

Actualización 2024 del Consenso sobre Implante Valvular Aórtico Percutáneo del Colegio Argentino de Cardioangiólogos Intervencionistas

2024 Update of the Consensus on Percutaneous Aortic Valve Implantation of the Argentine College of Interventional Cardioangiologists

Autores: Juan Ignacio Damonte¹, Cristian M. Garmendia¹, Mariela Cal², Maximiliano Smietniansky², Sebastián Piñel¹, Ignacio M. Seropian¹, Aníbal Damonte³, Diego Grinfeld⁴, Pablo Spaletta⁵, Fernando Cura⁵, Juan Guido Chiabrando⁶, Verónica González⁶, Matías Szejfman⁶, Alejandro Palacios⁷, Juan Fernández⁷, Daniela Coria⁷, Juan Arellano⁷, Juan Mieres⁸, Carlos Fernández Pereira⁸, Guillermo Migliaro⁹, José Álvarez⁹, Sebastián P. Peralta¹⁰, Giuliana Gnoatto Grigolatto¹⁰, Marcelo O. Bettinotti¹⁰, Claudio M. Cigalini¹¹, Ignacio M. Cigalini¹¹, Carlos Fava¹², Juan Manuel Pérez¹², Giuliana Corna¹, Carla R. Agatiello¹ Comité revisor: Aníbal Damonte³, Fernando Cura⁵, Oscar Mendiz¹², Juan Fernández⁷, Alejandro Palacios⁷. Área de Consensos CACI: César Federico Vigo, Sebastián Peralta¹⁰

Revista Argentina de Cardioangiología Intervencionista 2024;15(4):166-187. <https://doi.org/10.30567/RACI/202404/0166-0187>

CONTENIDO

1. Introducción
2. Niveles de evidencia y clases de indicaciones
 - 2.1. Niveles de evidencia
 - 2.2. Clases de indicaciones
3. *Heart team*
Recomendaciones
4. Evaluación de fragilidad
Recomendaciones
5. Indicaciones de TAVI
Recomendaciones
6. Contraindicaciones de TAVI
Recomendaciones
7. Rol de la valvuloplastia aórtica
Recomendaciones
8. El procedimiento TAVI
9. El rol de la angiotomografía en la elección del tamaño de la prótesis y el acceso vascular
 - 9.1. Elección del tamaño de la prótesis:
 - 9.2. Elección del acceso vascular:
10. Tipos de prótesis de TAVI
 - 10.1. Válvulas autoexpandibles
 - 10.2. Válvulas balón expandibles
11. Accesos vasculares
 - 11.1. Acceso transfemoral
 - 11.2. Acceso subclavio/axilar
 - 11.3. Acceso carotídeo
 - 11.4. Acceso transcavo
Recomendaciones
12. Complicaciones del TAVI
 - 12.1. Reflujo paravalvular
 - 12.2. Trastornos de conducción
 - 12.3. Acceso vascular
 - 12.4. *Stroke*
 - 12.5. Obstrucción coronaria
13. Cuidados posimplante
 - 13.1. Terapia antitrombótica
 - 13.2. Acceso coronario
 - 13.3. Seguimiento de pacientes sometidos a TAVI

1. Servicio de Hemodinamia y Cardiología Intervencionista - Hospital Italiano de Buenos Aires.
2. Sección Geriátrica, Servicio de Clínica Médica - Hospital Italiano de Buenos Aires.
3. Servicio de Cardiología Intervencionista - Instituto Cardiovascular de Rosario.
4. Servicio de Hemodinamia - Hospital de Alta Complejidad El Cruce.
5. Servicio de Cardiología Intervencionista y terapéuticas endovasculares - Instituto Cardiovascular de Buenos Aires.
6. Servicio de Cardiología Intervencionista - Sanatorio Finochietto y Sanatorio Anchorena.
7. Centro Cardiovascular - Sanatorio La Trinidad de Palermo.
8. Servicio de Cardiología Intervencionista/Hemodinamia - Sanatorio Otamendi.
9. Servicio de Hemodinamia y Cardioangiología Intervencionista - Hospital Alemán y Hospital Británico.
10. Servicio de Hemodinamia - Sanatorio Güemes.
11. Servicio de Cardiología Intervencionista y Tratamientos Endovasculares - Hospital Privado de Rosario.
12. Servicio de Cardiología Intervencionista - Fundación Favaloro.

✉ Correspondencia: Carla Romina Agatiello. Hospital Italiano de Buenos Aires. Tte. Gral. Juan Domingo Perón 4190, C1199 CABA, Argentina. Tel.: (011) 4959-0200 Int: 8305. carla.agatiello@hospitalitaliano.org.ar

Los autores no declaran conflictos de intereses

Recibido: 01/12/2024 | Aceptado: 31/12/2024

- 14. Situaciones especiales
 - 14.1. TAVI en válvula aórtica bicúspide
Recomendaciones
 - 14.2. TAVI en insuficiencia aórtica
- 15. Agradecimientos
Bibliografía

1. INTRODUCCIÓN

La estenosis valvular aórtica (EAO) severa, definida por un área valvular aórtica menor de 1 cm² o de 0,6 cm²/m² de superficie corporal, es una de las principales valvulopatías a nivel global, con una prevalencia estimada del 2-9% en pacientes mayores de 75 años^{1,2}. Esta prevalencia está en aumento debido al envejecimiento progresivo de la población. En este contexto, y considerando el impacto clínico deletéreo en términos de morbimortalidad asociado a esta valvulopatía, en los últimos años se han desarrollado herramientas y tecnologías avanzadas que permiten no solo realizar un diagnóstico más preciso y temprano, sino también adaptar las estrategias terapéuticas de manera individualizada para cada caso clínico.

Dado que el tratamiento médico farmacológico no modifica la evolución natural de la EAO, se requiere un abordaje terapéutico quirúrgico/intervencionista. Tradicionalmente, la cirugía de reemplazo valvular aórtico (RVAo) ha sido la estrategia de elección. Sin embargo, en las últimas décadas, el implante valvular aórtico percutáneo (TAVI) se ha consolidado como una alternativa terapéutica preferente para diversos grupos etarios y subgrupos de riesgo quirúrgico.

El beneficio clínico derivado del TAVI ha suscitado un considerable interés entre las distintas sociedades científicas. Este interés ha dado lugar, en los últimos años, a la generación de una abundante base de evidencia científica que respalda la adopción del TAVI en diversos contextos clínicos. En este escenario, es imperativo contar con un compendio actualizado de la evidencia disponible hasta la fecha, con el objetivo de mejorar la precisión en la toma de decisiones clínicas y optimizar la atención a los pacientes.

En 2016, el Colegio Argentino de Cardioangiólogos Intervencionistas (CACI) publicó el primer “Consenso del Implante Valvular Aórtico Percutáneo”, el cual fue actualizado en 2019³. Desde esta última actualización y considerando el notable beneficio clínico de esta terapéutica, se ha generado evidencia científica actualizada sobre las implicancias clínicas del TAVI en escenarios previamente no explorados. Además, han surgido nuevas tecnologías de prótesis valvulares y se ha recopilado valiosa información sobre novedosas técnicas de implante, con el objetivo de reducir los eventos clínicos adversos asociados al procedimiento.

Considerando su creciente evolución, el objetivo de esta actualización es proporcionar las principales novedades basadas en la evidencia científica disponible en relación con el TAVI.

2. NIVELES DE EVIDENCIA Y CLASES DE INDICACIONES

Para esta actualización del consenso de TAVI del CACI, hemos adoptado tanto los niveles de evidencia como las clases de indicaciones utilizados en las guías de la Sociedad Europea de Cardiología (ESC).

2.1. Niveles de evidencia:

- Clase A: múltiples estudios clínicos aleatorizados o metaanálisis que proporcionan datos consistentes.
- Clase B: un solo estudio aleatorizado o en estudios no aleatorizados de alta calidad.
- Clase C: basado en la opinión de expertos, pequeños estudios, estudios retrospectivos o registros.

2.2. Clases de indicaciones:

- Clase I: evidencia y/o acuerdo general de que un determinado tratamiento o procedimiento es beneficioso, útil y eficaz. Está recomendado o indicado.
- Clase II: existe evidencia conflictiva o divergencia de opinión sobre la utilidad/eficacia del tratamiento o procedimiento.
 - IIa: la evidencia/opinión favorece su uso.
 - IIb: la utilidad/eficacia está menos establecida.
- Clase III: Hay evidencia o consenso general de que el tratamiento o procedimiento no es útil/eficaz y en algunos casos puede ser dañino.

Esta estructura asegura que las recomendaciones para el uso de TAVI se basen en la mejor evidencia disponible y en un consenso claro sobre la eficacia de la intervención en diferentes contextos clínicos.

3. HEART TEAM

La elección de la mejor estrategia de tratamiento para el paciente con EAO severa con criterios de intervención dependerá de múltiples factores como la edad, las comorbilidades, las escalas de riesgo, la presencia de condiciones clínicas particulares no consideradas en las escalas de riesgo, las características anatómicas de los estudios por imágenes, entre otros.

Por estos motivos surge el concepto de *Heart team* (HT) o “Equipo del Corazón”, para facilitarle al médico tratante la toma de decisiones en los diferentes escenarios clínicos. El HT está formado por un equipo multidisciplinario y colaborativo en donde cada uno de los integrantes debe aportar su opinión en libertad, sin generar conflictos internos.

Debe estar integrado por cardiólogos, cardiólogos intervencionistas con experiencia en patología estructural, cirujanos cardiovasculares, especialistas en imágenes cardiovasculares, geriatras, anestesiólogos, enfermeros, como también, de acuerdo a las condiciones clínicas de los pacientes, puede ser necesario contar con otras especialidades que respondan a la patología del paciente.

La capacidad de predecir mortalidad temprana por un HT es superior a los mejores scores de riesgo utilizados, lo cual apoya la eficacia del HT para referir pacientes al tratamiento más apropiado⁴.

El objetivo del HT es optimizar la evaluación de riesgo y definir cuál es la mejor estrategia, además de comunicar claramente y responder todas las preguntas del paciente y de la familia con respecto a los riesgos, expectativas y calidad de vida futura.

Los hospitales que deseen iniciar un programa de TAVI deben contar con un HT entrenado, que pueda evaluar en forma correcta y discriminar el riesgo de los pacientes, ofreciendo la estrategia (cirugía o endovascular) conveniente para cada uno en particular. También sería deseable que participen en diferentes registros o estudios, actividades académicas.

cas y publiquen sus resultados en forma completa. De esta forma el HT brinda eficacia en la toma de decisiones y ahorra costos a los sistemas de salud.

