionales altamente capacitados y comprometidos.

A continuación, describimos las intervenciones inmediatas y que requieren su valoración continua hasta el alta.

Seguridad del paciente o prevención de posibles daños accidentales

Con la finalidad de prevenir riesgos, errores y daños durante la asistencia, la enfermera que recibe al paciente realiza su "recepción inequívoca", comprobación de pulsera identificativa, confirmación verbal, y verificación de la intervención realizada.[2]

En una primera valoración, control de signos vitales, temperatura, y entrevista dirigida a medidas de confort y ausencia de dolor.

Nivel de conciencia

Si el paciente ha recibido sedación, debe permanecer monitorizado al menos durante una hora, siendo evaluado en todo momento en comparación con sus registros previos al procedimiento. Para considerar el alta, deben haber transcurrido entre una y dos horas desde la finalización del procedimiento invasivo y/o la administración de sedantes.

Durante este tiempo, es necesario confirmar que:

- Los signos vitales han regresado a sus valores basales (una presión arterial baja puede ser consecuencia de la diuresis o la infusión de suero).
- El patrón respiratorio es adecuado.
- El paciente está alerta, con reflejos protectores conservados.
- Puede deambular con seguridad y cuenta con un acompañante.

Importante: No se recomienda conducir tras el procedimiento.

La escala de Aldrete es una herramienta fiable y útil para evaluar la recuperación posanestésica del paciente. Es una escala heteroadministrada compuesta por cinco ítems, cada uno valorado de 0 a 2, con una puntuación total que va de 0 a 10. Una puntuación igual o superior a 9 indica una recuperación adecuada tras la anestesia.[3]

Categoría	Ítems	Puntos
Actividad motora	Posibilidad para mover 4 extremidades de forma espontánea o en respuesta a órdenes	2
	Posibilidad para mover 2 extremidades de forma espontánea o en respuesta a órdenes	1
	Imposibilidad para mover alguna de las 4 extremidades espontáneamente o a órdenes	0
Respiración	Posibilidad para respirar profundamente y toser frecuentemente	2
	Disnea o respiración limitada	1
	Sin respuesta	0
Circulación	Presión arterial = 20% del nivel preanestésico	2
	Presión arterial entre el 20 y el 49% del valor preanestésico	1
	Presión arterial = al 50% del valor preanestésico	0
Consciencia	Plenamente despierto	2
	Responde cuando se le llama	1
	Sin respuesta	0
Color	Rosado	2
	Pálido	1
	Cianótico	0

	Admisión	5´	15´	30´	45´	60´	...´	Alta
Puntuación								

Figura 1. Escala de Aldrete.

Fuente: Hospital Universitario Virgen de las Nieves. (2022). Test de recuperación posanestésica Aldrete. Sitio web del Hospital Universitario Virgen de las Nieves. https://www.huvn.es/profesionales/enfermeria_en_huvn/recursos/repositorio_protocolos_procedimientos_y_cuestionarios

Ansiedad

Se deben explicar los cuidados que se van a proporcionar y la secuencia prevista hasta el alta. Se recomienda utilizar preguntas abiertas para conocer su contexto social y detectar posibles carencias relacionadas con el conocimiento de su enfermedad, el manejo del tratamiento, la alimentación, las actividades diarias o los hábitos de vida.

La información verbal debe complementarse siempre con material escrito y un informe que recoja las conclusiones y recomendaciones principales.

Dolor

- Valorar el lugar de acceso arterial, observando la presencia de hematomas, el relleno capilar en la mano implicada y los pulsos distales si el acceso ha sido femoral.
- Valorar la posición correcta de dispositivos de compresión mecánica o apósitos.
- Indicar al paciente que evite levantar peso o realizar esfuerzos importantes durante al menos tres días.
- En caso de hematoma, aplicar compresión mantenida, elevar el miembro afectado (si el acceso ha sido radial o cubital) y mantenerlo inmovilizado.
- Aplicar escalas de valoración del dolor de forma regular.
- Es fundamental la prevención y el control del sangrado para evitar complicaciones graves como el síndrome compartimental, especialmente en accesos radiales y cubitales.

Coloración de piel y mucosa

- Buscar signos y síntomas relacionados con posible reacción alérgica al contraste como petequias, prurito o angioedema.
- Valorar frialdad, dolor o cambios de color en la extremidad, ya que pueden ser indicativos de espasmo o trombosis arterial. Ante estos signos, actuar con rapidez para valorar la permeabilidad vascular y descartar isquemia u otras complicaciones.
- Comprobar la correcta colocación de dispositivos de compresión o apósitos.
- Observar posibles signos de reacción alérgica al contraste, como petequias, prurito o angioedema.

Eliminación

- Vigilar que la diuresis sea superior a 30 ml/h. Un volumen inferior puede indicar una posible insuficiencia renal inducida por contraste.
- Fomentar una hidratación adecuada (al menos 1,5 L/día), siempre que no existan contraindicaciones médicas.

Control del patrón respiratorio

- Monitorizar la saturación de oxígeno, asegurando que se mantenga dentro de los valores basales iniciales sin necesidad de soporte ventilatorio.

Educación del paciente al alta

- Explicar al paciente los cuidados posteriores, signos de alarma que debe vigilar, recomendaciones sobre actividad física, hidratación y seguimiento médico.
- Asegurar la comprensión mediante lenguaje claro, refuerzo escrito y oportunidad para resolver dudas.

INTERVENCIONES DE ENFERMERÍA ANTE SITUACIONES DE RIESGO POR COMPLICACIONES INMEDIATAS

Los cuidados de enfermería en el periodo de posintervención tienen un impacto positivo en la recuperación física y psíquica del paciente.

Los avances en las técnicas intervencionistas y la evolución en los cuidados han hecho que el paciente intervenido pueda estar de alta en el mismo día. Sin embargo, es fundamental una estricta vigilancia, la rápida toma de decisiones y los cuidados complejos para una adecuada recuperación.

Describimos a continuación las intervenciones para la prevención y detección precoz de complicaciones relacionadas con el acceso vascular y la administración de contraste.

- Relacionados con el acceso arterial, sangrado y complicaciones vasculares.

El reconocimiento temprano de las complicaciones vasculares es vital.

El acceso vascular, seguro y eficaz, y la hemostasia son la clave para un cateterismo exitoso. Diferenciamos los accesos en femoral, radial y cubital, y por último braquial, por las particularidades anatómicas que los caracterizan.

Si el abordaje ha sido por **arteria femoral**:

- Una vez completado el cateterismo, se controla la TA y FC del paciente y una ACT inferior a 200 seg.
- Si se decide compresión manual, el tiempo de compresión es de 3-5 min multiplicados por el Fr del introductor, es decir, 18/30 min de compresión manual si es un introductor de 6Fr.
- La presión en ese tiempo debe ser gradual, desde máxima a leve, comprobando los pulsos pedios y la coloración de la extremidad.
- Durante la compresión, los pulsos distales pueden estar disminuidos, pero no ausentes.
- Retirar lentamente la mano y valorar el área, buscando hematoma o sangrado.

- No se deben colocar grandes vendajes a presión ni sacos, son ineficaces para prevenir el sangrado y ocultan el hematoma.
- Los dispositivos de cierre vascular (DCV) permiten una hemostasia rápida y deambulación precoz.
- El reposo en cama está recomendado de 2 a 4 h, en relación con el French del introductor y al dispositivo de cierre.
- Cabecera incorporada 30°.
- Indicamos que presione el lugar de la punción en la ingle si tose o hace algún esfuerzo.
- Mantener la pierna afecta estirada durante el tiempo indicado (de 2 a 4 h).
- Avisar si se aprecia sangrado, entumecimiento o dolor.
- Incorporarse en la cama 30 min después del tiempo de reposo y caminar acompañado volviendo a revisar cuidadosamente los signos de sangrado en zona inguinal y/o dolor.

Si el acceso ha sido por **arteria radial o cubital**:

- El paciente puede estar sentado en una butaca reclinable.
- El sangrado arterial radial o cubital puede ser sutil, sin ser excesivo, puede producir síndrome compartimental, lo que amenaza la viabilidad del antebrazo y la mano.
- Los pacientes se quejan de dolor o parestesias y entumecimiento. Una suave presión en el punto de punción suele ser suficiente junto con la colocación de un cuidadoso vendaje elástico del brazo, para su contención.
- La disección o perforación de la arteria radial, cubital o braquial puede ocurrir al paso de los catéteres o guías. Durante el procedimiento, el catéter sirve de hemostasia. Si el arco palmar es permeable, el tratamiento debe ser con analgesia y compresas calientes locales. Puede haber una trombosis de dicha arteria 1 al 10% asintomática.
- Independiente al dispositivo de hemostasia, existen unos pasos críticos. El dispositivo o banda compresiva debe realizar una compresión permeable, es decir, lo suficientemente apretada para garantizar la hemostasia, pero sin ocluir el flujo a través de la arteria radial o cubital. Se debe iniciar la retirada del dispositivo, según los protocolos del Hospital.

Ante un acceso por **arteria braquial,** aunque no es frecuente:

- Colocar una tablilla debajo del codo para realizar compresión manteniendo el pulso radial. Después de 15 o 20 min se libera la presión lentamente.
- Mantener el brazo recto de 2 a 4 h, iniciar la deambulación tras ese tiempo.

Nefropatía inducida por contraste (IRC)

Es la primera causa de insuficiencia renal en los pacientes hospitalizados y aumenta la morbilidad y mortalidad.

Los factores de riesgo para desarrollar la IRC relacionados con el paciente son los siguientes: FG menor a 60 ml/min/1,73 m^2, insuficiencia cardiaca congestiva (ICC), Diabetes MELLITUS (DM) con insuficiencia renal, mayor a 70 años, depleción de volumen, hipotensión arterial, anemia, hipertensión y enfermedad vascular periférica.

Factores de riesgo relacionados con el procedimiento: el volumen de contraste administrado, la osmolaridad del mismo, la administración de medicamentos nefrotóxicos[4].

También merece la pena comentar la encefalopatía inducida por contraste que, aunque desconocemos su incidencia y parece que no tiene mayor repercusión a medio plazo, sí que se detecta valorando el estado cognitivo del paciente[5].

Es conveniente garantizar una adecuada hidratación de 3 a 12 horas previas al procedimiento y de 6 a 12 horas después a una velocidad de 1 a 1,5 ml/kg/min. La administración de bicarbonato sódico y N-acetilcisteína no proporcionan ningún beneficio adicional.

Alergia a medios de contraste

Antes del procedimiento se habrán seguido los protocolos del hospital con hidratación, Metilprednisolona, Dexametasona o Hidrocortisona, Difenhidramina y protección gástrica[1].

Inmediatamente después del procedimiento, valoración de posibles signos cutáneos como angioedema, rubor, edema laríngeo, prurito o urticaria, monitorización de signos vitales para la detección precoz de arritmias, hipotensión (shock) o vasodilatación, también la función respiratoria por posible broncoespasmo y el dolor por espasmo gastrointestinal.

INTERVENCIONES DE ENFERMERÍA AL ALTA

En España, la salud cardiovascular (CV), tal y como la define la American Heart Asociación, es mala, especialmente por el estilo de vida sedentario, el tabaquismo y la obesidad[6].

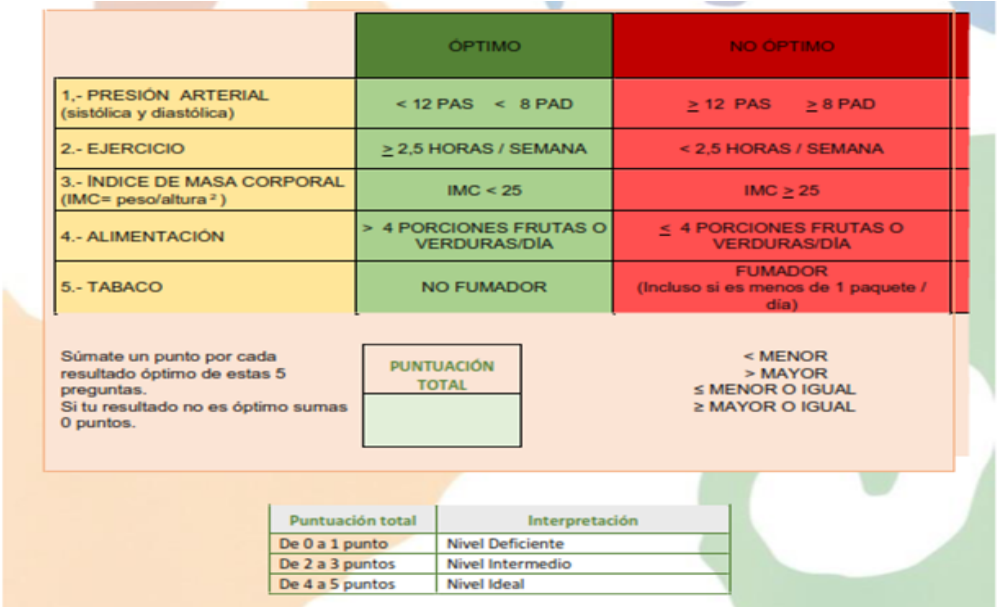
El objetivo de la educación al paciente y familia es proporcionar las herramientas necesarias para tomar decisiones de salud, recuperar el control sobre su vida[7] y aprender sobre la enfermedad cardiovascular[8].