Recomendaciones	Clase	Nivel de evidencia
Pacientes con estenosis aórtica severa con criterios de intervención deben ser evaluados por un Heart team multidisciplinario	I	C
Es razonable consultar o referir a un Centro con Heart team para definir las opciones de tratamiento en pacientes con enfermedad valvular severa y que presenten: 1) enfermedad valvular severa asintomática; y/o 2) múltiples comorbilidades	IIa	C

4. EVALUACIÓN DE FRAGILIDAD

El envejecimiento poblacional característico de las últimas décadas viene acompañado del aumento en la incidencia y prevalencia de diferentes trastornos geriátricos tales como trastornos de la marcha y caídas, sarcopenia, malnutrición, depresión y deterioro cognitivo. Un síndrome a destacar entre estos es el de fragilidad, el cual se define como una disminución en la capacidad de recuperación de la homeostasis frente a estresores patológicos e iatrogénicos, tal como un procedimiento intervencionista⁵. Existe una gran dispersión alrededor del término debido a que no hay un consenso con respecto a su definición y escalas, y a que frecuentemente se la confunde con el deterioro funcional y multimorbilidad. La evaluación de la fragilidad no debería basarse en un enfoque subjetivo, sino en una combinación de diferentes estimaciones objetivas⁶⁻⁸. La escala de Linda Fried⁹, pionera en el estudio de la fragilidad, considera un síndrome que incluye: disminución de la velocidad de la marcha, disminución de la fuerza, pérdida de peso, fatiga e inactividad^{10,11}. Los pacientes que cumplen tres criterios son definidos como frágiles. Otros scores propuestos para la evaluación de estos pacientes incluyen: la Escala de Fragilidad Clínica de Rockwood (CFS), la Batería Corta de Desempeño Físico (SPPB), la Batería Esencial de Fragilidad (EFT), y el Score de Edmonton. Con respecto a este último, destacamos la rapidez y facilidad para su aplicación, y su valoración multidimensional^{12,13}.

De una u otra manera, aun basándose en diferentes definiciones y escalas, la fragilidad tiene una alta prevalencia en la población con EAo severa y se asocia con un aumento de la mortalidad, complicaciones, discapacidad, deterioro de la calidad de vida y hospitalizaciones¹⁴.

Los hospitales que deseen iniciar un programa de TAVI deben contar con un equipo de geriatras dentro del HT que tengan conocimientos del tratamiento de pacientes con EAo, que realicen una evaluación de fragilidad a fines de estratificar el riesgo quirúrgico y definir futilidad.

Recomendaciones	Clase	Nivel de evidencia
En pacientes adultos mayores en plan de TAVI se debe evaluar la fragilidad para estratificar riesgo quirúrgico y definir futilidad	I	C

5. INDICACIONES DE TAVI

En pacientes con EAo severa con indicación de reemplazo valvular, tanto el RVAo como TAVI pueden considerarse tratamientos complementarios.

Numerosos estudios aleatorizados han evaluado la efectividad y seguridad de ambos tratamientos a lo largo de todo el espectro de riesgo de la estenosis aórtica.

Diversas guías de práctica clínica de distintas sociedades recomiendan el TAVI o la cirugía de reemplazo valvular aórtico como alternativas de tratamiento, dependiendo del riesgo individual de cada paciente¹⁵⁻¹⁷. La **Tabla 1** resume las condiciones que favorecen el TAVI y el RVAo para pacientes con EAo severa.

En pacientes con riesgo prohibitivo para una RVAo [Society of Thoracic Surgeons Predicted Risk of Mortality Score (STS) > 10%], el TAVI ha demostrado ser superior al tratamiento médico convencional, mejorando significativamente la supervivencia y la calidad de vida¹⁸. En pacientes de alto riesgo (STS > 8%), el TAVI ha mostrado ser no inferior al RVAo, proporcionando resultados similares en términos de supervivencia y eventos adversos a corto y medio plazo^{19,20}. Para aquellos con riesgo intermedio (STS entre 4% y 8%), los estudios han evidenciado que el TAVI mantiene su efectividad y seguridad con un seguimiento a 5 años, confirmando su viabilidad como alternativa a la cirugía tradicional²¹⁻²⁶. Además, en pacientes de bajo riesgo (STS < 4%), el TAVI ha sido comparado con la RVAo y ha demostrado no ser inferior en el seguimiento a dos años, con resultados prometedores también a largo plazo, hasta 10 años, en términos de supervivencia y función valvular²⁶⁻³⁰. Estos hallazgos subrayan la versatilidad y el potencial del TAVI como opción de tratamiento en una amplia variedad de perfiles de riesgo, destacando su papel crucial en el manejo moderno de la estenosis aórtica severa.

Recomendaciones	Clase	Nivel de evidencia
En pacientes con estenosis aórtica severa sintomática de riesgo extremo o prohibitivo (STS>10%), se recomienda realizar un TAVI femoral	I	A
En pacientes con estenosis aórtica severa sintomática de riesgo quirúrgico alto (STS>8%; o alto riesgo geriátrico): • Si es factible, se recomienda realizar un TAVI transfemoral. • Si el acceso femoral no es factible, se recomienda realizar un TAVI utilizando accesos alternativos.	I II	A A
En pacientes con estenosis aórtica severa sintomática con riesgo quirúrgico intermedio (STS 4-8%): • El TAVI es una alternativa razonable a la RVAo en pacientes mayores de 80 años y anatomía favorable. Clase I. Nivel de evidencia A. • En pacientes de entre 70 y 80 años con una evaluación geriátrica con riesgo aumentado, el TAVI es una alternativa razonable a la RVAo siempre que el acceso femoral sea factible. Clase I. Nivel de evidencia A. • Se recomienda discutir en el Heart Team en casos de riesgo intermedio y anatomía de riesgo para TAVI como raíz aórtica adversa, ostium coronario bajo y válvula bicúspide.	I I II	A A C
En pacientes con estenosis aórtica severa sintomática con riesgo quirúrgico bajo (STS<4%) mayores de 75 años el TAVI es una alternativa razonable a la RVAo siempre que el acceso femoral sea factible.	I	A
En pacientes con estenosis aórtica severa sintomática con riesgo quirúrgico bajo (STS<4%) menores de 75 años se recomienda realizar cirugía de reemplazo valvular aórtico.	I	A

TABLA 1. Escenarios que favorecen el TAVI y la RVAo en pacientes con EAO severa con indicación de intervención (adaptado de guías de la Sociedad Latinoamericana de Cardiología Intervencionista / Sociedad Interamericana de Cardiología)¹⁷.

Favorece al TAVI	Favorece la RVAo
Pacientes añosos	Anatomía no favorable para TAVI
Riesgo moderado o alto para RVAo	Contraindicación para acceso transfemoral
Esternotomía previa	Otras valvulopatías con indicación de intervención
Fragilidad	Enfermedad de múltiples vasos Alto riesgo de bloqueo auriculoventricular completo

6. CONTRAINDICACIONES DE TAVI

El TAVI debe ser considerado contraindicado en paciente con baja expectativa de vida y/o criterios de futilidad ya que no se le otorgará beneficio clínico al paciente y representa un elevado costo social^{15,16,31}. Debe tenerse especial consideración en este punto al tratarse de un país emergente donde los costos en salud son muy elevados y no existe producción nacional de prótesis TAVI.

Se define como futilidad a la expectativa de vida < 1 año o que luego de 6 meses no presenta mejoría sintomática o funcional. Dada las características de la población, se deberá hacer especial hincapié en la funcionalidad, la cognición para el diagnóstico de demencias, y la presencia de enfermedad oncológica que muchas veces es pesquisada en la angiogramografía para TAVI^{32,33}. Se recomienda que sea el Heart Team con la eventual participación de oncología que determine la futilidad en casos de enfermedad maligna.

Recomendaciones	Clase	Nivel de evidencia
El TAVI debe ser considerado contraindicado en pacientes con expectativa de vida menor a 1 año o que cumplan criterios de futilidad	I	C

7. ROL DE LA VALVULOPLASTIA AÓRTICA

La valvuloplastia aórtica con balón (VAB) puede ser considerada como tratamiento puente a tratamiento definitivo mediante TAVI o RVAo en pacientes con EAO severa críticamente enfermos (edema agudo de pulmón refractario o shock cardiogénico)^{15,16}.

En pacientes con EAO severa sintomática, a los cuales se les ha sido contraindicado el TAVI por futilidad, el tratamiento paliativomediante VAB es un procedimiento efectivo para aliviar los síntomas a corto plazo y seguro, presentando bajas tasas de complicaciones asociadas^{34,35}.

La VAB puede realizarse por vía radial a fin de disminuir las complicaciones vasculares en pacientes añosos. Resultados preliminares sugieren igual beneficio y excelente seguridad³⁶⁻³⁸, incluyendo resultados en nuestro medio³⁹.

En pacientes considerados no aptos para TAVI por fragilidad severa, la VAB puente podría mejorar su estado de fragilidad y transformarlos en potenciales candidatos a TAVI³⁷. La VAB puede considerarse en pacientes con EAO moderada a severa donde no pueda determinarse el origen de los síntomas como prueba terapéutica.

La VAB se recomienda en pacientes con EAO severa que deben ser sometidos a cirugía no cardiovascular de alto riesgo (IIa C) aunque estudios retrospectivos recientes no avalen su eficacia^{37,40}.

Recomendaciones	Clase	Nivel de evidencia
La valvuloplastia aórtica puede ser considerada como tratamiento puente a TAVI o RVAo en pacientes en edema agudo de pulmón refractario o shock cardiogénico	IIb	C
La valvuloplastia aórtica puede ser considerada como tratamiento puente a TAVI o RVAo en pacientes en plan de cirugía no cardíaca mayor	IIa	C
La valvuloplastia aórtica puede ser considerada como tratamiento paliativo en pacientes con contraindicación para TAVI o RVAo	IIb	C
La valvuloplastia aórtica por acceso radial a fin de disminuir las complicaciones vasculares	IIa	C

8. EL PROCEDIMIENTO TAVI

En el contexto del procedimiento de TAVI, es fundamental enfatizar que la preparación del paciente debe seguir los mismos estándares rigurosos que un procedimiento quirúrgico convencional.

Esto incluye la evaluación y tratamiento previo de posibles focos infecciosos, como infecciones dentarias o urinarias, que son comunes en la población anciana y pueden comprometer el éxito del procedimiento.