Promover un estilo de vida saludable tiene un gran impacto en la calidad de vida del individuo. La promoción de la salud debería iniciarse desde las edades tempranas, denominada prevención primordial, es decir, cuando se adquieren los buenos hábitos de vida y su mantenimiento. En la prevención primaria se adoptan nuevos hábitos y se

adquiere la adhesión a tratamiento, si es necesario, para prevenir un evento CV inicial. La finalidad de la prevención secundaria es el enlentecimiento de la progresión de la enfermedad hasta la vejez.

Los factores de riesgo causales y modificables de la ECV son las lipoproteínas, la hipertensión arterial (HTA), el tabaquismo, la Diabetes Mellitus (DM) y la adiposidad.

La escala Fuster-BEWAT es una herramienta sencilla y sin necesidad de análisis de laboratorio para evaluar la salud cardiovascular. Consta de cinco preguntas que valoran presión arterial, actividad física, índice de masa corporal, consumo de fruta y verdura, y consumo de tabaco. Cada indicador se puntúa con 1 si se encuentra en nivel óptimo y con 0 si no lo está. La suma final clasifica la salud cardiovascular en nivel ideal, intermedio o deficiente[6].



	ÓPTIMO	NO ÓPTIMO
1.- PRESIÓN ARTERIAL (sistólica y diastólica)	< 12 PAS < 8 PAD	≥ 12 PAS ≥ 8 PAD
2.- EJERCICIO	≥ 2,5 HORAS / SEMANA	< 2,5 HORAS / SEMANA
3.- ÍNDICE DE MASA CORPORAL (IMC= peso/altura ²)	IMC < 25	IMC ≥ 25
4.- ALIMENTACIÓN	> 4 PORCIONES FRUTAS O VERDURAS/DÍA	≤ 4 PORCIONES FRUTAS O VERDURAS/DÍA
5.- TABACO	NO FUMADOR	FUMADOR (Incluso si es menos de 1 paquete / día)

Súmate un punto por cada resultado óptimo de estas 5 preguntas.
Si tu resultado no es óptimo sumas 0 puntos.

PUNTUACIÓN TOTAL

< MENOR
> MAYOR
≤ MENOR O IGUAL
≥ MAYOR O IGUAL

Puntuación total	Interpretación
De 0 a 1 punto	Nivel Deficiente
De 2 a 3 puntos	Nivel Intermedio
De 4 a 5 puntos	Nivel Ideal

Figura 2. Escala Fuster-Bewat.

Fuente: Escuela de Salud y Cuidados de Castilla la Mancha.

A continuación se detallan un resumen de los objetivos y recomendaciones clave mejorar el riesgo cardiovascular según las guías de prevención publicadas en 2021[9]:

Colesterol

- Para personas aparentemente sanas menores de 70 años con alto riesgo, se debe considerar un objetivo fundamental de cLDL < 1,8 mmol/l (70 mg/dl) y una reducción ≥ 50% de los valores basales.
- Para pacientes con EA establecida, se recomienda un objetivo fundamental de cLDL < 1,4 mmol/l (55 mg/dl) y una reducción ≥ 50% de los valores basales.
- Para pacientes ancianos (≥ 70 años) con EA, el tratamiento con estatinas se recomienda de la misma forma que para pacientes más jóvenes. El inicio de

estatinas en prevención primaria para mayores de 70 años con riesgo alto o superior puede considerarse, valorando fragilidad, comorbilidades y preferencias del paciente.

- Valores de triglicéridos **inferiores a 1,7 mmol/l (150 mg/dl)** se consideran indicativos de **riesgo bajo**.
- La optimización del estilo de vida es crucial para todos los pacientes con valores lipídicos elevados.

Peso y composición corporal

- Aunque el índice de masa corporal (IMC) es un parámetro ampliamente utilizado y de fácil aplicación para clasificar el peso corporal, las guías actuales no establecen un valor objetivo específico de IMC para la prevención cardiovascular. En su lugar, priorizan la reducción ponderal como estrategia para mejorar el perfil de riesgo metabólico y cardiovascular. La evidencia indica que, en población general sana, el rango de IMC entre 20 y 25 kg/m^2 se asocia con la menor mortalidad por todas las causas.
- Las guías destacan el mayor riesgo de la grasa ectópica frente a la subcutánea, recomendando monitorizar la circunferencia abdominal (≤94 cm en hombres; ≤80 cm en mujeres) como marcador práctico de riesgo abdominal. Mantenerse bajo estos umbrales es clave para prevenir complicaciones metabólicas.
- Se recomienda una evaluación exhaustiva del riesgo de ECV en pacientes con una composición corporal no saludable.
- Para personas con sobrepeso y obesidad, se recomienda la pérdida de peso para reducir la PA, la dislipemia y el riesgo de DM2, mejorando el perfil de riesgo cardiovascular.
- Se recomienda una dieta saludable para mantener la salud cardiovascular a largo plazo, independientemente del tipo de dieta para la pérdida de peso a corto plazo.
- Para adultos mayores, la atención debería centrarse en mantener la masa muscular y una buena nutrición, más que en la pérdida ponderal.

Presión arterial (PA)

- El primer objetivo terapéutico para todos los pacientes es reducir la PA a < 140/90 mmHg. Para la mayoría de los pacientes de 18-69 años, el objetivo fundamental de la PAS es 120-130 mmHg siempre que sea bien tolerado.
- Se recomienda iniciar el tratamiento farmacológico en función del riesgo absoluto de ECV, los beneficios a lo largo de la vida y la presencia de daño orgánico mediado por hipertensión para la hipertensión grado.

Diabetes mellitus

La DM1, DM2 y prediabetes son factores de riesgo independientes de ECV aumentando el RCV al doble.

- Para la mayoría de los adultos con DM2, se recomienda un objetivo de HbA1c < 7,0% (53 mmol/mol) para reducir el riesgo de ECV y complicaciones microvasculares.
- Para pacientes con DM2 de larga duración o frágiles, se pueden considerar objetivos de HbA1c más laxos.
- Es importante destacar que las decisiones terapéuticas deben ser personalizadas y tomadas en conjunta con el paciente, considerando sus preferencias, comorbilidades y fragilidad.
- Los cambios en el estilo de vida son la prioridad para la prevención de la EA y el tratamiento de la DM. Esto incluye la deshabituación tabáquica, una dieta baja en grasas saturadas y alta en fibras, actividad física aeróbica y entrenamiento de fuerza.

Dieta saludable

- Se recomienda una dieta sana como piedra angular de la prevención cardiovascular. Adoptar una dieta mediterránea o similar reduce el riesgo de ECV.
- Se recomienda un patrón alimentario de origen vegetal, rico en fibra, que incluya cereales integrales, frutas, verduras, legumbres y frutos secos.
- Restringir el consumo de alcohol a un máximo de 100 g a la semana.
- Consumir pescado, preferiblemente graso, al menos una vez a la semana, y restringir el consumo de carne (procesada).
- Disminuir el consumo de sal a menos de 5 g/día.

Tabaco

El tabaquismo es un factor de riesgo principal y causal modificable de la enfermedad aterosclerótica (EA), junto con el colesterol elevado, la presión arterial alta y la diabetes

- El tabaquismo causa **el 50% de todas las muertes evitables en fumadores**, de las cuales la mitad son por EA. Es el **principal factor de años de vida ajustados por discapacidad** después de la presión arterial sistólica alta.
- Algunos **tabacos sin combustión** también aumentan el riesgo de ECV.
- La **deshabituación tabáquica es la medida preventiva más eficaz** y rentable para la prevención de la ECV. Incluso para fumadores empedernidos (más de 20 cigarrillos/día), la deshabituación **disminuye el riesgo de ECV a los 5 años**.
- Un **"asesoramiento muy breve"** (30 segundos) puede ser útil: preguntar sobre el tabaquismo, asesorar sobre las mejores formas de deshabituación y brindar ayuda.

- Un momento clave para la deshabituación es **durante el diagnóstico y el tratamiento de la ECV**.

Sedentarismo

Se recomienda reducir el sedentarismo y practicar al menos una actividad ligera durante el día para reducir la mortalidad general, y la morbilidad y mortalidad cardiovasculares.

- Los adultos deben practicar al menos 150-300 minutos a la semana de actividad física (AF) de intensidad moderada o 75-150 minutos a la semana de AF aeróbica vigorosa, o una combinación equivalente.
- Se recomienda la práctica de ejercicio de fuerza dos o más días por semana, además del aeróbico.
- Los adultos que no puedan alcanzar los 150 min/semana deben mantenerse tan activos como su capacidad lo permita.
- Las intervenciones en el estilo de vida, incluyendo la instrucción individualizada o en grupo, técnicas de cambio conductual, asesoramiento telefónico y rastreadores de actividad móviles, pueden aumentar la práctica de actividad física.
- Se debe animar a la práctica de actividades que el paciente disfrute o pueda incluir en su rutina diaria.

Las intervenciones incluirán[10-11]: **dieta mediterránea (NIC 5614)** y control de alcohol (NIC 4500); manejo **de peso (NIC 1260)** y ejercicio (NIC 5612); **cese tabáquico (NIC 4490)** sin dispositivos electrónicos y soporte emocional (NIC 5230/5820) y educación (NIC 5602).

IDEAS CLAVE

Actualmente, los factores de riesgo cardiovascular se enmarcan en el contexto de un estilo de vida saludable. Las recomendaciones habituales de no fumar, caminar o actividad moderada durante 30 min, el control de la tensión arterial, mantener niveles adecuados de colesterol, evitar el sobrepeso y la dieta mediterránea (frutas y verduras frescas, legumbres sin grasas, carnes blancas y pescado, evitar las conservas, embutidos y salazones, dulces y alimentos prefabricados) en combinación con el tratamiento farmacológico específico, ayuda al mantenimiento de la salud cardiovascular, la disminución de complicaciones cardiovasculares y el control de otras enfermedades crónicas como la insuficiencia renal o la diabetes.

Entender la conducta del paciente, sus creencias y los factores socioambientales nos ayudarán a dar la información adecuada para motivar la reflexión y compromiso con su salud.

La continuidad asistencial debe ser un hecho tras el alta hospitalaria, es la única manera de monitorizar el seguimiento y control de los pacientes atendidos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Sorajja P, Lim MJ, Kern MJ. *Manual de cateterismo cardíaco*. 7ª ed. Barcelona: Elsevier; 2022.
2. Organización Mundial de la Salud (OMS). *Resolución WHA72.6 sobre la seguridad del paciente*. Ginebra: OMS; 2019 [consultado 25 Jun 2024]. Disponible en: URL oficial de la OMS.
3. Aldrete JA. *The post-anesthesia recovery score revisited*. J Clin Anesth. 1995;7(1):89-91. Doi: 10.1016/0952-8180(94)00001-K.
4. Mehran, R., et al. (2004). *A simple risk score for prediction of contrast-induced nephropathy after percutaneous coronary intervention*. Circulation, 109(7), 837-842. Doi: 10.1161/01.CIR.0000116201.68713.E9
5. Spina, R., et al. (2017). *Contrast-induced encephalopathy following cardiac catheterization*. Catheterization and Cardiovascular Interventions, 90(2), 257-268. Doi: 10.1002/ccd.26871
6. Galiè N, Humbert M, Vachiery JL, Gibbs S, Lang I, Torbicki A, et al. *2015 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension: The Joint Task Force for the Diagnosis and Treatment of Pulmonary Hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Respiratory Society (ERS)*. J Am Coll Cardiol. 2017;70(12):1425-36. doi: 10.1016/j.jacc.2017.09.032.
7. Kandarpa K, Machan L, Durham JD. *Manual de procedimientos en radiología intervencionista*. 5ª ed. Filadelfia: Wolters Kluwer; 2016.
8. Fernández Redondo C. *Manual de cardiovascular para enfermeras*. Madrid: CEE Limencop S.L.; 2023.
9. Visseren FLJ, Mach F, Smulders YM, Carballo D, Koskinas KC, Bäck M, et al. *Guía ESC 2021 sobre la prevención de la enfermedad cardiovascular en la práctica clínica§ Con la contribución especial de la European Association of Preventive Cardiology (EAPC)*. Rev Esp Cardiol. 2022;75(5):429.e1–429.e104. doi: 10.1016/j.recesp.2021.10.015
10. Herdman TH, Kamitsuru S, editores. **Diagnósticos enfermeros: definiciones y clasificación 2018-2020**. 11ª ed. Barcelona: Elsevier; 2020.
11. Harding M, Kwong J, Roberts D, Hagler D, Reinisch C. *Guía práctica de enfermería médico-quirúrgica*. 10ª ed. Madrid: Elsevier; 2017.

TEMA 64

SEGUIMIENTO Y CONSULTA DE ENFERMERÍA

Elena Calvo Barriuso, Yolanda Segarra Hueso, Elisabeth César Escobar,
Gerard Domene Nieves de la Vega,
Montserrat Bertran Martínez, Raquel Zafrilla Nieto

Hospital Universitario de Bellvitge. L'Hospitalet de Llobregat.

ABREVIATURAS

ECV: enfermedad cardiovascular.

ECG: electrocardiograma.

1. INTRODUCCIÓN

La enfermedad cardiovascular es la primera causa de mortalidad en nuestro país y en el resto de Europa. Esta circunstancia deriva en un aumento de los procedimientos que se realizan en las salas de Hemodinámica y en la complejidad de las técnicas realizadas. Estos procedimientos se pueden realizar de manera no urgente y/o ambulatoria y es necesario establecer medidas o programas para garantizar la seguridad de los pacientes. Una buena medida para garantizar dicha seguridad es la existencia de la consulta de enfermería previa al procedimiento, y, especialmente, aquella dirigida por enfermeras expertas de Hemodinámica[1].

Las consultas de Enfermería específicas de Hemodinámica son una herramienta de trabajo que aporta valor añadido en la atención de pacientes con patología cardiaca aumentando el grado de satisfacción de los usuarios, mejorando la organización del servicio y la seguridad del paciente[1].

Cada centro hospitalario debe establecer sus propios circuitos valorando sus recursos, estructura y objetivos asistenciales y de gestión. En este tema se desarrollarán las principales recomendaciones a tener en cuenta en la consulta.

2. RECURSOS NECESARIOS PARA LA IMPLANTACIÓN DE LA CONSULTA DE ENFERMERÍA

Para garantizar un buen desarrollo de la consulta, se recomienda disponer de unos recursos mínimos, que son los siguientes:

- Espacio físico.
- Recursos humanos.

- Creación de agenda.
- Protocolos.
- Soporte informativo para el paciente (trípticos, página web, etc.).

ESPACIO FÍSICO

El espacio de la consulta debe ser un espacio suficientemente amplio donde poder explorar al paciente en caso de necesidad, dotado de una camilla, mesa, sillas, ordenador con acceso a la historia clínica del paciente, electrocardiograma, esfigmomanómetro, material de curas, lavamanos y toma de oxígeno.



Figura 1. Fotografía consulta de enfermería.

Fuente propia.

RECURSOS HUMANOS

Es recomendable que la enfermera de la consulta sea una enfermera con experiencia en el servicio de Hemodinámica Cardiaca, preferiblemente en activo para estar actualizada en los procedimientos y protocolos existentes.

En los casos en los que las enfermeras de estas consultas no trabajan en sala, éstas deben estar en continua formación, comunicación y contacto con el servicio de hemodinámica (médicos, enfermeras y administrativos) para garantizar una buena información y cuidados, estando siempre actualizadas.

CREACIÓN DE AGENDA

Se necesita una agenda propia de enfermería donde se programen los pacientes a visitar en el día, respetando un tiempo suficiente entre pacientes para poder desarrollar correctamente la actividad. Este punto es importante para dar a la consulta la importancia que merece: además de organizar el gran volumen de pacientes que vienen, todo lo que se realiza queda constancia y se puede consultar posteriormente el día de la intervención.

Estas agendas pueden modificarse en función de si las visitas son presenciales o telefónicas, con sus tiempos pertinentes si se trata de una visita preprocedimiento o posprocedimiento.

PROTOCOLOS ESTANDARIZADOS

Cada hospital tiene sus propios protocolos ajustados a las características del centro, forma de trabajar, etc., basado en los protocolos del centro y en las recomendaciones de las sociedades científicas y guías clínicas.

Para el buen funcionamiento de la consulta, hay que basarse en los protocolos para poder trabajar con conocimiento, de forma estandarizada y evitar errores.

Algunos de ellos como los de alergia al látex, circuitos de entrada de pacientes, etc. pueden utilizarse los ya existentes, pero es posible que para la puesta en marcha de la consulta necesitemos desarrollar protocolos para poder aplicar enfermería, de forma estandarizada, con base legal, y que estén ajustados lo máximo posible a las necesidades individuales del paciente, pero también a las características de la unidad y especialidad.

Dichos protocolos deben ser consensuados multidisciplinarmente con los médicos de la unidad, enfermería y los diferentes especialistas implicados.

Estos son algunos de los protocolos que son necesarios para los cuidados al paciente previos al procedimiento:

Protocolo de ayuno

Valorar las horas de ayuno necesarias para el procedimiento. Éste debe consensuarse con el equipo de hemodinámica, pero también con anestesia en los casos en los que ellos también participen. En el algoritmo contemplar las situaciones en las que sí que se pueden ingerir ciertos medicamentos, por ejemplo, en el caso de pacientes trasplantados con la medicación inmunosupresora.

Protocolo de hemostasia

Valorar la retirada o modificación de la anticoagulación, según el procedimiento a realizar. Éste es uno de los protocolos más importantes, debido a que las consecuencias de un mal manejo de la anticoagulación puede conllevar graves efectos adversos durante los procedimientos en hemodinámica.

Este procedimiento debe estar elaborado con los médicos del servicio, siguiendo las recomendaciones de las sociedades científicas, y también es beneficioso que participe el servicio de hemostasia para pactar con ellos los casos en los que debemos enviar pacientes a hemostasia para “bridging”, por ejemplo.

Uno de los documentos en los que se centran la mayoría de estos protocolos en hemodinámica es en el documento de consenso “Manejo perioperatorio y peri-procedimiento del tratamiento antitrombótico [...]”, documento de consenso de la SEC y otras sociedades científicas[2].

Gracias al manejo de la hemostasia desde la consulta, evitamos anulaciones del mismo día, así como disminuimos complicaciones y se realizan los procedimientos de forma más segura.

Entrando más en profundidad en el protocolo de anticoagulación, éste debe diferenciar los pacientes que van a realizarse un intervencionismo de cardiopatía isquémica, de los que van a someterse a un intervencionismo de cardiología estructural, ya que el manejo y retirada de la anticoagulación es diferente, debido a que los accesos vasculares suelen ser de mayor calibre en los procedimientos estructurales, conllevando mayor riesgo de sangrado.

Hay procedimientos específicos no estructurales, como biopsias endomiocárdicas o cateterismos derechos, donde hay alto riesgo de sangrado, que también se debe tratar la retirada de anticoagulación como si fuera un procedimiento estructural.

En este protocolo se valorarán los días previos que el paciente debe estar sin tomar la anticoagulación, así como cuáles debemos enviar a "bridging", en función de sus antecedentes y los fármacos anticoagulantes que está tomando.

Protocolo de alergias

Normalmente, estos protocolos son generales de todo el hospital, por tanto, deberíamos conocerlos y aplicarlos de forma consensuada y estandarizada. Por ejemplo, los protocolos a aplicar en caso de alergia al contraste iodado, látex y aspirina.

Protocolo de paciente diabético

Este protocolo se aplica para valorar la retirada de antidiabéticos orales o retirada versus disminución de dosis de insulina. Generalmente en muchos hospitales se realizan unas pautas generalizables al paciente que va a una intervención quirúrgica, pero si hay la posibilidad, es beneficioso realizar un protocolo específico del intervencionismo cardiaco debido a nuestras características específicas de los procedimientos que realizamos, tipo de pacientes que tenemos, altas precoces, etc. Este protocolo se puede consensuar con los médicos de la unidad, enfermeras de la unidad y equipo de endocrinología, enfermera práctica avanzada de diabetes, etc.

Protocolo de prevención de nefropatía por contraste

En pacientes que se someterán a procedimientos complejos con alto volumen de contraste, como en oclusiones crónicas complejas, o pacientes con insuficiencia renal.

Protocolo de prevención de radiodermitis

A aplicar en pacientes de riesgo por altas dosis de radiación.

SOPORTE INFORMATIVO PARA EL PACIENTE

Es recomendable facilitar recursos al paciente donde poder consultar la información necesaria después de la consulta[3].

Estos recursos pueden ser desde trípticos o guías informativas, páginas web, documentos individualizados a pacientes que lo requieran, para así facilitar la posibilidad de consultar la información posteriormente, ya que en el momento de la consulta pueden recibir demasiada.

Un ejemplo de documento individualizado para destacar puntos que queremos que al paciente le queden claros podría incluir:

- Procedimiento a realizar.
- Fecha, hora y lugar al que dirigirse y día de la intervención.
- Necesidades específicas de modificación de medicación y/o seguimiento de algún protocolo.
- Breve información del circuito a seguir (circuito hospitalario, horario de visitas...).

También se aconseja dar un número de teléfono donde el paciente pueda consultar posteriormente si tiene dudas.

3. TIPOS DE CONSULTA ENFERMERA EN HEMODINÁMICA

Según el procedimiento a realizar, y dejando a un lado la consulta de TAVI nurse que ya se desarrolla en el tema 2, podemos diferenciar según el contenido, dos tipos de consultas:

1. **Consulta de paciente isquémico**

. Se incluyen todos los pacientes a los que se les va a realizar un cateterismo cardiaco por sospecha o certeza de cardiopatía isquémica.

2. **Consulta de paciente estructural**

   Se incluyen todos los pacientes que presenten patología estructural donde se requiere el implante de un dispositivo, englobando patología valvular y de las diferentes cavidades cardiacas. Se incluyen también procedimientos realizados en las diferentes cavidades como la biopsia endomiocárdica y el cateterismo derecho.

   En este tipo de consultas, se debe añadir un diferente manejo de la anticoagulación, así como consejos previos de la toma de medicación y ayuno en aquellos que se realizan con soporte de anestesista.

También se pueden clasificar en visitas pre-intervención y visitas posintervención.

4. ESTRUCTURA DE LA CONSULTA DE HEMODINÁMICA

4.1 REVISIÓN HISTORIA CLÍNICA

Previa a la entrevista, la enfermera recopila la información completa sobre la historia clínica del paciente. Se centrará en revisar: procedimiento a realizar, antecedentes patológicos, comorbilidades, analítica reciente, medicación habitual, alergias, síntomas actuales y tratamientos previos para identificar posibles factores de riesgo y patologías subyacentes que interfieran en la intervención.

- Dependiendo del **procedimiento a realizar** hay que tener en cuenta los accesos vasculares necesarios, la necesidad de sedación, intubación, etc. Sólo conociendo las técnicas a realizar, podremos garantizar una correcta gestión de la consulta de enfermería y nos permitirá hacer énfasis en la revisión de los puntos más importantes a tener en cuenta.
- **Antecedentes patológicos:** se deben de tener en cuenta aquellos antecedentes patológicos que pueden variar nuestras pautas en la consulta de enfermería, como por ejemplo en los casos de pacientes con alto riesgo tromboembólico que hará que tengamos una gestión específica de la anticoagulación.
- **Analítica reciente:** Cuando se realiza la revisión analítica es importante que la última muestra no tenga una antigüedad superior a tres meses. Se debe revisar el hemograma (hemoglobina, hematocrito y plaquetas) y la bioquímica (especialmente la función renal) e INR en caso de que el paciente tome anticoagulantes orales.
- Las **alergias** deben ser revisadas, verificadas y registradas en el curso clínico u hoja de la consulta de enfermería de forma clara, para que el día del procedimiento sea fácil acceder a esta información.