Además, es crucial que la intervención se realice en un ambiente quirúrgico adecuadamente preparado. En el caso de realizar el procedimiento en un laboratorio de hemodinamia, se debe restringir al máximo la circulación de personas no esenciales, y todo el equipo involucrado debe cumplir estrictamente con las normas de asepsia, incluyendo el uso de gorros y barbijos.

Es importante destacar que no cumplir con estos requisitos puede aumentar significativamente el riesgo de infecciones y complicaciones postoperatorias.

9. ROL DE LA ANGIOTOMOGRAFÍA EN LA ELECCIÓN DEL TAMAÑO DE LA PRÓTESIS Y EL ACCESO VASCULAR

9.1. Elección del tamaño de la prótesis

El uso sistemático de la angiogramografía gatillada con contraste endovenoso para la evaluación de pacientes candidatos a TAVI permite seleccionar adecuadamente el tipo y tamaño de la prótesis a utilizar⁴¹.

Se debe tener en cuenta que se utiliza un punto específico del ciclo cardíaco (generalmente 30% - 40%) para realizar la medición del anillo, dado que durante la sístole, la disminución de la elipticidad, así como el estiramiento del borde anular, resultan en un área y perímetro anular más grandes en comparación con la diástole (fenómeno de interdependencia valvular aórtico - mitral)⁴².

Una vez realizado el estudio, debemos procesarlo con un software de manejo de imágenes DICOM (Osirix, Horos, Trimensio, etc). Para realizar correctamente las mediciones, es conveniente utilizar la herramienta polígono que une los puntos con líneas curvas, dado que al hacerlo a mano alzada puede sobreestimar el área⁴³.

Para elegir correctamente el tamaño (y el tipo) de la prótesis, se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

9.1.1. Anillo aórtico

El anillo aórtico se define como la circunferencia dentro de un plano virtual formado por la unión de los puntos más basales de los tres senos de la válvula aórtica. Se explica en la **Figura 1** el paso a paso para realizar el análisis del mismo.

Habitualmente las válvulas balón expandibles se dimensionan principalmente en base al área anular, mientras que las válvulas autoexpandibles en base al perímetro. Las razones de esto son en parte históricas, pero también reflejan las diferencias para calcular el 'oversizing'⁴⁴. En cuanto a esto último, se calcula como Oversizing [%] = ([Medida nominal de la prótesis / Medida del anillo del paciente] - 1) × 100 (**Tabla suplementaria 1**). Es muy importante tener en cuenta que si uno utiliza el área para medir el anillo, cambios en la medición hacen variar **exponencialmente** el área (debido a que $\text{área} = \pi * \text{radio}^2$), mientras que las variaciones en la medición del perímetro generan variaciones **proporcionales** (perímetro = $\pi * \text{diámetro}$)⁴⁵. Entonces, si se mide incorrectamente el área, puede llevar a utilizar balones y válvulas mayores, con riesgo de ruptura anular. En cuanto al riesgo de ruptura, el sexo femenino, el uso de válvulas balón expandibles, historia de radioterapia, uso crónico de glucocorticoides y la presencia de calcificación subanular moderada/severa (principalmente debajo de la comisura entre valva no coronaria y coronaria izquierda) incrementan su riesgo⁴⁶. Para determinar la proyección de implante, debemos ajustar los 3 puntos basales de los senos, para poder configurar las proyecciones donde se trabaja habitualmente: 'coplanar' en caso de que alineemos los 3 senos independientemente (habitualmente una proyección oblicua izquierda con craneal); o 'cusppoverlap', en el cual alineamos los senos derecho e izquierdo, dejando aislado al seno no coronario (habitualmente una proyección caudal con oblicua derecha). El beneficio de esta proyección radica en que despliega mejor el tracto de salida del ventrículo izquierdo (TSVI), donde transcurre el sistema de conducción, pudiendo liberar el dispositivo lo más alto posible, para evitar interactuar con el sistema de conducción. Si bien de esta manera tenemos alineada la anatomía del paciente (en la curva S de la tomografía), queda pendiente alinear la curva S de la prótesis. Para sacar el paralaje al dispositivo, debemos angular el angiógrafo hacia caudal o craneal para alinear las marcas del dispositivo⁴⁷.

9.1.2. Tracto de salida ventricular izquierdo

El tracto de salida del ventrículo izquierdo se debe medir en los primeros 4 o 5 mm del espacio sub anular⁴³. Habitualmente guarda una relación proporcional al anillo, por lo cual es de utilidad cuando nos encontramos en situaciones limítrofes de la selección de la prótesis. Otro aspecto relevante es que la presencia de calcificación severa con protrusión a nivel del TSVI incrementa el riesgo de leakparavalvular⁴⁸. Adicionalmente, en esta localización se encuentra el sistema de conducción, el cual si es dañado durante el implante, puede causar bloqueo auriculoventricular y la necesidad del implante de marcapaso permanente, especialmente cuando hay presencia de severa calcificación o bloqueo completo de rama derecha⁴⁹.

9.1.3. Senos de Valsalva

El diámetro del seno de Valsalva debe medirse desde la cúspide hasta la comisura, paralelo al plano anular. Esta medida es fundamental para evaluar la factibilidad del implante de las válvulas ya que los senos deben ser lo suficientemente grandes para alojar las diferentes válvulas. Así como con el TSVI, los senos de valsalva son fundamentales para la selección de la prótesis en aquellas mediciones que sean limítrofes para un tamaño u otro.

9.1.4. Altura coronaria

La medición de la altura de los ostiums coronarios debe realizarse de manera perpendicular desde el plano valvular hasta el borde inferior del nacimiento de las coronarias. Un nacimiento bajo (<12 mm) sumado a un pequeño diámetro de los senos de valsalva (<30 mm) está asociado a un incremento del riesgo de oclusión coronaria.

9.1.5. Unión sinotubular

La medición de las dimensiones de la unión sinotubular (UST) es clave para anticipar el potencial contacto que tenga con las prótesis. En válvulas balón expandibles, es necesario conocer el diámetro y la altura, ya que las UST pequeñas tienen mayor riesgo de injuria con este tipo de prótesis. El diámetro de la unión sinotubular debe medirse en un plano oblicuo transversal, generalmente de forma no paralela al plano anular. La altura de la unión sinotubular debe medirse desde el plano anular hasta el borde más bajo de la unión.

9.1.6. Angulación aórtica

Se define como el ángulo entre el plano del anillo aórtico y un plano horizontal en la proyección coronal. Una angulación excesiva puede dificultar el cruce de la válvula, evitar un posicionamiento óptimo y dificultar la alineación coaxial de la prótesis, disminuyendo el control sobre el dispositivo favoreciendo el desplazamiento de la prótesis. La aorta horizontal, es decir con un ángulo >48° está asociado a una menor tasa de éxito, especialmente en válvulas autoexpandibles⁵⁰.

9.1.7. Sizing en válvula aórtica bicúspide

La clasificación de Sievers y Schmidtke permite determinar tres tipos de válvula bicúspide: tipo 0 (sin rafe, dos valvas), tipo 1 (un rafe con fusión de la cúspide coronaria izquierda con la cúspide derecha o la no coronaria), y tipo 2 (dos rafes, fusión de la cúspide coronaria izquierda con las cúspides derecha y no coronaria)⁵¹. En 2016 una nueva clasificación propuesta por Jilaihawi y colaboradores detalló tres morfologías posibles: bicúspide adquirida o funcional (tricomisural fusionada), bicúspide tipo rafe y sin rafe⁵².

Si bien en las válvulas tricúspides el sitio de anclaje está a nivel del anillo, es frecuente que en las anatomías bicúspides este se encuentre por encima del mismo, por lo cual, es necesario realizar una medición tanto en el plano anular como en el plano supraanular (llamada distancia intercomisural, 4 mm por encima del plano anular, desde el centro de una comisura hasta el centro de la opuesta). No existe en la actualidad un consenso claro sobre el mejor método de sizing en este tipo de valvulopatía, por lo que es necesario tener en consideración las medidas del plano anular y supra anular, así como la carga y localización del calcio, y características del rafe para definir el tipo y tamaño de la prótesis. Dado que el área anular suele ser severamente elíptica, el oversizing de las prótesis suele ser mayor, lo cual lleva a un mayor riesgo de ruptura anular, especialmente en bicúspides tipo 1⁵³.

En el análisis tomográfico del registro de BAVARD se realizó la comparación de las medidas del anillo y la DIC (distancia intercomisural) en bicúspides tipo 0 y 1, obteniéndose así tres configuraciones diferentes: "tubular" (iguales los diámetros anular y supra anular), "flare" (menor el anular que el supraanular) y "taper" (mayor el anular que el supraanular)⁵⁴. El método de sizing anular tradicional se implementó en la mayoría de los casos (80-90%), siendo útil

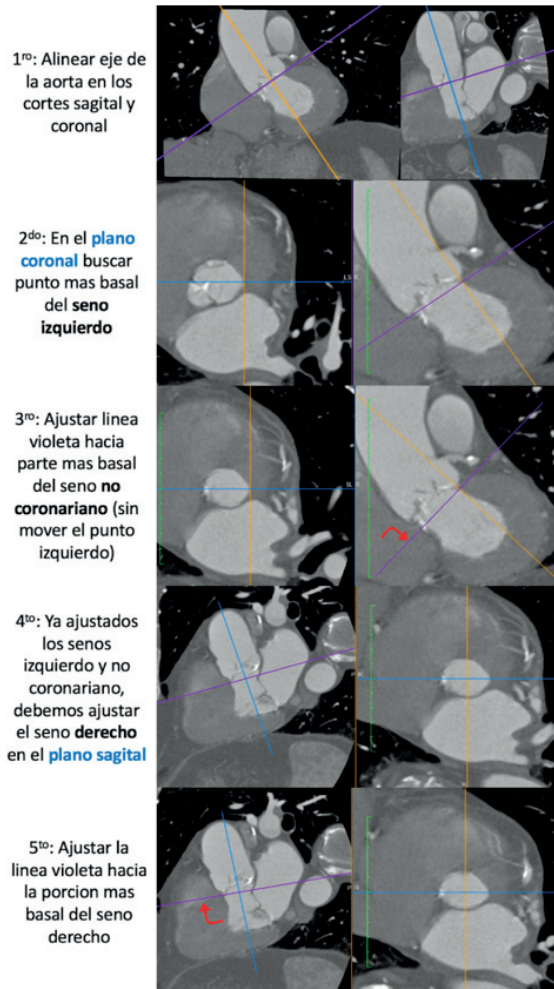


Figura 1. Paso a paso para realizar la medición del anillo.

en aquellas morfologías “taper” la medición del plano supra anular con resultados favorables.

El método de LIRA (Level of Implantation at the RApe) considera que el anclaje de la prótesis deberá realizarse en la altura de las estructuras más rígidas (calcificación/fibrosis) a nivel del rafe ⁵⁵. Por tal motivo se analiza el perímetro a la altura del anillo basal y a nivel del sitio de mayor protrusión de rafe. En caso de discrepancia la elección de la prótesis deberá realizarse según el perímetro menor.

El algoritmo CASPER se basa en tres factores principales: la longitud del rafe, el volumen y la distribución de calcio (todas relacionadas con una expansión incompleta de la válvula). Partiendo del diámetro derivado del anillo, se restan varios milímetros (hasta 2.5 mm) teniendo en cuenta la presencia de una carga significativa de calcio, la longitud del rafe y la distribución del calcio ⁵⁶.

Finalmente el “método del Círculo” fue descrito para los casos de implante de válvulas balón expandible, y se basa en dibujar círculos de la medida del diámetro de la prótesis a utilizar cada 3 mm por encima del plano del anillo con el fin de comprender la interacción de ésta con la estructura valvular. Es así que podemos considerar tres escenarios posibles: si los círculos son de mayor tamaño que la anatomía valvular podría existir ruptura del anillo; en caso de círculos que tocan la anatomía valvular se puede esperar un correcto sellado; si los círculos son más pequeños que la anatomía, existe mayor riesgo de leakparavalvular ⁵⁷.

9.1.8. Sizing en insuficiencia aórtica

Los principales desafíos anatómicos del TAVI en insuficiencia aórtica son la ausencia de calcificación anular y de las valvas (necesaria para el anclaje y la estabilización del dispositivo durante el implante), el aumento del volumen sistólico (que dificulta una liberación estable) y la presencia de dilatación de la raíz aórtica (que complica el correcto posicionamiento y liberación del dispositivo), llevando a un mayor riesgo de embolización o malposición de la prótesis hacia la aorta (“pop up”) o hacia el ventrículo izquierdo ⁵⁸. Se ha propuesto un oversizing mayor (15-20%) de la prótesis para reducir el riesgo de embolización, así como la utilización de válvulas dedicadas a esta patología.

9.2. Elección del acceso vascular:

La evolución de los sistemas de delivery (más hidrofílicos y con mejor navegabilidad) sumada a la reducción del tamaño de los mismos ha permitido que el 95% de los casos pueda realizarse por vía transfemoral ⁵⁹. El uso de vías alternativas (subclavio, carotídeo, caval o transapical) está asociado a una mayor incidencia de complicaciones vasculares comparado con la vía transfemoral ⁶⁰. La tomografía computada es el mejor estudio para poder determinar la factibilidad de cada abordaje así como evitar las complicaciones vasculares ⁶¹.

Los puntos a tener en cuenta para la selección del acceso son:

9.2.1. Diámetros de los ejes iliofemorales:

Se realiza midiendo por angiotomografía los diámetros máximos y mínimos de ambos ejes iliofemorales. Si bien se puede realizar de forma manual mediante reconstrucción tridimensional, existen softwares que realizan la medición automáticamente (Figura 2). Es de fundamental importancia conocer el diámetro externo del sistema de delivery de la prótesis seleccionada, sin embargo, un diámetro ≥ 5.5 cm habitualmente es suficiente para progresar las prótesis más frecuentemente utilizadas (Tabla suplementaria 2) ⁶².

9.2.2. Calcificación del eje iliofemoral:

Debemos evaluar la extensión y distribución de la calcificación del eje iliofemoral, en especial la calcificación circunferencial o semi circunferencial, en zona de tortuosidad o bifurcación, ya que podría impedir el avance del delivery o de la prótesis. Con calcificación severa se sugiere 1 mm adicional al diámetro mínimo recomendado para estar seguro del avance del dispositivo.

9.2.3. Tortuosidad del eje iliofemoral

Definida como aquellos vasos con múltiples curvas y contracurvas, su evaluación se facilita utilizando software de “volumerendering”. Si bien no es una contraindicación formal para intentar el acceso femoral, la severa angulación así como el número de curvas son un predictor independiente de complicación vascular, especialmente cuando existe severa calcificación ⁶³.

9.2.4. Punción arterial

El aspecto clave es evaluar correctamente la pared anterior, para descartar severa calcificación o estenosis proximal que puedan interferir con el dispositivo de cierre endovascular ⁶⁴. Adicionalmente, el uso de ecografía permite seleccionar precisamente el sitio de punción de la arteria femoral común, ya que una punción demasiado alta incrementa el riesgo de sangrado retroperitoneal, así como una punción de-

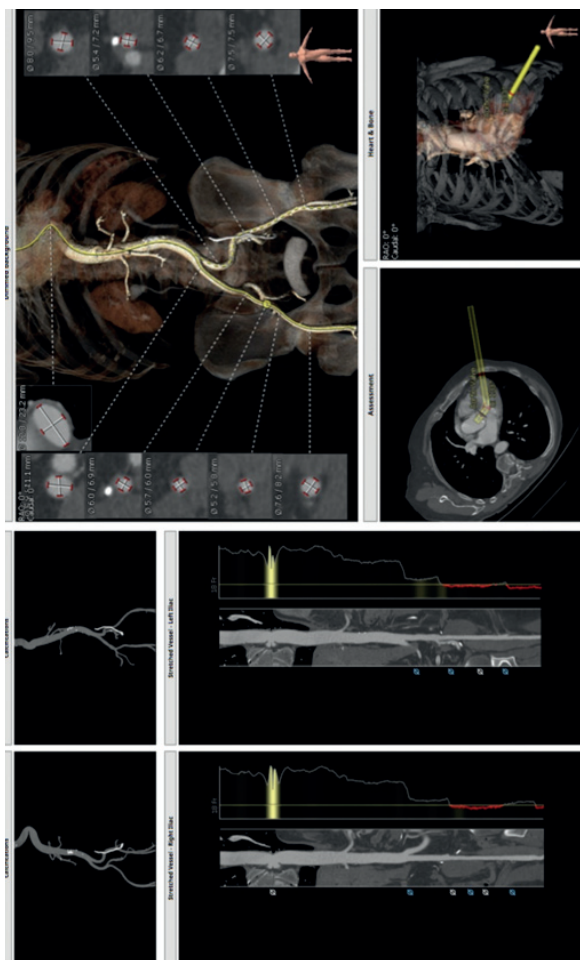


Figura 2. Medición de diámetros, tortuosidad y calcificación del eje iliofemoral.

masiado baja (punzando la arteria femoral superficial), incrementa el riesgo de pseudoaneurisma⁶⁵. Se sugiere realizar una punción guiada por ecografía, dado que permite evaluar fácilmente ambos puntos clave mencionados previamente⁶⁶.

10. TIPOS DE PRÓTESIS DE TAVI

Las válvulas balón expandibles y auto expandibles han emergido como una opción segura y efectiva para el tratamiento de la EAo severa. A diferencia de las válvulas autoexpandibles, las prótesis balón expandibles deben montarse sobre un balón el cual se insufla en la posición deseada. Este mecanismo de implante permite obtener una mayor precisión a la hora de seleccionar la posición de la prótesis.

En principio la evolución de válvulas balón y autoexpandibles son comparables. Sin embargo, las prótesis balón expandibles se asocian a menor tasa de requerimiento de marcapasos y una menor prevalencia de fuga perivalvular mayor que moderada. Por otro lado, presentaron mayor tasa de accidente cerebro vascular y peores perfiles hemodinámicos^{67,68}. Otra ventaja de este tipo de válvulas incluye el acceso coronario y el posicionamiento en aortas anguladas. Con respecto al acceso coronario, gracias a su altura y las celdas abiertas en su segmento superior facilita significativamente la canulación coronaria. Por otro lado, las válvulas balón expandibles suelen ser más fáciles de posicionar en aortas anguladas, lo que las convierte en una opción preferida en casos donde la anatomía del paciente presenta desafíos técnicos. Su

diseño permite un mayor control durante la implantación, lo que es especialmente beneficioso en situaciones donde la precisión es crucial

En algunos escenarios particulares como anillos aórticos pequeños (área < 430 mm²) y procedimientos valve-in-valve, ambos tipos de válvula demostraron resultados clínicos similares. En cuanto el perfil hemodinámico fue mejor en las válvulas auto-expandibles, ya que presentaron mayor área del orificio efectivo, menor gradiente transvalvular y menor disfunción protésica^{69,70}.

10.1. Válvulas autoexpandibles

• Evolut R[®] y Evolut Pro[®] y Evolut Pro +[®] (Medtronic, Estados Unidos):

La válvula Evolut R es el dispositivo de segunda generación y la válvula Evolut Pro/Pro + es el de tercera generación, cuya diferencia primordial es la presencia de una envoltura externa en las primeras celdas de pericardio porcino, apuntando a disminuir la incidencia de reflujo paravalvular y la presencia de marcadores para poder optimizar el alineamiento comisural (Evolut Pro +). Ambas generaciones son repositionables y de posición supraanular. El dispositivo está compuesto por un stent autoexpandible de nitinol y valvas de pericardio porcino. Se presenta en diámetros son de 23, 26, 29 y 34 mm, para anillos valvulares aórticos de 18 a 30 mm de diámetro.

El sistema de liberación es de 14 french (Fr) y es compatible con cuerdas guía 0,035" y la versión Evolut Pro + presenta un perfil de entrega reducido, indicado para tratar pacientes con vasos de acceso pequeño de hasta 5,0 mm.

• Accurate Neo 2[®] (Boston Scientific, Estados Unidos)

La válvula Accurate Neo 2 es un dispositivo autoexpandible de nitinol con una válvula porcina biológica de posición supraanular. Es un dispositivo repositionable. Se encuentra disponible en tres tamaños diferentes: S, M y L, para anillo aórticos de 21 a 27 mm de diámetro. Esta generación a diferencia de su predecesora la válvula Accurate, presenta una pollera externa de pericardio porcino, Active PV Seal[®], que realiza un cierre activo periprotésico para prevenir reflujo perivalvulares.

A diferencia de otros dispositivos autoexpandibles, esta válvula tiene un exclusivo sistema de liberación top-down (de arriba hacia abajo) y 3 arcos estabilizadores.

El sistema de liberación es compatible con introductor de 14 Fr expandible y con cuerda guía de 0,035", pudiendo ser utilizado en pacientes con vasos de hasta 5.5 mm de diámetro.

• Navitor Valve System[®] (Abbott, Estados Unidos)




El dispositivo Navitor es una válvula de pericardio bovino montado sobre stent de nitinol autoexpandible. Es un dispositivo repositionable y recapturable, de posición intraanular. Presenta una pollera externa de pericardio bovino con tecnología NavSeal[®] para disminuir el reflujo perivalvular.