Los tipos de alergia que más pueden impactar en hemodinámica son:

- **Alergias a medicamentos** que se puedan utilizar durante el procedimiento: antibióticos, anestésicos, heparina sódica, etc. Si se da el caso, debe remarcarse y buscar una alternativa para tenerla preparada el día de la intervención. Si es necesario se puede realizar una interconsulta con farmacia.
- **Alergia a ácido acetilsalicílico:** es una alergia importante sobre todo en pacientes isquémicos ya que, en función del resultado del procedimiento, podría requerir de su tratamiento de forma crónica o deberá cambiarse a otro antiagregante. Generalmente estos pacientes deben haberse enviado a la consulta de alergología para valoración de la alergia previa al procedimiento y, en caso necesario, programar la desensibilización. Se debe comprobar que ésta visita se haya realizado y si no es así solicitarla previa al procedimiento.
- **Alergia al contraste yodado:** Esta alergia puede llegar a ser grave si le administramos contraste yodado a un paciente alérgico sin estar premedicado. En la consulta de enfermería se le entrega y explica el protocolo de profilaxis a rea-

lizar el día del procedimiento y se le facilita la medicación para que la tome. Se recomienda dar la pauta por escrito para disminuir errores.

- **Alergia al látex:** en el caso de alergia al látex se debe seguir el protocolo de cada centro. El protocolo puede comportar en algunos centros limpieza diferente y/o premedicación. Se debe conocer cuáles son los materiales que hay en la sala de hemodinámica que contienen látex, para no utilizarlos.

4.2 ENTREVISTA AL PACIENTE

La entrevista debe ser semiestructurada o semidirigida, donde el contenido esté parcialmente predeterminado por el profesional, pero hay libertad en el desarrollo de la entrevista. Se generan preguntas abiertas dando oportunidad a recibir más matices de respuesta.

Los objetivos de la entrevista son:

- **Valoración:** recoger datos que nos permitan identificar las necesidades y problemas reales o potenciales del paciente.
- **Intervención:** aplicar planes de cuidados y protocolos estandarizados por el hospital de cara a la intervención.

4.3 EXPLORACIÓN FÍSICA Y PRUEBAS AL PACIENTE

Se centra en realizar una valoración integral al paciente.

Se comprueban los accesos para el procedimiento (palpación de pulsos radiales con test de Allen y femorales), peso y talla y extracción de analítica en caso de que fuera necesario.

En la revisión de vías de acceso debemos tener especial atención con los pacientes que tienen antecedentes de vasculopatía periférica, intervenidos de bypass coronario, linfadenectomías, fístulas arteriovenosas, bypass femoral, etc.

4.4 INFORMACIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Este aspecto es muy importante en este tipo de visita, ya que en muchas ocasiones el paciente no sabe exactamente qué se le va a realizar ni por qué, ya sea por falta de información o dificultad de comprensión.

Esta visita sirve para resolver dudas sobre la información que se le ha dado cuando se le pidió la prueba por parte de su cardiólogo clínico. Podemos reforzar esta información, facilitando algún tríptico informativo, o mostrándole imágenes en el ordenador relacionadas con el procedimiento que se le va a realizar.

Si se tiene oportunidad, es beneficioso para los pacientes realizar un tríptico propio de cada centro que, además de explicar el procedimiento, pueda explicar la importancia de la adherencia terapéutica, en qué consiste la enfermedad, qué debe traer el día de

la prueba y qué signos de alarma debe tener en cuenta. Mostramos ejemplo del tríptico diseñado por enfermeros del Hospital Universitario de Bellvitge a pacientes que se van a realizar un cateterismo o angioplastia **(figura 2)**.

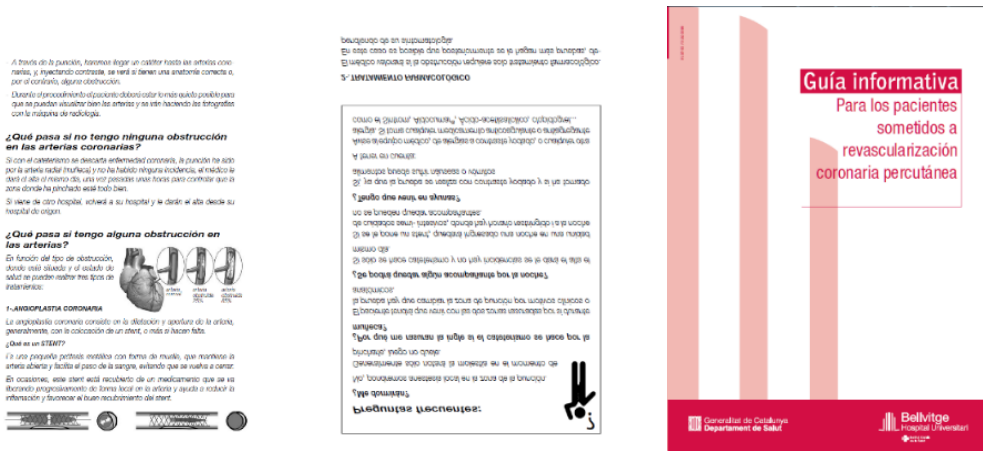


Figura 2. Diferentes páginas del tríptico: guía informativa para los pacientes sometidos a revascularización coronaria percutánea. Hospital Universitario de Bellvitge.

El hecho de que el paciente y familia hayan tenido la oportunidad de establecer un primer contacto durante la entrevista con una enfermera del servicio de hemodinámica, vean el servicio donde se le realizará, o la sala donde esperará, ayuda a disminuir la ansiedad tanto del paciente como de la familia.

Se le facilitará información sobre la preparación pre-intervencionismo (ayuno, higiene, rasurado, medicación que deben tomar y/o dejar de tomar), el tipo de anestesia que se va a realizar, cuáles van a ser los accesos que se van a utilizar, cuando podrá movilizarse, si se quedará ingresado y/o cuánto tiempo durará aproximadamente el procedimiento.

También es importante que tenga información previa sobre el circuito intrahospitalario que realizará después del procedimiento, ya que suele ser una cuestión que les preocupa mucho para la organización familiar. Cuántas horas estará en el hospital, si se podrá ir de alta el mismo día o quedará ingresado (días de ingreso esperados), donde ingresará, así como informar de lo que tiene que traer al hospital el día de la intervención.

A los pacientes que toman medicación muy específica, es recomendable pedirles que la traigan, así como su máquina de ventilación no invasiva en pacientes con SAOS (síndrome de apnea obstructiva del sueño) que la precisen y vayan a estar una noche ingresados.

También se le facilitará información general sobre los cuidados de los accesos vasculares posprocedimiento.

4.5 RESOLUCIÓN DE DUDAS Y PREGUNTAS

Debemos confirmar que el paciente ha entendido nuestra información, así como dejar un tiempo y espacio para que nos plantee dudas que le hayan surgido.

4.6 VALORACIÓN Y COORDINACIÓN MULTIDISCIPLINAR O CON OTROS SERVICIOS

En todos los pacientes realizaremos una valoración previa a nivel global sobre diferentes aspectos:

- Limitaciones a nivel de cuidador o al alta.
- Necesidad de coordinación con otros servicios como diálisis, centro sociosanitario, ambulancias, nutricionista, rehabilitación, etc.
- En algunos procedimientos estructurales, como TAVI o clip mitral, es frecuente la realización de una valoración geriátrica, deterioro cognitivo y fragilidad, que pueden ayudar en el heart team a tomar decisiones.

5. CONSULTA DE ENFERMERÍA EN HEMODINÁMICA POSPROCEDIMIENTO

Pese a que el número de complicaciones es bajo, podemos encontrar complicaciones vasculares, radiodermitis, insuficiencia renal, oclusiones radiales...

La finalidad puede ser comprobar si hay complicaciones, pero también puede ser de resolución de dudas, reinicio de actividad o, como en el caso de los programas de alta ambulatoria el mismo día de seguridad para comprobar cómo están yendo los pacientes dentro de ese programa.

Los puntos a valorar en la visita de seguimiento pueden ser muy variables en función de la intervención realizada.

PACIENTES ISQUÉMICOS

- Interroga sobre su estado general, aparición o no de dolor torácico.
- Valora el estado de los accesos vasculares.
- Interroga al paciente sobre la aparición de lesiones por radiodermitis, en pacientes con dosis altas de radiación.
- Revisa la adherencia al tratamiento del paciente.
- Cursa y revisa el control analítico post en pacientes con IR y dosis alta de contraste.

PACIENTES ESTRUCTURALES

- Interroga al paciente sobre su estado general, la mejora o no de los síntomas.
- Realiza una valoración del estado de los accesos vasculares.
- Revisa la adherencia al tratamiento del paciente.
- Revisa y confirma que el paciente tenga programadas las pruebas de control post (eco, analíticas...).

La información recogida en las visitas de control posprocedimiento nos ofrece, además, un feedback importante para poder modificar o cambiar algunas pautas o protocolos de nuestras unidades, con la finalidad de disminuir la aparición de complicaciones (horas de reposo, pautas al alta...) mejorando así nuestra calidad asistencial y disminuyendo los costos en salud.

6. CONCLUSIONES

Indudablemente la consulta de enfermería se ha convertido en una parte indispensable durante el proceso del paciente sometido a intervencionismo cardiológico para todos aquellos servicios que la han iniciado.

No solo ofrece beneficios al paciente, empoderándolo sobre su salud, disminuyendo su ansiedad y mejorando su satisfacción facilitándole toda la información necesaria previa al procedimiento, sino también para su organización posprocedimiento. Asimismo, disminuye complicaciones, gracias a la educación sanitaria facilitada, refuerzo de la adherencia terapéutica, resolución de dudas, etc.

A nivel organizativo, se reduce claramente anulaciones del mismo día por problemas relacionados con toma de medicación, no coordinación con otras pruebas del paciente, etc. También se garantiza las mejores condiciones y material necesario para el paciente, conociendo toda su información previamente.

A nivel de enfermería, pese a ser un gran esfuerzo organizativo y de formación inicialmente, la consulta de enfermería también acerca a su enfermería con el paciente, haciendo comprender la importancia de nuestro papel en todo el proceso. También se establecen sinergias positivas y enriquecedoras de trabajo con otros profesionales.

Ante nosotros se abre un nuevo campo de actuación y nuevas líneas de investigación para alcanzar consensos basados en pruebas que redundarán en mayor seguridad de nuestros pacientes.

BIBLIOGRAFÍA

1. Calvo E, Gutiérrez M. Tema 21. *Consulta de enfermería en Cardiología Intervencionista. IV Máster de enfermería de hemodinámica y cardiología intervencionista*. 2023.
2. David Vivas D, Roldán I, Ferrandis R et al. *Manejo perioperatorio y periprocedimiento del tratamiento antitrombótico:* documento de consenso de SEC, SEDAR, SEACV, SECTCV, AEC, SECPRE, SEPD, SEGO, SEHH, SETH, SEMERGEN, SEMFYC, SEMG, SEMICYUC, SEMI, SEMES, SEPAR, SENEC, SEO, SEPA, SERVEI, SECOT y AEU. Rev Esp Card. 2018; 71 (7): 553-564. DOI: https://doi.org/10.1016/j.recesp.2018.01.001
3. Picou K, Heard DG, Shah PB, Arnold SV. *Exploring experiences associated with aortic stenosis diagnosis, treatment and life impact among middle-aged and older adults*. J Am Assoc Nurse Pract. 2022 May 1;34(5):748-754. doi: 10.1097/JXX.0000000000000714.

CAPÍTULO XV

ANEXOS

Asociación Española de
Enfermería en Cardiología

ANEXO I

ALGORITMOS DE LA RCP

Milagros Ruiz Sierra, Alexandra Soley Martínez,
Eduard Pijuan Jiménez, Ana Gutiérrez Siles

Hospital Universitario Parc Taulí. Sabadell.

1. INTRODUCCIÓN

La **parada cardiorrespiratoria** (PCR) se trata del cese repentino e inesperado de la actividad cardiaca. Cuando esto ocurre, el flujo sanguíneo deja de nutrir al cerebro y resto de órganos pudiendo ocasionar daños irreparables[1,2].

La **reanimación cardiorrespiratoria** (RCP) temprana, ya sea intra- o extrahospitalaria, es vital para el abordaje de la PCR. Distinguimos dos tipos de RCP, la básica y la avanzada. Se entiende por **RCP básica** aquellas maniobras encaminadas a revertir la PCR, que se realizan para sustituir las funciones circulatoria y respiratoria, y así evitar la muerte por lesión irreversible de órganos vitales, sin ningún material y que pueden ser ejecutadas por cualquier persona. La **RCP avanzada** se describe como todas aquellas medidas que se aplican para el tratamiento definitivo de la PCR: vía aérea y ventilación, accesos vasculares, fármacos y líquidos, diagnóstico y tratamiento de las arritmias[3,4].

La PCR es la tercera causa de muerte en Europa, siendo el síndrome coronario agudo la causa más frecuente de PCR extrahospitalaria[5,6]. La incidencia anual de PCR extrahospitalaria en Europa es de 67-170 casos por cada 100.000 habitantes, mientras que la PCR intrahospitalaria presenta una ratio de entre 1,5 y 2,8 casos por cada 1.000 ingresos hospitalarios. Se estima que en España se producen anualmente unas 50.000 PCR, de las que 30.000 son de carácter extrahospitalario[2,7]. Las tasas de supervivencia al alta en Eropa son en promedio del 8% para las PCR extrahospitalarias y de entre el 15-34% para las PCR intrahospitalarias.

2. SOPORTE VITAL AVANZADO ADULTO

2.1 NUEVAS ACTUALIZACIONES DE LAS GUÍAS

Las últimas guías destacan lo siguiente: se mantiene la prioridad de las compresiones torácicas, la desfibrilación precoz y el tratamiento de las causas reversibles. Se da un mayor énfasis en el manejo pre-PCR, ya que muchas PCR tienen signos premonitorios, por lo que se podrían evitar. Por otro lado, se valora la incorporación de nuevas técnicas y dispositivos en el soporte vital avanzado (SVA), aunque aún se precise mayor evidencia. Finalmente, se evalúa la eficacia de ciertos tratamientos farmacológicos[5,8,9].

2.2 ALGORITMO DEL SOPORTE VITAL AVANZADO

En la **figura 1** se expone el algoritmo completo del SVA en adultos.



Figura 1. Algoritmo del soporte vital avanzado adulto[6].

Fuente: Perkins GD. SEMICYUC. 2021

2.2.1 Compresiones torácicas

Las compresiones torácicas deben iniciarse lo antes posible ante una PCR. Con la compresión manual se consigue una estimulación para mantener la función contráctil del corazón, pudiendo así mantener la presión sanguínea para que siga llegando sangre oxigenada a los órganos y así disminuir el posible daño tisular.

Estas deben realizarse en la mitad inferior del esternón, situado en el centro del pecho, con una profundidad de mínimo 5 cm no superando los 6 cm, a un ritmo de 100-120 compresiones por minuto (cpm), evitando quedarse apoyado sobre el pecho para facilitar la expansión del tórax entre compresiones[5,8,10].

Cada 2 minutos se deben parar las compresiones para valorar el ritmo del individuo. En caso de seguir en PCR se deben reanudar lo antes posible. Las compresiones deben realizarse con el mínimo número de interrupciones[5,8,10].

2.2.2 Desfibrilación manual

En la PCR es posible que se detecte un ritmo desfibrilable, a este se le debe de administrar una descarga precoz con el objetivo de restablecer un ritmo eficaz.

La descarga eléctrica se recomienda realizar mediante los parches adhesivos. Estos se deben colocar en posición anterolateral. Si hay un dispositivo implantable, se debe colocar el electrodo a unos 8 cm de distancia o en una posición alternativa (anteroposterior o biaxilar)[5,8].

La primera descarga debe ser de 150 J si se trata de una onda bifásica rectilínea o exponencial truncada, mientras que, si es bifásica pulsada, debe ser de 120-150 J. En el caso de que el reanimador desconozca los parámetros recomendados, se debe realizar la descarga con la energía más alta[5,8].

Al realizar una descarga, se deben retirar los dispositivos que suministran oxígeno y se deben cesar las maniobras. Es imprescindible mantener las compresiones mientras el dispositivo carga y reanudarlas inmediatamente después de la descarga, minimizando las pausas. Si las compresiones las realiza un dispositivo mecánico, se puede realizar la descarga sin interrumpirlas[5].

Se debe realizar una única descarga cuando esté indicado, seguida de 2 minutos de RCP. Solo se deben realizar tres descargas consecutivas si el ritmo inicial es desfibrilable y es presenciado con un desfibrilador inmediatamente al alcance[5].

En situación de que no se haya revertido o se detecte nuevamente un ritmo desfibrilable, se debe considerar aumentar la energía de la siguiente descarga. Por el contrario, se debe valorar cambiar la posición de los parches[5].

2.2.3 Ritmos SVA

En una PCR se pueden distinguir diferentes ritmos:

- **Ritmos no desfibrilables:** requieren maniobras de RCP y uso de adrenalina. Se incluye la asistolia y la actividad eléctrica sin pulso (AESP).
- **Ritmos desfibrilables:** precisan de la administración de una descarga eléctrica. Son los ritmos de mejor pronóstico. Se incluyen la fibrilación ventricular (FV) y la taquicardia ventricular sin pulso (TVSP).

Cada vez más, las guías refuerzan que previamente a la PCR existen signos premonitorios como algunas arritmias que pueden ser tratables[5]. Se distinguen:

- **Taquiarritmias:** se incluye la fibrilación auricular, *flutter* auricular, taquicardia supraventricular y taquicardia ventricular con pulso. Su tratamiento en pacientes inestables es la cardioversión eléctrica. Si este está estable, se pueden valorar medidas farmacológicas.
- **Bradiarritmias:** se incluye la bradicardia con signos adversos. El tratamiento de elección es el farmacológico y, si este es ineficaz, la colocación de un marcapasos transcutáneo o intravenoso (IV).

2.2.4 Vía aérea

La obstrucción de la vía aérea puede ser causa de PCR. Si el cuerpo extraño no puede ser extraído o la persona no recupera la respiración espontánea, se deben mantener las compresiones alternando con la ventilación de rescate.

Las ventilaciones se realizan intercaladas en un intervalo de 30 compresiones y 2 ventilaciones sucesivamente hasta completar los 2 minutos del ciclo (30:2)[5,8].

Se debe iniciar la ventilación de rescate con el dispositivo más apropiado, ya sea con una mascarilla facial conectada a una bolsa autoexpandible o hasta conseguir una ventilación con técnicas avanzadas por parte de personal sanitario experto, como la colocación de un dispositivo supraglótico (DSG) o la intubación orotraqueal (IOT). Las guías marcan como objetivo no superar los 5 segundos de pausa en las compresiones para la IOT. Una vez realizada la intubación, las compresiones torácicas se mantendrán sin hacer pausas para la ventilación[5].

Un parámetro indicador de una correcta colocación del tubo orotraqueal, además de la elevación del tórax de forma simétrica, será la onda de capnografía[5].

La fracción de oxígeno inspiratoria (FiO_2) durante la RCP inicialmente debe ser lo más alta posible, para asegurar una mayor oxigenación, y mantener una frecuencia respiratoria (FR) de 10 respiraciones por minuto (rpm)[5].

2.2.5 Farmacología

Ante una parada PCR, el acceso de elección para administrar medicación debe ser el IV. Si no es factible, se debe considerar el acceso intraóseo (IO).

- **Fármacos vasopresores**[5,8,9]
  - ✓ **Adrenalina**
    - Administrar 1 mg IV (IO) lo antes posible, en ritmo no desfibrilable.
    - Administrar 1 mg IV (IO) tras la tercera descarga, en ritmo desfibrilable.
    - Repetir 1 mg IV (IO) cada 3-5 minutos mientras se continúe el SVA.
  - ✓ **Vasopresina**
    - El uso de la vasopresina o la vasopresina con metilprednisolona no ha demostrado una superioridad a la adrenalina.
- **Fármacos antiarrítmicos**[5,8,9]
  - ✓ **Amiodarona**
    - Administrar 300 mg IV (IO) en bolo después de la tercera descarga.
    - Administrar una dosis de 150 mg IV (IO) después de la quinta descarga.
  - ✓ **Lidocaína**
    - Utilizar 100 mg IV (IO) si no se dispone de amiodarona o se ha tomado una decisión local.

- Administrar un bolo adicional de 50 mg tras la quinta descarga.
- En las guías, el **bicarbonato sódico**, el **sulfato de magnesio** y el **cloruro cálcico** no son recomendados para su uso rutinario en las PCR[5,8,9].

- **Fármacos trombolíticos**[5]
  - ✓ Debe considerarse si la PCR es causada por un embolismo pulmonar agudo probado o sospechado.

2.2.6 *Ecografía*

El POCUS-CA (*Point of Care Ultrasound in Cardiac Arrest*) es una herramienta cada vez más utilizada para diagnosticar causas reversibles de la PCR. Sin embargo, no se recomienda su uso de manera rutinaria y únicamente se aconseja si la realiza un operador experimentado. Es trascendental que el uso del ecógrafo no tenga un impacto negativo en la calidad de la RCP sumando interrupciones o prolongando las pausas de las compresiones torácicas[5,8,9].

2.2.7 *RCP mecánica*

El uso de dispositivos mecánicos de compresión torácica únicamente se debe considerar cuando no se puede garantizar la seguridad del operador o bien no se puede, realizar compresiones manuales de calidad. Su aplicación debe realizarse por personal entrenado para minimizar las interrupciones[5,8].

2.2.8 *RCPe*

La RCP extracorpórea (RCPe) debe valorarse como una terapia de rescate en pacientes en PCR refractaria en los que las medidas habituales del SVA no han sido exitosas y que se sospecha que la PCR es de causa reversible. También debe considerarse en casos en los que se pueda contribuir a que se lleven a cabo otras intervenciones simultáneas como una angiografía[5,8,9].

2.2.9 *4H 4T*

Ciertas PCR son reversibles; se pueden dividir según la regla de las 4H y las 4T:

- **Las 4H**
  - ✓ **Hipoxemia:** se debe priorizar una ventilación eficaz con la máxima FiO_2 disponible.
  - ✓ **Hipovolemia:** se debe orientar a detener la pérdida de volumen intravascular o restaurar la volemia para revertir la situación.
    - **Parada cardiaca traumática:** se debe dar preferencia a la toracotomía de resucitación.
    - **Anafilaxia:** se debe restablecer la ventilación y la hemodinámica.
    - **Sepsis:** se debe administrar la máxima concentración de FiO_2 seguido de IOT, solución cristaloide IV y antibióticos precozmente.

- ✓ **Hipo-/hiperpotasemia:** se deben restablecer los valores de potasio en sangre dentro de la normalidad.
- ✓ **Hipo-/Hipertermia:** se debe evitar su progresión o revertirla lo antes posible con medidas físicas o farmacológicas.

- **Las 4T**
  - ✓ **Neumotórax a tensión:** se debe drenar lo antes posible mediante toracotomía abierta en caso de PCR o hipotensión grave.
  - ✓ **Tóxicos:** se prioriza el manejo de la sintomatología y la vía aérea. Se debe administrar el antídoto si se dispone y, si no, se deben valorar otras vías de eliminación para la descontaminación forzada.
  - ✓ **Taponamiento cardiaco:** se debe drenar el pericardio de inmediato. En PCR se debe realizar una toracotomía o pericardiocentesis.
  - ✓ **Trombosis:** se debe extraer o lisar el trombo lo antes posible.
    - ▫ **Tromboembolismo pulmonar:** se debe tratar con fármacos trombolíticos, embolectomía quirúrgica o trombectomía mecánica percutánea. Si persiste la PCR tras la trombólisis, se debe continuar la RCP al menos 60-90 minutos antes de suspenderla.
  - ✓ **Trombosis coronaria:** se distingue con dos tipologías:
    - ▫ **Retorno de la circulación espontánea (RCE) sostenida**:
      - * **IAMCEST:** se debe realizar una ICP primaria urgente en <120 minutos desde el diagnóstico o iniciar la trombólisis prehospitalaria y traslado a un centro para la ICP.
      - * **IAMSEST:** se debe llevar a cabo una coronariografía urgente (<120 minutos) cuando se sospeche de isquemia miocárdica persistente o en presencia de inestabilidad hemodinámica o eléctrica.
    - ▫ **Retorno de la circulación espontánea no mantenida**:
      - * **No fútil:** se debe considerar el traslado a un centro para ICP sin dejar de realizar la RCP.
      - * **Fútil:** la RCP se suspenderá.

2.2.10 Salas de hemodinámica cardiaca: algoritmo modificado

Las guías contemplan ciertas localizaciones con consideraciones especiales para el algoritmo, entre ellas están las salas de hemodinámica cardiaca. Si acontece una PCR en las salas, se procederá a aplicar el algoritmo modificado. En caso de ritmo desfibrilable se debe realizar hasta tres descargas consecutivas y, si no se logra la RCE, se debe seguir el algoritmo de SVA. Además, se debe considerar el uso del compresor torácico mecánico o soporte circulatorio[5].