La misma se encuentra disponible en diámetros de 23 a 29 mm para anillos aórticos nativos de 19 a 27 mm de diámetro. El sistema de liberación NavFlex[®] es compatible con introductor de 14 french en las válvulas para accesos vasculares de hasta 5 mm de diámetro.

• Venus A-Valve[®] y Power X[®] (Venus MedTech, China)

El dispositivo Venus A es una válvula autoexpandible, repositionable y recapturable, de pericardio porcino y de diseño supra anular. Se encuentra disponible en medidas de 23, 27, 29 y 32 mm. Presenta un sistema de liberación de 16 y 18 french y 20 french para válvula 32 mm.

TABLA 2. Dispositivos de cierre percutáneo de acceso vascular.

	PercloseProGlide [®]	AngioSeal [®]	Manta [®]
DISPOSITIVO			
Tipo	Sutura	Plug de colágeno	Plug bioabsorbible
Cierre	Hasta 21 French	6 French → 6-8F 8 French → 8-10F	Hasta 20 French

• **Hydra Valve[®] (SMT, India)**

El dispositivo Hydra Valve es una válvula reposicionable y recapturable, supra anular, montado sobre stent de nitinolautoexpandible, con 3 extensiones para estabilizar la liberación y pollera de sellado para disminuir fugas perivalvulares. Es de pericardio bovino. Se encuentra disponible en diámetros de 22, 26 y 30 mm para anillos aórticos nativos de 17 a 27 mm de diámetro. Su sistema de liberación es de 14 Fr.

• **VitaFlow[®] (Microport, China)**

La válvula VitaFlow es un dispositivo reposicionable y recapturable, supra anular, de pericardio bovino montado sobre stent de nitinolautoexpandible y pollera de sellado de PET. Se encuentra disponible en diámetros de 21, 24, 27 y 30 mm para anillos aórticos nativos de 17 a 29 mm de diámetro. El sistema de liberación es motorizado o puede ser de liberación manual de 16 y 17 Fch para dispositivos de 21 y 24 o 27 y 30 mm respectivamente.

10.2. Válvulas balón expandibles

• **Edwards SAPIEN[®] (Edwards Lifesciences, Estados Unidos).**

Válvula balón expandible montada sobre una estructura de cromo cobalto y con valvas de pericardio bovino. Su versión SAPIEN 3 posee una falda externa como mecanismo para prevenir las fugas paravalvulares y struts más delgados que su antecesora.

Puede utilizarse en anillos desde los 18 a los 29 mm siendo las medidas valvulares de 20, 23, 26 y 29 mm. Su sistema de liberación es deflectable y compatible con introductores 14 Fr para sus válvulas de 20 a 26 mm y 16 Fr para su válvula de 29mm. Compatible con cuerdas guías 0.035".

El sistema viene con su propio introductor 14 Fr expandible (E-Sheath).

• **Myval THV (Meril Life Sciences, India)**

Válvula de pericardio bovino montada sobre una estructura de aleación de cobalto con una altura de entre 17 y 21mm. Su mitad inferior presenta celdas cerradas para aumentar la fuerza radial y su mitad superior posee celdas abiertas para evitar el encarcelamiento de los ostium coronarios y facilitar su acceso. Posee una cubierta interna de PET y una pollera externa para minimizar las fugas paravalvulares y ocluir microcanales.

Puede utilizarse en anillos desde los 18.5 mm hasta 32.7 mm. Particularmente, esta prótesis suma a sus medidas tradicionales (20, 23, 26, 29 y 32 mm) y medidas intermedias (21.5 mm, 24.5 mm, 27.5 mm y 30.5 mm). Esta amplitud de medidas de válvulas permite una mayor precisión a la hora de seleccionar la prótesis ideal. Su sistema de deliverydeflectable permite una gran navegación a través de accesos tortuosos y aorta horizontales.

El sistema viene con su propio introductor 14 Fr (Python). El mismo es compatible con todas sus válvulas y puede dilatarse hasta 18 Fr con su propio dilatador, permitiendo de esta manera utilizarse en accesos desde los 5.5 mm. Compatible con cuerdas guías 0.035".

11. ACCESOS VASCULARES

11.1. Acceso transfemoral

La vía transfemoral representa el acceso utilizado en más del 90% de los pacientes y esto ha llevado a una reducción significativa de los principales eventos adversos vasculares que recientemente se han estimado en menos del 10 %^{63,71}, una rápida recuperación y una menor estadía hospitalaria⁶³.

El diámetro de la luz es la variable más utilizada para evaluar la dimensión vascular mínima establecida por el fabricante para cruzar de forma segura el eje iliofemoral. Se considera un diámetro mínimo de 5,5 mm para las prótesis de 14 Fr y de 6,5 mm para los sistemas de entrega de 18 Fr, aunque los operadores expertos pueden utilizar accesos con diámetros menores si la arteria no presenta calcificación en los 360° de su pared⁷¹. Es importante considerar otras variables para garantizar el éxito en el abordaje transfemoral tales como la presencia y extensión de calcificaciones, así como el grado y extensión de las tortuosidades de los vasos y sus ángulos. Conjuntamente es importante valorar toda la aorta, considerando el acceso transfemoral como un todo desde la femoral común hasta el anillo aórtico.

En caso de obstrucciones ilio-femorales, tenemos evidencia en la literatura que la angioplastia percutánea ad hoc a este nivel se puede combinar para lograr un lumen adecuado y un avance óptimo de la vaina, la cual podría combinarse con sistema de litotricia el lesiones severamente calcificadas, siendo una opción segura y efectiva para garantizar un enfoque adecuado⁷¹⁻⁷⁴

El abordaje de la arteria femoral común puede ser realizada mediante dos técnicas:

- La vía percutánea es de primera elección. Se recomienda realizar el acceso guiado por ultrasonido, ya que nos conduce a un abordaje preciso del sitio de acceso, reduce el número de complicaciones vasculares y aumenta el éxito de los dispositivos de cierre vasculares⁷⁵.
- La técnica quirúrgica por disección de planos permite acceder a la cámara femoral y realizar la punción en la pared anterior de la arteria femoral común. Como se menciona anteriormente, en pacientes obesos, con arterias femorales profundas (es decir, >8 cm de la piel), vasos con calcificaciones de 360 grados ya que en estos casos los dispositivos de cierre percutáneo pueden fallar.Si

bien es una técnica segura, no está exenta de complicaciones como infecciones y seromas que pueden prolongar la estancia hospitalaria y la deambulaci3n.

Dispositivos de cierre vascular:

El uso de dispositivos de cierre vascular (DCV) ha crecido exponencialmente disminuyendo el tiempo del procedimiento, facilitando la deambulaci3n precoz y el alta temprana. Dentro de los dispositivos de cierre disponibles (**Tabla 2**), disponemos de aquellos mediados por sutura endovascular (Perclose-ProGlide[®], Abbott, Estados Unidos), como tambi3n los dispositivos de hemostasia basados en una pieza de pol3mero bio absorbibles como el dispositivo AngioSeal[®] (TerumoInterventionalSystems, Jap3n) y el Manta[®] (TeleflexEssential Medical, Estados Unidos).

El DCV con mayor frecuencia utilizado en nuestro pa3s es el PercloseProGlide, utilizado mediante la t3cnica de "precierre", en la cual se insertan 2 dispositivos en el sector medial (2 en punto) y lateral (11 en punto) antes del procedimiento. Despu3s de completar el procedimiento, se retira la vaina introductora y se cierran las suturas. La t3cnica de uso requiere cierta experiencia siendo el fracaso de este alrededor del 5,4% al 8% de los procedimientos. El fracaso del DVC est3 asociado a un aumento en la tasa de morbimortalidad y hospitalizaci3n prolongada^{76,77}.

El uso combinado de dispositivos de cierre vascular, como PercloseProGlide[®] y AngioSeal[®], ha demostrado ser una estrategia efectiva para lograr una hemostasia completa en procedimientos de TAVI por acceso femoral⁷⁸. En particular, el algoritmo MultiCLOSE, que utiliza una t3cnica de precierre seguida de la reinserci3n de un introductor m3s peque1o, ha mostrado excelentes resultados. En un estudio reciente, esta t3cnica logr3 hemostasia completa en el 98% de los 630 pacientes tratados, con una baja tasa de complicaciones vasculares generales del 2.8% y una tasa de complicaciones mayores inferior al 1%⁷⁸.

El dispositivo de cierre vascular Manta es un DCV de nueva generaci3n y se ha desarrollado espec3ficamente para el cierre de la arteriotom3a de gran calibre con un solo dispositivo y se basa en un concepto probado de anclaje intra-arterial y tap3n de col3geno extra-arterial. Se encuentra disponible en 2 tama1os: 14 y 18 Fr. Se puede emplear para tama1os de vaina que van de 10 a 14 Fr y de 15 a 22 Fr, respectivamente. Hay que tener presente que siempre es necesaria la confirmaci3n angiogr3fica tras el cierre o la verificaci3n por ultrasonido, sea cual sea el sistema utilizado, para detectar fallos encubiertos del DCV, oclusiones vasculares o despliegues subcut3neos, y acelerar as3 las medidas correctivas.

11.2. Acceso subclavio/axilar

La v3a axilar/subclavio debe ser considerada como la v3a alternativa cuando el sitio de acceso femoral est3 limitado por lesiones severas il3acas o femorales, di3metros femorales o il3acos peque1os, cirug3a il3aca o femoral previa, calcificaci3n o tortuosidad excesiva, o aneurisma a3rtico/pr3tesis a3rtica abdominal previa⁷⁹.

Actualmente el acceso subclavio/axilar representa el 34% de los accesos alternativos en TAVI⁸⁰, con una incidencia de muerte menor a la v3a transapical, pero con un riesgo de ACV num3ricamente mayor comparado con la v3a transfemoral (6.5% vs. 3.5%, $p = 0.165$)⁸⁰. Este acceso habitualmente presenta di3metros menores comparado con el transfemoral⁸¹.

Preferentemente se utiliza la arteria subclavio o axilar izquierda y si bien la recomendaci3n es realizar un abordaje quir3rgico, recientemente han surgido reportes de cierre percut3neo⁸².

Las contraindicaciones para el acceso subclavio/transaxilar incluyen el di3metro inadecuado del vaso, procedimientos vasculares previos o reparaciones quir3rgicas previas, estenosis, tortuosidad, dilataci3n aneurism3tica o disecci3n previa y obesidad m3rbida. Se deber3a evitar su uso en pacientes con puente mamario permeable, salvo que sea el 3nico acceso posible y que el vaso sea > 8mm⁸³.