2.3 ALGORITMO POSRESUCITACIÓN

Después de la resucitación cardiopulmonar, es fundamental proporcionar unos cuidados que contribuyan a la supervivencia y reducción de las secuelas. Todo el conjunto de actividades se debe centrar en un enfoque ABCDE, incluyendo la realización de una coronariografía emergente si se sospecha que la PCR sea de origen cardiológico, el manejo de la temperatura, el uso de un pronóstico neurológico multimodal y la evaluación de secuelas físicas y psicológicas[5,8,9].

2.4 CONSIDERACIONES ÉTICAS

Las consideraciones éticas en la RCP son fundamentales para los profesionales de la salud. La RCP se considera como una terapia condicionada donde se deben implementar criterios para el mantenimiento y finalización de la RCP teniendo en cuenta el contexto legal, organizativo y cultural local específico. Además, el líder de la reanimación debe considerar la autonomía y la dignidad de la víctima, evitando la obstinación terapéutica y tomando decisiones rápidas[5,9].

3. SOPORTE VITAL AVANZADO PEDIÁTRICO

3.1 ALGORITMO DEL SOPORTE VITAL PEDIÁTRICO

En la **figura 2** se expone el algoritmo del SVA pediátrico (SVAP). El SVAP es una actividad en equipo y se deben realizar varias intervenciones en paralelo[5].

3.1.1 Compresiones torácicas

Ante una PCR en un niño, las compresiones torácicas deben iniciarse tras las ventilaciones de rescate. Las compresiones deben realizarse en la mitad inferior del esternón, a un ritmo de 100-120 cpm. La profundidad no debe superar los 6 cm. Es imprescindible que se libere toda la presión del tórax entre las compresiones para permitir su expansión completa[5].

La técnica de compresión pediátrica debe depender del tamaño y edad del niño. En lactantes, las compresiones deben realizarse con la técnica de dos pulgares o de dos dedos. Y en niños mayores de 1 año, dependiendo del alcance y tamaño de las manos del reanimador, debe aplicarse la técnica con una o dos manos[5].

Cada 2 minutos, se deben cesar las compresiones para evaluar el ritmo, en caso de seguir en PCR se reanudarán lo antes posible. Las compresiones deben realizarse con las mínimas interrupciones. Se debe destacar que, si se trata de niños que parecen adultos, se debe valorar aplicar el algoritmo de SVA adulto[5].

SOPORTE VITAL AVANZADO PEDIÁTRICO

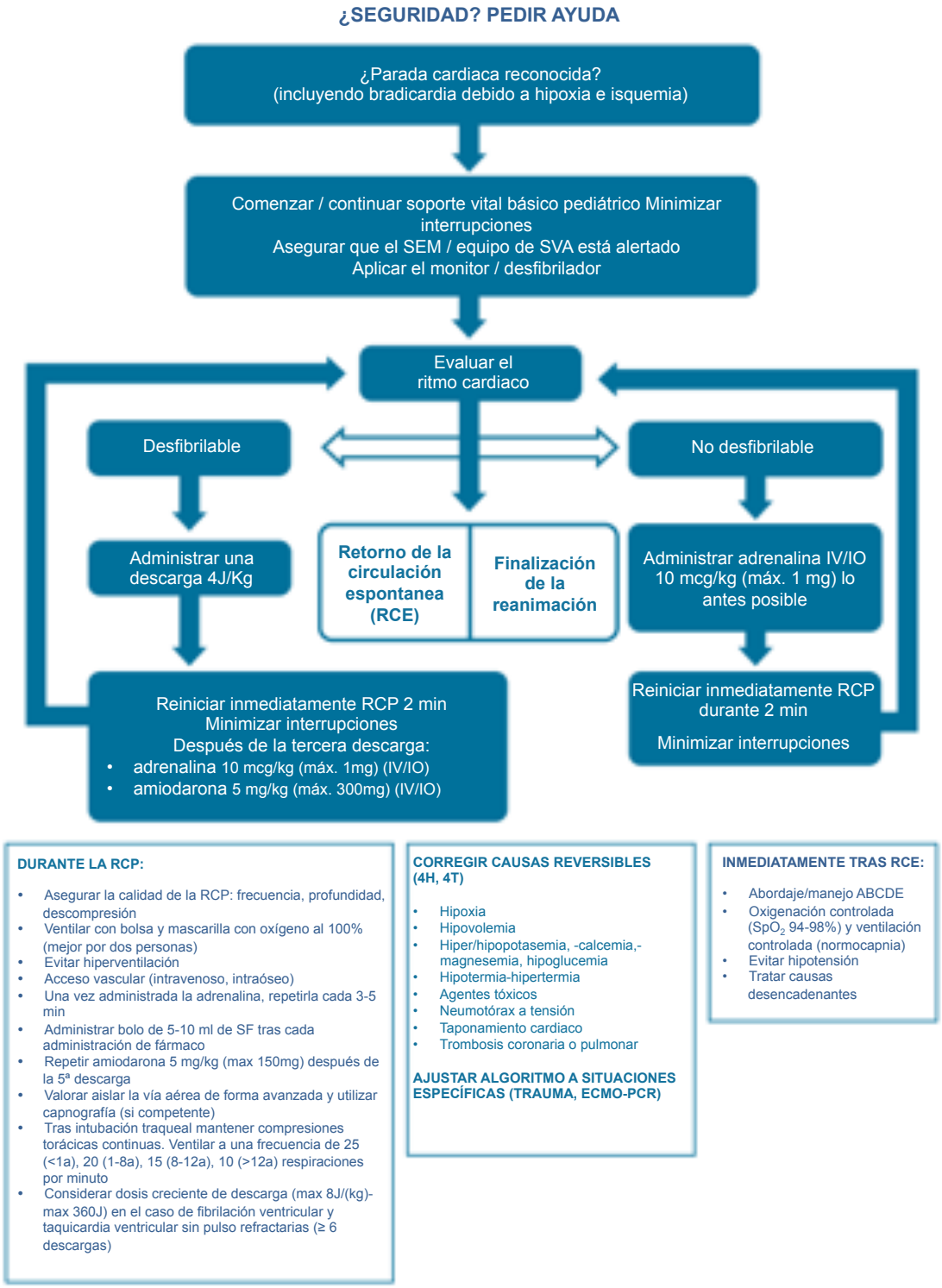


Figura 2. Algoritmo de soporte vital avanzado pediátrico[6]. Fuente: Perkins GD. SEMICYUC. 2021

3.1.2 Desfibrilación manual

Ante un ritmo desfibrilable, se debe administrar una descarga para revertirlo lo antes posible. El uso de los parches autoadhesivos es la práctica recomendada. Estos se deben colocar en la posición anterolateral o en la anteroposterior[5].

La energía depende del peso del niño. Se debe utilizar una energía de 4 J/kg como dosis estándar, considerando aumentar gradualmente hasta 8 J/kg en caso de más de cinco descargas. No se debe sobrepasar la energía de 360 J[5].

Cuando se realice una descarga debe hacerse de forma segura. Se deben mantener las compresiones mientras el dispositivo carga y reanudarse inmediatamente después de la descarga. Debe realizarse una única descarga cuando esté indicado seguida de 2 minutos de RCP[5].

3.1.3 Ritmos SVA

En una PCR pueden distinguirse diferentes ritmos:

- **Ritmos no desfibrilables:** requieren de maniobras de RCP y uso de adrenalina. Se incluye la asistolia, la AESP y la bradicardia.

  En niños, la bradicardia con frecuencias cardiacas <60 lpm se incluyen, ya que son el resultado de hipoxia o isquemia, por lo que precisan de RCP.

- **Ritmos desfibrilables:** precisan de la administración de una descarga. Son los ritmos de mejor pronóstico. Se incluyen la FV y la TVSP.

3.1.4 Vía aérea

En pediatría se inicia el algoritmo con ventilaciones de rescate ya que muchas de las PCR son producidas por una parada respiratoria. En una PCR, se deben realizar 5 ventilaciones, seguidas de la secuencia de intercalar 15 compresiones con 2 ventilaciones hasta completar los 2 minutos del ciclo (15:2)[5].

Se debe ventilar al niño con el dispositivo más adecuado, ya sea con una mascarilla facial conectada a una bolsa autoexpandible o con la optimización temprana de la vía aérea. Si se asegura la vía aérea con un DSG o IOT, las ventilaciones deben ser continuadas sin coordinarse con las compresiones[5].

La FiO_2 administrada debe mantenerse al 100% durante la RCP. Las ventilaciones deben aproximarse al límite inferior de la FR según la edad: 25 rpm en lactantes, 20 rpm en >1 año, 15 rpm en >8 años y 10 rpm en >12 años. Es importante que se evite hiperventilar al niño ya sea por FR o volumen[5].

3.1.5 Farmacología

Se debe asegurar un acceso para la administración de fármacos durante la RCP, la IV o IO. Debe administrarse un bolo de 5-10 ml de suero tras cada infusión.

- **Fármacos vasopresores**[5]
  - ✓ **Adrenalina**
    - Administrar 10 mcg/kg (máx. 1 mg) IV (IO) lo antes posible en ritmo no desfibrilable.
    - Administrar 10 mcg/kg (máx. 1 mg) IV (IO) tras la tercera descarga.
    - Repetir adrenalina cada 3-5 minutos mientras continúe el SVA.
- **Fármacos antiarrítmicos**[5]
  - ✓ **Amiodarona**
    - Administrar 5 mg/kg (máx. 300 mg) IV (IO) tras la tercera descarga.
    - Administrar 5 mg/kg (máx. 150 mg) IV (IO) tras la quinta descarga.

3.1.6 Ecografía

Se puede emplear la ecografía con la finalidad de identificar causas reversibles. Es imprescindible que su uso no aumente las pausas ni afecte a la calidad de la RCP, por lo que la ecografía debe organizarse según las pausas de ventilación o valoración del ritmo. Solo debe realizarse por personal experto[5].

3.1.7 RCPe

La RCPe debe considerarse cuando la PCR sea por causas conocidas, reversibles y el SVA no conduce a la RCE. Además, si el niño padece de insuficiencia cardiorrespiratoria descompensada puede beneficiarse de la RCPe para dar soporte a los órganos y poder evitar que desencadene una PCR[5].

BIBLIOGRAFÍA

1. American Heart Association. *Cardiac arrest* [Internet]. Heart.org; 2024 [cited 2024 Mar 30]. Available from: https://www.heart.org/en/health-topics/cardiac-arrest
2. Torres-Zafra J, Poveda-Henao CM, Niño-Ramírez L, González-Quintero J. *Lesión cerebral post paro cardiaco: aspectos médicos, éticos y legales. Acta Neurol Colomb* [Internet]. 2023 [cited 2024 Mar 30];39(1):57-68. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-87482023000100057&lng=en
3. Sánchez-Perales F, Rubio-Gribble B, Pérez-Lescure Picarzo J, Bueno-Campaña M. *Reanimación cardiopulmonar avanzada*. In: AEPap, editor. *Curso de Actualización Pediatría 2005*. Madrid: Exlibris Ediciones; 2005. p. 141-57. [cited 2024 Mar 30]. Available from: https://www.aepap.org/sites/default/files/rcp_avanzada.pdf
4. Coma-Canella I, García-Castrillo Riesgo L, Ruano Marco M, Loma-Osorio Montes Á, Malpartida de Torres F, Rodríguez García JE. *Guías de actuación clínica de la Sociedad Española de Cardiología en resucitación cardiopulmonar*. Rev Esp Cardiol. 1999 [cited 2024 Mar 30];52(8):589-603. Available from: https://www.revespcardiol.org/es-guias-actuacion-clinica-sociedad-espanola-articulo-X0300893299001528

5. Byrne R, Rossello X, Coughlan JJ, Barbato E, Berry C, Chieffo A, et al. *2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes*. Eur Heart J. 2023 [cited 2024 Mar 30];44(38):3720-826. Available from: https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehad191

6. Perkins GD, Graesner JT, Semeraro F, Olasveengen T, Soar J, Lott C, et al. *European Resuscitation Council Guidelines 2021: Resumen ejecutivo* [Internet]. SEMICYUC; 2021 [cited 2024 Mar 30]. Available from: https://semicyuc.org/wp-content/uploads/2021/09/RCP-Guias-ERC-2021-01-Resumen-Traduccion-oficial-CERCP.pdf

7. Perales Rodríguez de Viguri N, del Nogal Sáez F. Consejo Español de Resucitación Cardiopulmonar (CERCP). *Una estrategia para el sistema nacional de salud ante la parada cardiaca. 2019* [cited 2024 Mar 30]. Available from: https://www.cercp.org/wp-content/uploads/2022/05/propuesta_estrategia_parada_cardiaca.pdf

8. Berg KM, Bray JE, Ng K-C, Liley HG, Greif R, Carlson JN, et al. *2023 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care Science With Treatment Recommendations: Summary from the basic life support; Advanced life support; Pediatric life support; Neonatal life support; Education, implementation, and teams; And first aid task forces*. Circulation [Internet]. 2023;148(24). [citado 30 de marzo de 2024]. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1161/cir.0000000000001179

9. American Heart Association *Focused Update on Adult Advanced Cardiovascular Life Support: An update to the American heart association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care*. Circulation [Internet]. 2024;149(5). [citado 30 de marzo de 2024]. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1161/cir.0000000000001194

10. Soar J, Böttiger BW, Carli P, Couper K, Deakin CD, Djärv T, et al. *European Resuscitation Council Guidelines 2021: Adult advanced life support*. Resuscitation [Internet]. 2021;161:115-51. [citado 30 de marzo de 2024]. Disponible en: https://www.cprguidelines.eu/assets/guidelines/European-Resuscitation-Council-Guidelines-2021-Ad.pdf

ANEXO II

LISTAS DE VERIFICACIÓN DE INTERVENCIÓN (*CHECKLISTS*)

Natalia Jiménez Gómez(-**-‡), Sara Melado Corral(*), Amparo García Morales(*), Edith Alarcón Balbín(**), Marta Moraleda Fraile(‡), Marta Galán Redondo(‡)*

(*)Hospital Universitario HM Montepríncipe. Boadilla del Monte. (**)Hospital Universitario HM Sanchinarro. Madrid. (‡)Hospital Universitario HM Puerta del Sur. Móstoles.

1. INTRODUCCIÓN

Al menos un 10% de los pacientes hospitalizados presentan un evento adverso relacionado con procedimientos intervencionistas y se estima que la mitad de estos eventos podrían ser prevenibles utilizando los estándares de atención vigentes[1].

El incremento del número de procedimientos de intervencionismo cardiaco junto con una creciente complejidad debe acompañarse de un aumento en la seguridad de las intervenciones, con compromiso de todos los profesionales implicados, que permita garantizar los estándares de seguridad.

OBJETIVOS Y BENEFICIOS DE UTILIZAR *CHECKS-LISTS* EN LA PRÁCTICA CLÍNICA

Las listas de verificación de intervención (*check-lists*) son herramientas creadas para mejorar la seguridad y eficacia de los procedimientos. Su generalización ha demostrado beneficios clínicos con un contundente descenso de los eventos adversos prevenibles. En el presente capítulo describimos las principales evidencias de su eficacia, así como los modelos estandarizados aplicados a las salas de intervencionismo cardiaco.

2. IMPORTANCIA DE LAS LISTAS DE VERIFICACIÓN

2.1 MEJORA DE LA SEGURIDAD DEL PACIENTE: EVIDENCIA CIENTÍFICA

En el año 2008, la Organización Mundial de la Salud, consciente de la importancia de establecer protocolos para disminuir el número de eventos adversos, elaboró una lista de verificación de seguridad quirúrgica (LVQ) con 19 elementos, comprobando un notable descenso en la morbilidad y mortalidad hospitalaria tras su generalización[2]. De forma paralela, la ausencia de una lista de verificación demostró ser un factor predictor independiente de aumento de la tasa de eventos adversos[3].

Los estudios de efectividad de la LVQ han seguido mostrando beneficios en todos los escenarios; sin embargo, su efectividad se incrementa en el contexto de intervencio-

nes urgentes y complejas donde la experiencia del equipo resulta esencial en el éxito del proceso[4]. El incremento progresivo de procedimientos intervencionistas urgentes en el ámbito de la cardiología intervencionista, no solo en el contexto de la angioplastia primaria sino también en relación con la trombectomía en el TEP agudo y el tratamiento con asistencias ventriculares, hace especialmente relevante la aplicación de estos protocolos de seguridad en nuestro campo.

Además, se ha sugerido que, en una era de creciente complejidad de la atención, la implementación de listas de verificación podría servir como medio para mejorar la comunicación y el trabajo en equipo y, por ende, a mejorar los resultados de la intervención.

A pesar de estas evidencias, la implementación y el cumplimiento de los listados de verificación en los distintos centros es variable e inconsistente[5]. Varios estudios han analizado las barreras para su generalización, concluyendo que la falta de comunicación efectiva entre profesionales, el uso inadecuado del listado y el efecto de la jerarquía dentro del grupo de intervención podrían ser los factores que influyen negativamente en una implantación efectiva de las *check-lists*[6].

La mejoría de la comunicación y colaboración del equipo a través de listas de verificación aplicadas a cada procedimiento podría incrementar la seguridad del paciente con disminución de los efectos adversos e incremento en los resultados de la intervención[7].

2.2 ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL PROCEDIMIENTO: LEGISLACIÓN VIGENTE

La seguridad del paciente es un problema de salud pública y los profesionales de la salud, deben ser conscientes de la magnitud de este problema.

La creación de LVQ supone una condición necesaria para mejorar la seguridad de los pacientes pero no suficiente; su adecuada utilización en un equipo bien compensado garantiza que se reduzcan los eventos adversos evitables. Desde el Ministerio de Sanidad existen varias iniciativas que pretenden prevenir estos eventos (como la de Cirugía Segura) a través de LVQ estandarizadas. De forma paralela, la Sociedad Española de Anestesiología y Reanimación ha publicado diversos documentos de consenso para la aplicación de las LVQ a cada categoría de intervención[8].

2.3 REDUCCIÓN DE ERRORES Y OMISIONES

La estandarización y protocolización de los procesos asistenciales ha demostrado disminuir los errores en la atención médica, mejorar la seguridad de los procedimientos e incrementar el éxito de los resultados[9].

La ausencia de *check-lists* estandarizadas se ha relacionado con el incremento de eventos adversos y errores por omisión, de manera que la incorporación de listas de verificación a la práctica clínica resulta imprescindible en el marco clínico actual[3]. La cardiología intervencionista ha evolucionado en los últimos años desarrollando proce-

dimientos cada vez más complejos; sin embargo, la implementación de *check-lists* en este campo no está extendida y existe una importante carencia de su protocolización. En este contexto, el presente capítulo propone distintos modelos de listas de verificación en hemodinámica adaptadas a cada uno de los procedimientos específicos.

2.4 ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS: CERTIFICADOS DE CALIDAD: *JOINT COMISSION*

La Joint Comission es una organización no gubernamental, independiente y sin ánimo de lucro que acredita a más de 20.000 organizaciones sanitarias en Estados Unidos. Hoy en día, es la organización con más experiencia en acreditación sanitaria de todo el mundo. Su objetivo principal consiste en incrementar la seguridad de los procedimientos garantizando una adecuada calidad de atención.

Para conseguir su acreditación resulta imprescindible verificar el cumplimiento de *check-lists* adaptadas a cada tipo de intervención, basadas en la triple comprobación propuesta por la OMS:

1. Periodo de entrada (anterior al inicio de la intervención o Time in*)*

Durante la fase de "entrada", el coordinador de la *checklist* confirmará verbalmente con el paciente su identidad, el tipo de intervención, así como su consentimiento para ser intervenido. Verificará visualmente que se ha delimitado el sitio de acceso para el procedimiento y que el individuo tiene colocados una monitorización cardiaca (ECG), un pulsioxímetro y un manguito de presión. Además, revisará verbalmente con el resto del equipo posibles dificultades de la intervención repasando también las reacciones alérgicas que presenta el sujeto, factores de riesgo y tratamiento habitual del paciente.

2. Periodo de intervención ("pausa quirúrgica" o Time out*)*

En la pausa quirúrgica (junto antes del acceso vascular), todo el equipo confirmará en voz alta el tipo de intervención a utilizar, utilizando como guía las preguntas de la lista de verificación. Se confirmará si se han administrado profilácticos en los minutos anteriores (en el caso de procedimientos de intervencionismo estructural), así como la anticoagulación necesaria para la realización del procedimiento.

*3. Periodo de salida (*Sign Out*)*

En la etapa de "salida", todos los miembros del equipo revisarán la operación llevada a cabo y realizarán el recuento de material. También examinarán los problemas que pudieran haberse producido en relación con la intervención. Se anotarán las constantes de salida y, por último, antes de que el paciente salga de la sala, se repasarán los planes y aspectos principales del tratamiento postoperatorio y la recuperación. Una vez finalizado el procedimiento se hablará con el servicio de donde proviene el paciente para comentarle todo lo realizado en la sala de hemodinámi-

ca a su paciente (tratamiento realizado, medicación administrada durante este y si ha habido alguna complicación en el procedimiento).

3. COMPONENTES DE UNA LISTA DE VERIFICACIÓN

Independientemente del procedimiento intervencionista, toda lista de verificación de intervención debe contar con los siguientes apartados comunes:

- Identificación del paciente.
- Confirmación del procedimiento.
- Preparación del equipo y material necesario.
- Verificación de los consentimientos informados.
- Revisión de alergias y contraindicaciones.
- Control de medicación y dosis.
- Verificación de los resultados de pruebas previas.

4. LISTAS DE VERIFICACIÓN EN EL ÁMBITO DE LA CARDIOLOGÍA INTERVENCIONISTA

En nuestro ámbito concreto, enumeramos las *checklists* aplicadas a la sala de intervencionismo cardiaco, basadss en listas de verificación quirúrgicas validadas en distintos ámbitos:[10,11]

4.1 PRE-PROCEDIMIENTO

Elementos clave a verificar antes de iniciar el procedimiento

- Previo a la entrada del paciente en la sala comprobaremos el normal funcionamiento del equipo, el carro de paradas, desfibrilador, así como la medicación.
- A la entrada del paciente confirmaremos su identidad, confirmaremos alergias y RAMC previas e iniciaremos la monitorización.
- Comprobaremos la adecuada cumplimentación del consentimiento informado, y comprobaremos la permeabilidad de vías periféricas, así como la presencia de pulsos para valorar el acceso vascular de la intervención.
- Explicaremos brevemente al paciente la intervención, así como las pequeñas molestias que podrá presentar en cada paso.

Ejemplo de una lista de verificación pre-procedimiento

TABLA 1. *Checklist* entrada del paciente.

CHECKLIST ENTRADA DEL PACIENTE	
1. Verificar identidad del paciente.	
2. Confirmar alergias y reacciones adversas medicamentosas (investigar procedimientos previos con contraste).	
3. Comprobar consentimiento informado.	
4. Revisar antecedentes personales, factores de riesgo y confirmar medicación habitual.	
5. Comprobar cardiólogo emisor y comentar indicación de la intervención.	
6. Toma de constantes (ECG,PA y Sat O_2) y monitorización del paciente.	
7. Comprobar retirada de prótesis dental y objetos metálicos.	

TABLA 2. *Checklist* preparación de la sala. Revisiones reglamentarias.

CHECKLIST PREPARACIÓN DE LA SALA. REVISIONES REGLAMENTARIAS		
1. Carro de paradas	Revisión mensual.	Fecha
2. Desfibrilador	Revisión diaria.	Fecha
3. Radioprotección	Revisión semestral. Dosímetro de muñeca y solapa con revisión mensual.	Fecha
4. Medicación de parada	Atropina, adrenalina, noradrenalina, bicarbonato, aleudrina.	
5. Material de seguridad	Kit de pericardiocentesis. Stents recubiertos.	
6. Polígrafo	Revisión mensual.	Fecha

4.2 INTRAPROCEDIMIENTO

Elementos a verificar durante el procedimiento

- Durante la intervención se realizará vigilancia continua de la monitorización, saturación de oxígeno, frecuencia y ritmo y curva de presión.
- Se vigilarán posibles efectos adversos a la medicación administrada con especial cuidado a posible alergia a contrastes, así como a la presencia de dolor torácico o cambios en la repolarización.

Ejemplo de una lista de verificación intra-procedimiento

TABLA 3. *Checklist* intraprocedimiento.