11.3. Acceso carot3deo

Uno de los aspectos fundamentales a tener en cuenta al considerar el acceso carot3deo, es la necesidad evaluar previamente la presencia de aterosclerosis carot3dea, y la permeabilidad del pol3gono de Willis ya que se podr3a limitar la perfusi3n cerebral durante la oclusi3n carot3dea. Habitualmente se utiliza la arteria car3tida derecha y se excluye habitualmente a aquellos pacientes con estenosis >80% a nivel de la car3tida primitiva, as3 como a aquellos con estenosis de la car3tida interna.

Es importante destacar que el acceso carot3deo s3lo puede realizarse mediante abordaje quir3rgico y no percut3neo, lo que agrega un componente adicional de complejidad al procedimiento.

Al comparar este acceso con el acceso femoral, el acceso carot3deo se asoci3 a un mayor riesgo de ACV, sin un aumento del riesgo de mortalidad a 30 d3as, sangrado o complicaciones vasculares⁸⁴. En un registro Franc3s de TAVI carot3deo, que incluy3 pacientes que no eran elegibles para la TAVI transfemoral debido a enfermedad arterial perif3rica en la mayor3a de los casos, el acceso carot3deo en el TAVI se asoci3 a una tasa de ACV/AIT 1.6%, sangrado mayor de 4.1% y mortalidad a 30 d3as del 3.2%⁸⁵.

En conclusi3n, si bien el acceso carot3deo se asoci3 a una mayor tasa de ACV, representa una alternativa posible ante pacientes con contraindicaciones para acceso femoral y solo en centros experimentados.

11.4. Acceso transcavo

El acceso a trav3s de la vena cava inferior o "transcavo" consiste en realizar un acceso venoso femoral, navegar hacia la vena cava inferior y realizar una puncci3n desde la cava inferior hacia la aorta descendente, para posteriormente avanzar el dispositivo TAVI seleccionado. Una vez finalizado, el orificio se cierra con un dispositivo de cierre de nitinol. Las potenciales complicaciones incluyen disecci3n de aorta, hematomas retroperitoneales o f3stulas⁸⁶.

Un registro multic3ntrico evalu3 la factibilidad del acceso transcavo con una tasa de 3xito del procedimiento del 99%, una mortalidad a 30 d3as del 8% y complicaciones vasculares de 11%⁸⁷. En este registro se observ3 que m3s del 90% de las f3stulas aorto-cava creadas para el acceso se hab3an cerrado⁸⁶.

Cuando se compar3 con otros accesos alternativos, el acceso transcavo demostr3 ser competitivo, sin diferencias significativas en la mortalidad a los 30 d3as de seguimiento⁸⁸.

En conclusi3n, el acceso transcavo podr3a ser una alternativa en pacientes con contraindicaciones para acceso femoral y otros accesos arteriales y solo en centros experimentados.

Recomendaciones	Clase	Nivel de evidencia
El acceso femoral percutáneo guiado por ecografía debe ser el acceso de elección en TAVI	I	A
El acceso axilar/subclavio debe ser considerado como acceso alternativo de elección en pacientes con contraindicaciones para acceso transfemoral y en centros experimentados	Ila	C
El acceso carotídeo puede ser considerado como acceso de alternativo en pacientes con contraindicaciones para acceso transfemoral y en centros experimentados	Ilb	C

12. COMPLICACIONES DEL TAVI

12.1. Reflujo paravalvular

El reflujo para-valvular (PVL por su acrónimo en inglés) posterior al TAVI tiene una prevalencia mayor que en los pacientes sometidos a RVAo^{89,90}. El desarrollo de nuevas generaciones de prótesis, repositionables y con diseños que incluyen mecanismos de mejor adaptación y oposición a la anatomía del anillo valvular y estructuras adyacentes, ha logrado disminuir la incidencia de PVL en relación con los primeros dispositivos.

Existe clara evidencia acerca del impacto que un PVL moderado a severo tiene en las re-hospitalizaciones y en la mortalidad global y cardiovascular a corto y largo plazo^{91,92}.

Sin embargo, la información acerca de las consecuencias de los PVL de grado leve es contradictoria; un metaanálisis publicado recientemente sugiere que la presencia de reflujo leve también aumenta la incidencia de mortalidad y re-hospitalizaciones⁹³.

Los predictores más reconocidos de PVL son el grado de calcificación de la raíz aórtica (anillo, valvas, comisuras y tracto de salida del ventrículo izquierdo, especialmente cuando su distribución es asimétrica), insuficiente sobredimensionamiento de la prótesis, anillos elípticos, válvula bicúspide, implantes demasiado bajos y marcada angulación entre el tracto de salida y la aorta, estos dos últimos para prótesis autoexpandibles⁹⁴.

En cuanto al diagnóstico, la angiografía realizada inmediatamente luego del implante en válvulas expandibles por balón, o luego de 10 minutos en las autoexpandibles, permite una aproximación a la valoración del grado del reflujo, para lo cual se utiliza mayoritariamente la clasificación de Sellers. El índice de regurgitación aórtica (IRA), calculado como la diferencia entre la presión diastólica aórtica (PDAo) y la presión de fin de diástole del ventrículo izquierdo (PFDVI) dividida la presión sistólica aórtica (PSAo) [$IRA = (PDAo - PFDVI) / PSAo \times 100$], ofrece una evaluación fisiológica inmediata y proporciona información pronóstica. Los pacientes con IRA < 25 presentaron un significativo aumento de la mortalidad al año en comparación con aquellos con IRA ≥ 25 (46 vs. 16,7%; p < 0,001)^{95,96}.

El ecocardiograma con Doppler es el instrumento más utilizado para determinar el grado de regurgitación inmediatamente post procedimiento y especialmente en el seguimiento. Sin embargo, la evaluación del grado de reflujo post TAVI presenta algunas particularidades relacionadas, entre otras, a los diferentes componentes de la prótesis, a la existencia de múltiples jets y a la diversa dirección y morfología que prótesis y calcio imprimen a esos jets en el tracto de salida del ventrículo izquierdo, todo lo cual hace que su inter-

pretación sea más compleja. Una evaluación completa debe incluir parámetros cualitativos, semicuantitativos y cuantitativos cuya descripción detallada ha sido recientemente actualizada en un consenso intersocietario que incluye un algoritmo para guiar la implementación de los múltiples parámetros disponibles⁹⁷.

La post-dilatación con balón puede ayudar a mejorar la expansión y reducir el reflujo especialmente en casos de subexpansión debida a severa calcificación. El tamaño del balón no debe superar el diámetro promedio de la válvula nativa. Para las prótesis autoexpandibles se sugiere utilizar un balón recto de diámetro un milímetro menor que el de la válvula colocada. Con adecuada técnica y realizada bajo marca-paseo rápido, las complicaciones descritas (migración de la prótesis, ruptura del anillo, obstrucción coronaria y embolia cerebral) son poco frecuentes⁹⁸.

Finalmente, el cierre percutáneo del PVL mediante “plugs” vasculares puede ser útil cuando el “jet” de regurgitación es localizado. Los dispositivos más utilizados son los Amplatzer Vascular Plug (Abbott, Estados Unidos) III y IV con los que, en un registro recientemente publicado, se logró reducir la regurgitación a menor que leve en el 91% de los casos⁹⁹.

12.2. Trastornos de conducción

Las alteraciones de la conducción eléctrica constituyen una complicación relativamente frecuente durante el TAVI y se deben a la proximidad anatómica entre el complejo valvular aórtico y el sistema de conducción eléctrica cardíaco. La relación anatómica del Haz de His con el septum interventricular membranoso, y el recorrido emergente de su rama izquierda por la base del triángulo que separa las valvas no coronaria y coronaria derecha, exponen al sistema de conducción al daño producido por compresión directa, con diferentes grados de edema, hematoma e injuria isquémica¹⁰⁰. Por otro lado, independientemente del efecto mecánico, la extensión de la calcificación aórtica al sistema de conducción es causa de bloqueo completo de rama izquierda (BCRI) y trastornos avanzados en la conducción^{100,101}. Es importante una correcta evaluación del electrocardiograma previo al TAVI para definir riesgo de presentar trastornos de la conducción y necesidad de implante de marcapasos definitivo (IMD).

La presencia de bloqueo completo de rama derecha (BCRD) es el factor de riesgo más importante, aumentando el mismo hasta 47 veces y asociándose con un aumento de la mortalidad^{100,102}.

Entre otros predictores de IMD podemos identificar a la presencia de bloqueo auriculoventricular (BAV) de primer grado y hemibloqueo anterior izquierdo, al desarrollo del BAV completo intra-procedimiento y la valvuloplastia previo al implante.

La longitud del septum membranoso (SM) es también un predictor independiente de necesidad de IMD. En el registro INTERSECT se definieron tres grupos de riesgo relacionando la longitud del SM con la necesidad de IMD, >20% en SM ≤ 3 mm, 10-20% en SM 3-7mm y <10% en SM > 7mm¹⁰³.

El BAV de primer grado no parece ser predictor independiente de necesidad de IMD pero sí la prolongación del intervalo PR durante o post procedimiento¹⁰⁴.

En cuanto a los factores relacionados con el implante, la técnica de “cuspooverlap” permite la elongación del septum interventricular permitiendo un posicionamiento más alto y una significativa reducción en la necesidad de IMD^{105,106}. Recientemente un grupo de investigación de nuestro país ha publicado predictores

TABLA 3. Predictores relacionados con la ocurrencia de un ACV durante un TAVI.

Factores clínicos	Factores mecánicos	Factores farmacológicos	Factores hemodinámicos
Edad avanzada	Fragmentos/restos de aorta, válvula, paredes aórticas, miocardio	Activación de la cascada protrombótica (plaquetas y coagulación)	Hipotensión sostenida Inestabilidad hemodinámica
Diabetes Mellitus	Manipulación de los catéteres	Niveles de anticoagulación subóptimos	Estimulación ventricular rápida
Fibrilación auricular	Valvuloplastia aórtica con balón		Embolia gaseosa
Insuficiencia Renal crónica	Posicionamiento, despliegue y/o post-dilatación		Dinámica del flujo aórtico alterada sostenida (NeoSenio)
	Lesión endotelial, tensión de cizallamiento y migración del dispositivo		

de marcapasos permanente en válvulas autoexpandibles en la era de "cuspooverlap". Los resultados mostraron que la profundidad del implante, el BAV de primer o segundo grado, el BCRD y el bloqueo incompleto de rama izquierda fueron predictores independientes de la necesidad de IMD. Aunque aquellos que requirieron PPMI no presentaron un aumento significativo en el riesgo de muerte, infarto de miocardio, accidente cerebrovascular, eventos hemorrágicos o complicaciones vasculares a los 30 días, sí tuvieron una estancia hospitalaria más prolongada¹⁰⁷. El desarrollo de BCRI durante o inmediatamente post TAVI es relativamente frecuente y si bien su impacto sobre la necesidad de IMD es controvertido, sí se lo reconoce como causa de mayor mortalidad alejada^{108,109}.