***CHECKLIST* INTRAPROCEDIMIENTO**	
1. Comprobar vías periféricas (calibre adecuado y permeables).	
2. Comprobar situación neurológica del paciente previo a sedación.	
3. Explicar en qué consiste el procedimiento y posibles sensaciones (calor con la administración de vasodilatadores/molestias torácicas).	
4. Registrar peso y talla del paciente.	
5. Valorar ritmo de entrada del paciente (RS/FA) y morfología del QRS en la monitorización.	
6. Registrar constantes (ECG, PA y Sat O_2).	

4.3 POSPROCEDIMIENTO

Elementos a verificar después de finalizar el procedimiento

Tras concluir el procedimiento se registrarán las constantes del paciente (PA, FC, Sat O_2), su situación neurológica, el estado general (dolor, situación de disconfort), así como la hemostasia de los accesos.

Se contactará con la unidad receptora del paciente para informar sobre la intervención, medicación administrada y cuidados postprocedimiento.

Ejemplo de una lista de verificación post-procedimiento

TABLA 4. *Checklist* salida del paciente.

CHECKLIST SALIDA DEL PACIENTE
1. Registro de constantes de salida.
2. Registro de material utilizado en el cuaderno de la sala.
3. Cumplimentación hoja de ruta.
4. Relación de material y medicación utilizada y cumplimentación de hoja de gastos.
5. Comprobar estado neurológico y general del paciente.
6. Cuidados de acceso vascular y comprobar hemostasia.

5. PROCEDIMIENTOS INTERVENCIONISTAS Y SUS *CHECKLISTS*

A continuación, se proponen distintos modelos de verificación alplicados a cada tipo de procedimiento de intervencionismo cardiaco.

5.1 ANGIOPLASTIA CORONARIA

TABLA 5. *Checklist* angioplastia coronaria.

CHECKLIST ANGIOPLASTIA CORONARIA	
ENTRADA	
1. Verificar identidad del paciente.	
2. Confirmar alergias y reacciones adversas medicamentosas (investigar procedimientos previos con contraste).	
3. Comprobar consentimiento informado.	
4. Revisar antecedentes personales, factores de riesgo y confirmar medicación habitual.	
5. Comprobar cardiólogo emisor y comentar indicación de la intervención.	
6. Toma de constantes (ECG, PA y Sat O_2) y monitorización del paciente.	
7. Comprobar retirada de prótesis dental y objetos metálicos.	
8. Comprobar vías periféricas.	
9. Comprobar pulsos (test de Allen).	
SALIDA	
10. Registrar constantes.	
11. Comprobar ritmo del paciente y morfología QRS.	
12. Comprobar situación general y neurológica.	
13. Verificar hemostasia de accesos vasculares.	
14. Informar a la unidad receptora del procedimiento y medicación administrada.	

5.2 INTERVENCIONISMO ESTRUCTURAL

TABLA 6. *Checklist* intervencionismo estructural.

CHECKLIST INTERVENCIONISMO ESTRUCTURAL	
ENTRADA	
1. Verificar identidad del paciente e indicación de la intervención.	
2. Confirmar alergias y reacciones adversas medicamentosas.	
3. Comprobar consentimiento informado.	
4. Revisar antecedentes personales, factores de riesgo y confirmar medicación habitual.	
5. Comprobar cardiólogo emisor y comentar indicación de la intervención.	
6. Toma de constantes (ECG, PA y Sat O_2) y monitorización del paciente.	
7. Comprobar retirada de prótesis dental y objetos metálicos.	
8. Comprobar vías periféricas.	
9. Comprobar accesos.	
10. Confirmar planificación de la intervención con anestesia y eventualmente ecocardiografista.	
SALIDA	
11. Registrar constantes.	
12. Comprobar y marcar pulsos periféricos.	
13. Comprobar situación general y neurológica.	
14. Verificar hemostasia de accesos vasculares.	
15. Planificación sobre reanimación y traslado tras el procedimiento (Unidad de reanimación vs UCI).	

5.3 PACIENTE EN SHOCK CARDIOGÉNICO: DISPOSITIVOS DE SOPORTE HEMODINÁMICO

TABLA 7. *Checklist* shock cardiogénico.

CHECKLIST SHOCK CARDIOGÉNICO	
ENTRADA	
1. Verificar identidad del paciente.	
2. Confirmar alergias y reacciones adversas medicamentosas.	
3. Comprobar consentimiento informado.	
4. Comprobar calibre y permeabilidad de las vías así como bombas de infusión.	
5. Toma de constantes (FC, PA y Sat O_2) y monitorización del paciente.	
6. Comprobar retirada de prótesis dental y objetos metálicos.	
7. Valorar perfusión periférica y pulsos centrales y periféricos.	
8. Confirmar planificación de la intervención con intensivista/anestesista.	
SALIDA	
9. Registrar constantes.	
10. Comprobar y marcar pulsos periféricos.	
11. Comprobar situación general y neurológica (nivel de consciencia).	
12. Valorar perfusión de miembros distales.	
13. Comprobar adecuada fijación del dispositivo (balón de contrapulsación/ Impella/cánulas ECMO).	
14. Planificación sobre recuperación y traslado tras el procedimiento (unidad de reanimación vs UCI).	
15. Planificación sobre anticoagulación y revisión periódica del dispositivo y perfusión de miembros distales.	

5.4 TROMBOEMBOLIA PULMONAR

TABLA 8. *Checklist* Tromboembolia pulmonar.

CHECKLIST TROMBOEMBOLIA PULMONAR	
ENTRADA	
1. Verificar identidad del paciente e indicación de la intervención.	
2. Confirmar alergias y reacciones adversas medicamentosas.	
3. Comprobar consentimiento informado.	
4. Confirmar medicación administrada (fibrinolisis/anticoagulación previa).	
5. Toma de constantes (ECG, PA y Sat O_2) y monitorización del paciente.	
6. Comprobar retirada de prótesis dental y objetos metálicos.	
7. Comprobar vías periféricas.	
8. Comprobar accesos.	
9. Registrar presiones al inicio (PAD/PVD/PAP).	
SALIDA	
10. Registrar presiones tras procedimiento (PAD/PVD/PAP).	
11. Comprobar hemostasia (en casos en que se utilice dispositivo dedicado para compresión explicar funcionamiento a la unidad receptora).	
12. Comprobar situación general y neurológica.	
13. Planificación sobre reanimación y traslado tras el procedimiento (unidad de reanimación vs UCI).	

6. IMPLEMENTACIÓN DE LISTAS DE VERIFICACIÓN EN LA PRÁCTICA CLÍNICA

6.1 ESTRATEGIAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN EFECTIVA

La implementación de listas de verificación en la práctica clínica constará de varias fases: fase de concienciación y capacitación del personal, fase de implementación, fase de seguimiento y evaluación de la adherencia.

6.2 FASE DE CONCIENCIACIÓN Y CAPACITACIÓN DEL PERSONAL

Se recomienda la realización de cursos de formación para el personal en los que se explique la necesidad de la implementación de los *checklists*, se conciencie sobre la importancia de su adecuada cumplimentación y se ponga en marcha un sistema de recogida de datos para la reevaluación de resultados.

6.3 FASE DE IMPLEMENTACIÓN

Tras la implementación de los *checklist* se establecerá una verificación por pares, en los que exista un primer responsable de la cumplimentación de la lista de verificación, y una segunda enfermera encargada de comprobar que se ha realizado la verificación.

6.4 SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LA ADHERENCIA A LAS LISTAS DE VERIFICACIÓN

Tras su implementación se realizarán evaluaciones periódicas de las listas de verificación, tanto con una revisión sistemática inicial de los primeros casos, como una confirmación aleatoria posterior. De forma paralela se evaluará la adherencia a las listas de verificación, tanto en la contrastación de resultados (pre- y posimplementación) como en la comparación de la satisfacción del usuario mediante encuestas tras el procedimiento.

En el anexo se adjunta la tabla de verificación utilizada en la práctica habitual en nuestro centro.

BIBLIOGRAFÍA

1. Skelly CL, Cassagnol M, Munakomi S. *Adverse Events*. 2023 Aug 13. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan–. PMID: 32644389.
2. Haynes AB, Weiser TG, Berry WR, Lipsitz SR, Breizat AHS, Dellin- ger EP, et al., *Safe Surgery Saves Lives Study Group*. A surgical safety checklist to reduce morbidity and mortality in a global population. N Engl J Med. 2009;360:491-9.
3. Wilson RM, Michel P, Olsen S, Gibberd RW, Vincent C, El-Assady R, et al., *WHO Patient Safety EMRO/AFRO Working Group. Patient safety in developing countries: Retrospective estima- tion of scale and nature of harm to patients in hospital*. BMJ. 2012;344:e832.
4. Thomas HS, Weiser TG, Drake TM, Knight SR, Fairfield C, Ademu- yiwa AO, et al. *Pooled analysis of who surgical safety checklist use and mortality after emergency laparotomy*. Br J Surg. 2019;106:e103-12.
5. Wilson RM, Michel P, Olsen S, Gibberd RW, Vincent C, El-Assady R, et al., *WHO Patient Safety EMRO/AFRO Working Group. Patient safety in developing countries: Retrospective estimation of scale and nature of harm to patients in hospital*. BMJ. 2012;344:e832.
6. Tang R, Ranmuthugala G, Cunningham F. *Surgical safety check- lists: A review*. ANZ J Surg. 2014;84:148-54.
7. Millat B. *The check list: a useful tool for the entire operation room team*. J Visc Surg. 2012 Dec;149(6):369-70.
8. Cassinello F, Ariño JJ, Bartolomé Ruibal A, de la Pinta JC, de la Quintana FB, Espinosa ME, Gilsanz F, Gómez-Arnau J, González Arévalo A, López-Quero L, López-Romero JL, Moret E, Mourelle I, Pensado A, Planas A, Perez-Cerdá F, Rincón R; Grupo de Trabajo de la Sociedad Española de Anestesiología, Reanimación y Tratamiento del Dolor para el desarrollo de Directrices para procedimientos de chequeos previos a la anestesia de la SEDAR. *Directrices de procedimientos de comprobación y validación («chequeo») previos a la anestesia de la Sociedad Española de Anestesiología* [*Spanish Society of Anaesthesia (SEDAR) guidelines for pre-anaesthesia checking procedures*]. Rev Esp Anestesiol Reanim. 2012 Apr;59(4):210-6.
9. Soria Aledo V, Ruiz Marín M. *Del check list a la cirugía segura* [*From the check list to safe surgery*]. J Healthc Qual Res. 2019 Nov-Dec;34(6):281-282.
10. Soria Aledo V, Ruiz Marín M. *Del check list a la cirugía segura*. J Healthc Qual Res. 2019 Nov 1;34(6):281–2.
11. Nashef SAM, Roques F, Sharples LD, Nilsson J, Smith C, Goldstone AR, et al. *EuroSCORE II*. Eur J Cardiothorac Surg [Internet]. 2012 Apr [cited 2016 Apr 5];41(4):734–44; discussion 744-5. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22378855

ANEXO

MODELO DE CHECK LIST PARA PROCEDIMIENTOS EN LA SALA DE HEMODINÁMICA

CHECK LIST PARA PROCEDIMIENTOS DE HEMODINÁMICA - CARDIOLOGIA INTERVENCIONISTA			
FECHA:			
INTERVENCIÓN:			
ALERGIAS:			
FACTORES DE RIESGO:			
MEDICACIÓN HABITUAL:			
CONSENTIMIENTO INFORMADO: SI NO			
PRESCRIPTOR			
TIPO DE ANESTESIA	GENERAL	SEDACIÓN	
ESTADO GENERAL	PRE PROCEDIMIENTO	DURANTE PROCEDIMIENTO	POST PROCEDMIENTO
Responde a ordenes fácilmente	SI / NO	SI / NO	SI / NO
ESTADO HEMODINÁMICO			
Tensión arterial			
Frecuencia Cardiaca			
ESTADO RESPIRATORIO			
Disnea (dificultad para respirar)			
Saturación oxígeno			
GN / V mask			
ESCALA DEL DOLOR			
EVA (0 al 10)			
ESTADO NEUROLÓGICO			
Escala Glasgow			
TIPO DE ACCESO VASCULAR Y HEMOSTASIA			
COMPLICACIONES			
MEDICACIÓN UTILIZADA			
HORA ALTA Y DESTINO	Planta	UCI	Domicilio
Firma Responsable			

MERCÉ V.
ELECTROMEDICINA

PHILIPS

BIOTRONIK
excellence for life

SHOCKWAVE
MEDICAL

WorldMedica
BRINGING TOOLS FOR EXCELLENCE