Finalmente, la realización de un estudio electrofisiológico puede ayudar a identificar la necesidad de MPD en casos dudosos, donde tiene un elevado valor predictivo negativo¹¹⁰.

12.3. Acceso vascular

Las complicaciones del acceso vascular son una causa importante de morbilidad y mortalidad tanto intrahospitalaria como a 30 días¹¹¹. Además, se asocian a internaciones más prolongadas, mayores costos intrahospitalarios y peor calidad de vida. Con la disminución de los dispositivos TAVI y debido a la experiencia ganada por los operadores las mismas se han reducido a menos del 4%^{112,113}.

Entre los predictores de complicaciones del acceso vascular se encuentran el sexo femenino, accesos de pequeño calibre o con calcificación circunferencial, marcada tortuosidad ilíaca y utilización de introductores mayores de 19 Fr. Independientemente del tamaño del dispositivo, la relación entre el diámetro externo de la vaina de acceso vascular y el diámetro arterial (SFAR) > 1.05 es también predictor independiente de CAV mayores y de mortalidad a 30 días¹¹⁴.

Las complicaciones del acceso vascular más frecuentes son la disección de arteria ilíaca, ruptura de la arteria, hematoma en el sitio de punción, pseudoaneurisma y el hematoma retroperitoneal. La prevención es esencial y cuando suceden necesitan ser diagnosticadas en forma precoz y el tratamiento debe ser instaurado lo más rápido posible.

El abordaje puede ser quirúrgico o percutáneo. Para el segundo puede utilizarse el acceso contralateral, realizando insuflaciones prolongadas con balones para disminuir el sangrado y lograr hemostasia, utilizar stents para el tratamiento de disecciones, o stents recubiertos para rupturas o perforaciones. Es fundamental contar con stents recubiertos como parte del equipo disponible para manejar emergencias relacionadas con el sangrado durante el TAVI. Estos dispositivos son esenciales ya que permiten un control rápido y efectivo del sangrado, evitando la necesidad de intervenciones quirúrgicas mayores. Por esta razón, su inclusión en los materiales solicitados debería ser mandatoria, garantizando la seguridad del paciente y una respuesta oportuna en casos críticos.

Para el tratamiento de pseudoaneurismas la compresión manual guiada por ecografía doppler puede ser efectiva dependiendo del tamaño, o la inyección selectiva de trombina para aquellos con diámetro del cuello mayor de 3 cm.

Para el hematoma retroperitoneal que no responde al tratamiento médico inicial se debe considerar la embolización de los pequeños vasos dañados si ese fuera el caso, la utilización de stents recubiertos para vasos mayores o la exploración quirúrgica¹¹⁴.

La disminución del perfil de los introductores, la evaluación del acceso mediante imágenes, la selección del acceso vascular más apropiado y la creciente experiencia de los operadores contribuyen a disminuir la incidencia de estas complicaciones.

12.4. Stroke

El accidente cerebrovascular (ACV) continúa siendo una de las complicaciones más temidas para los pacientes sometidos a TAVI. Provoca una morbi-mortalidad, a 30 días hasta 6 veces mayor en comparación con aquellos pacientes sin ACV¹¹⁵. Eso ha ido mejorando con el correr de los años, la experiencia, la mejora de las técnicas, los dispositivos y la selección de los candidatos.

El ACV tiene un efecto sustancial en los pacientes, sus familias, los servicios sanitarios y la sociedad. Impacta en términos de morbilidad, mortalidad y a nivel socioeconómico de acuerdo a la calidad de vida residual. Las tasas contemporáneas de ACV relacionadas con TAVI se mantienen entre el 2% y el 4%^{26,115}.

A su vez, el impacto potencial de las lesiones cerebrales silenciosas, que pueden afectar hasta un 20% de los pacientes, sobre la función cognitiva y su relevancia pronóstica en el seguimiento a mediano y largo plazo, aún no está bien definido¹¹⁶.

La **Tabla 3** resume los predictores y factores relacionados con riesgo de aparición temprana (inmediata o durante el peri-procedimiento). Adicionalmente se relaciona alguno de estos factores, con riesgo de aparición más tardía (alejados del peri-procedimiento), en general:

- Edad
- Fractura de válvula y/o aorta nativas (calcificadas; bicúspides)
- Arco aórticosostiles
- Valve in Valve / TAVI in TAVI
- Endotelización incompleta del stent valvular
- Trombosis del dispositivo
- Efecto antiplaquetario subóptimo
- Fibrilación auricular de nueva aparición
- Condición protrombótica general del paciente

Prevención y manejo del evento ACV durante el TAVI.

La manera de prevenir un eventual stroke al momento, abarca las siguientes estrategias:

Demostradas:

- Régimen de anticoagulación adecuado.
- Experiencia del centro y del operador.
- Refinamiento de la técnica de implante.
- Mejora de los dispositivos (deflectables; repositonables; recubrimientos; perfil hemodinámico).

Bajo investigación activa:

- Uso de dispositivos de protección embólica cerebral
- Régimen antitrombótico óptimo después del TAVI
- Oclusión de la oreja auricular izquierda

Los dispositivos de protección embólica cerebral (CEPD), se desarrollaron para mitigar los ACV relacionados con TAVI causados por todo el espectro de posibles desechos embólicos cerebrales. Han demostrado ser seguros en estudios clínicos¹¹⁷.

Los CEPD disponibles actualmente se resumen en la Tabla Suplementaria 3. El sistema de protección cerebral SENTINEL (Boston Scientific, Estados Unidos), es el más ampliamente conocido y el único disponible en nuestro medio. Consta de 2 filtros de poliuretano con poros de 140 mm de diámetro fijados en un marco radiopaco de nitinol flexible, avanzados desde una vaina de 6 Fr a través de la arteria radial derecha o braquial derecha y desplegados en los ostiums del tronco braquiocefálico común y arteria carótida izquierda. Diseñado para capturar émbolos en 2 de las 3 ramas del arco aórtico, dejando abierta la subclavia izquierda y desprotegida la circulación vertebral.

Los ensayos DEFLECT III, CLEAN-TAVI y SENTINEL evaluaron la seguridad y eficacia de los CEPD¹¹⁷⁻¹¹⁹. En los mismos se demuestra la tendencia hacia la no inferioridad de los dispositivos de protección embólica cerebral para pacientes TAVI pero impresionan ser verdaderamente útiles en una población bien seleccionada como son pacientes ACV previo o con alto riesgo del evento embólico. A pesar de todo lo anterior, su uso durante el TAVI sigue siendo poco frecuente en nuestro ámbito y con un beneficio marginal debido a la falta de estudios de costo efectividad correctamente diseñados a nivel local

12.5. Obstrucción coronaria

Uno de los desafíos más grandes del TAVI, con riesgos inmediatos y potencialmente mortales, es prevenir la oclusión coronaria (OC). La incidencia de oclusión coronaria durante el TAVI varía según los estudios, pero generalmente se estima entre el 0.5% y el 3%¹²⁰. Aunque es relativamente poco frecuente, sus consecuencias pueden ser devastadoras, incluyendo infarto agudo de miocardio, arritmias ventriculares malignas y muerte¹²¹.

Los factores de riesgo que pueden aumentar el riesgo de OC durante el TAVI incluyen¹²²:

- Anatomía coronaria: Ostium coronario bajo, senos de Valsalva pequeños, arterias coronarias tortuosas/anómalas y calcificación severa de la válvula aórtica.
- Tipo de prótesis: Algunas prótesis pueden tener un mayor riesgo de oclusión coronaria debido a su diseño o tamaño, VIV, TAVI/TAVI.
- Experiencia del Centro: La experiencia del intervencionista como primer operador y del equipo multidisciplinario, familiarizados técnicas específicas de implante, su aplicabilidad y/o combinación, tales como como cusp-overlap, alineación comisural o stenting de TCI.

- Comorbilidades del paciente: La presencia de comorbilidades como enfermedad coronaria concomitante, revascularización previa, insuficiencia renal y diabetes pueden aumentar el riesgo.

Prevención y manejo del evento OC durante el TAVI (Figura 3)

La prevención de la OC durante el TAVI requiere un enfoque multiimágenes y una planificación cuidadosa del procedimiento¹²³. Algunos pasos clave incluyen:

- Evaluación preoperatoria exhaustiva: Una evaluación preoperatoria detallada que incluya angiografía coronaria, tomografía computada de alta resolución y ecocardiografía, resulta esencial para identificar factores de riesgo anatómicos y planificar el procedimiento.
- Evaluación por tomografía de la altura coronaria, tamaño de los senos coronarios y la distancia entre la válvula y las coronarias (VTC por sus siglas en inglés). Conocer el VTC es crucial en el contexto del TAVI, ya que se refiere a la distancia entre el borde de la nueva válvula implantada y los orígenes de las arterias coronarias. Una distancia corta menor a 4 mm entre la válvula y las coronarias aumenta el riesgo de oclusión coronaria durante o después del procedimiento, especialmente en pacientes con senos de Valsalva pequeños o con válvulas calcificadas que, al expandirse, pueden desplazar tejido y bloquear el flujo coronario^{124,125}.
- Selección adecuada de la prótesis: La elección de la prótesis debe basarse en la anatomía individual del paciente y si corresponde considerar el riesgo potencial de oclusión coronaria mediante una medición virtual de implante y su distancia a los ostiums coronarios.
- Técnica de implante meticulosa: El implante de la válvula debe realizarse con una técnica meticulosa, calculando la altura del implante, la posibilidad alineación comisural, las dimensiones del dispositivo y de las estructuras circundantes.
- Monitorización hemodinámica continua: La monitorización hemodinámica continua durante el procedimiento permite la detección temprana de signos de isquemia miocárdica y la intervención oportuna.
- *Balloon sizing*: En algunas circunstancias esta maniobra anticipa una posible oclusión y puede ayudar para la toma de decisión final si hay dudas con el tamaño de la prótesis.

En cuanto al manejo, si se produce una OC durante el TAVI, es crucial actuar rápidamente. Las opciones de tratamiento incluyen:

- Reposicionamiento de la válvula: En algunos casos, la oclusión transitoria puede resolverse mediante el reposicionamiento cuidadoso de la válvula protésica.
- Angioplastia coronaria concomitante con stent (Chimeneas): La angioplastia con esta técnica puede ser utilizada para abrir la arteria coronaria ocluida.
- Técnicas avanzadas de laceración o perforación (BASÍLICA¹²⁶): En algunas ocasiones, puede ser necesaria una mini-cirugía, comandada por radiofrecuencia a través de un electrobisturí, que permita "cortar y liberar" uno de los velos. Ya sea que se trate de una válvula protésica previa o incluso de una valva nativa muy engrosada, bajo esta técnica avanzada se busca restaurar y asegurar el flujo sanguíneo coronario al momento del implante de la TAVI.

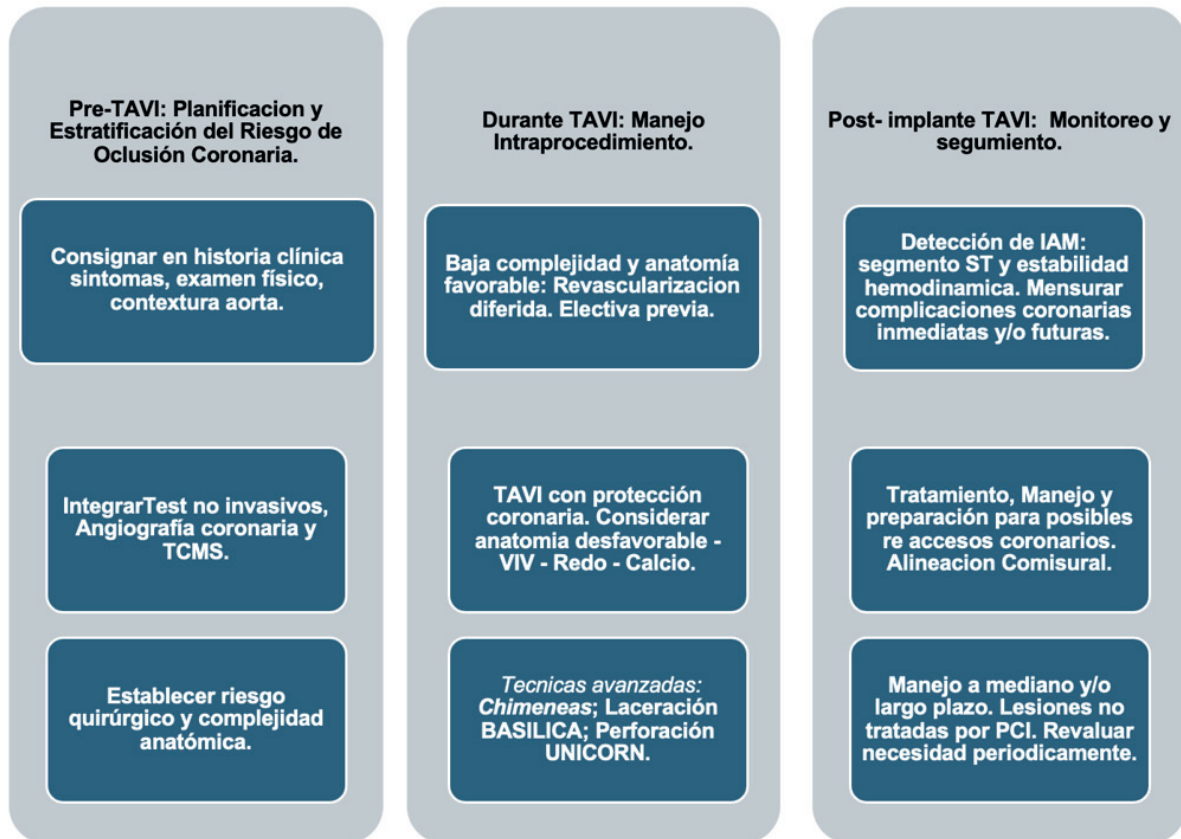


Figura 3. Riesgo y manejo de la Oclusión Coronaria peri TAVI. Basado en un enfoque multidisciplinario, población target, dificultad del caso y/o manejo individualizado de la carga de enfermedad coronaria.

13. CUIDADOS POSIMPLANTE

13.1. Terapia antitrombótica

Los pacientes sometidos a TAVI son en general de edad avanzada, subgrupo que presenta habitualmente un mayor riesgo de complicaciones tromboticas y de sangrado¹²⁷. Esta situación obliga a realizar una cuidadosa valoración individual a la hora de definir un óptimo tratamiento antitrombótico (Figura 4 y Tabla 4).

13.1.1. Complicaciones tromboticas:

Accidente cerebrovascular:

El ACV es una complicación que sucede en 1-8% de los pacientes dentro del primer año posterior al implante valvular¹²⁸. Esta complicación se debe principalmente a tromboembolia proveniente de la válvula protésica o secundario a fibrilación auricular (FA).

La FA es una condición habitual en pacientes sometidos a TAVI, con una prevalencia previo al implante de aproximadamente 30% (16 al 40%)¹²⁹. El antecedente de FA es un predictor de eventos, con mayor mortalidad en el seguimiento a largo plazo.

A su vez, el desarrollo de nueva FA es frecuente posterior al implante valvular. Si bien hay gran variabilidad en los diferentes estudios, un metaanálisis con más de 240.000 pacientes incluidos reporta una incidencia de nueva FA del 9.9% (8.1%-12%), asociándose a peor evolución con mayor riesgo de ACV (RR 2.35; 2.12 - 2.61) y muerte (RR 1.76; 1.12-2.76) a 30 días, entre otros eventos¹³⁰.

Trombosis valvular:

La trombosis asociada a la válvula se describe en hasta un cuarto de los pacientes sometidos a TAVI bajo tratamiento antiplaquetario, generando síntomas por aumento del gradiente transvalvular solo en un bajo porcentaje (1-3%). No está clara la asociación de trombosis subclínica valvular con el desarrollo de ACV, aunque algunos reportes sugieren un aumento en su incidencia¹³¹.

13.1.2. Complicaciones hemorrágicas:

Hemorragias mayores con amenaza a la vida o invalidantes se producen en el 3-11% de los pacientes durante el primer año post TAVI¹²⁸. Si bien el 50% están relacionadas directamente con el procedimiento, existen factores que condicionan un aumento de sangrado en el seguimiento: edad avanzada de los pacientes, sus comorbilidades, la frecuente presencia de defecto adquirido del factor de von Willebrand y trombocitopenia moderada después de TAVI, entre otras.

13.1.3. Manejo antitrombótico en pacientes sin indicación de anticoagulación

Si bien inicialmente se recomendaba un doble esquema antiagregante (DAPT) posterior al TAVI, diferentes estudios observacionales y posteriormente pequeños ensayos randomizados iniciales reportaron similar desarrollo de eventos tromboticos con el uso de aspirina (AAS) aislada a dosis bajas con una reducción significativa de las complicaciones hemorrágicas¹³². Finalmente, el estudio randomizado POPULAR-TAVI (Cohorte A) confirmó una disminución significativa de cualquier tipo de sangrado (15.1% vs. 26.6%; RR 0.57 [0.42-0.77], p=0.001), del sangrado mayor, amenazan-

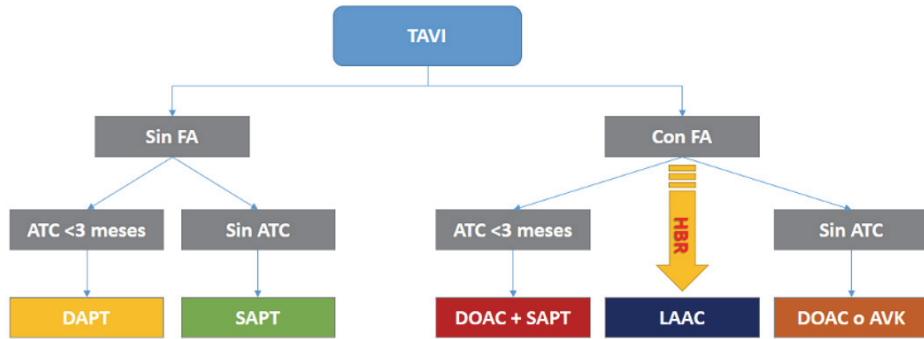


Figura 4. Recomendaciones de terapia antitrombótica dependiendo indicación de anticoagulación, angioplastia reciente y riesgo de sangrado. TAVI= Implante valvular aórtico percutáneo. FA= Fibrilación Auricular. ATC= Angioplastia Coronaria. HBR= Alto riesgo de sangrado. DAPT= Terapia doble antiagregante. SAPT= Terapia simple antiagregante. DOAC= Anticoagulante oral directo. LAAC= Cierre de orejuela izquierda. AVK= Anticoagulante Anti Vitamina K

TABLA 4. Indicaciones de terapia antitrombótica en distintas situaciones clínicas.

Pacientes sin indicación de ACO	
Sin enfermedad coronaria	AAS indefinida.
Con angioplastia por síndrome coronario crónico	AAS y Clopidogrel de 1-3 meses post ATC, luego monoterapia con P2Y12 o AAS.
Con angioplastia por síndrome coronario agudo	AAS y Clopidogrel de 3-6 meses post ATC, luego monoterapia con P2Y12 o AAS.
Pacientes con indicación de ACO	
Fibrilación auricular sin enfermedad coronaria	DOAC (con excepción de Edoxaban) o AVK en pacientes vírgenes de tratamiento sin tratamiento antiplaquetario.
Fibrilación auricular con angioplastia reciente	Corto período de triple esquema antitrombótico (1-4 semanas) seguido de doble esquema con DOAC y clopidogrel.
Fibrilación auricular no candidato a anticoagulación prolongada	Valorar indicación de cierre de orejuela izquierda de acuerdo a discusión paciente/prestador.
Otra indicación de anticoagulación	En caso de patología con necesidad de AVK, se requiere monitoreo cercano del RIN con un rango de 2 - 2.5 y un TTR >70%.
Escenarios especiales	
Trombosis subclínica	Tratamiento anticoagulante por 3 a 6 meses en ausencia de alto riesgo de sangrado.
Trombosis con repercusión clínica	Tratamiento anticoagulante al menos por 3 a 6 meses o hasta su resolución.

ACO= Anticoagulación oral. AAS= Ácido acetil salicílico. DOAC= Anticoagulante directo oral.

te a la vida o incapacitante (5.1% vs. 10.8%; RR 0.48 [0.27-0.83]) y de un punto combinado de eventos tromboticos y de sangrado (23% vs. 31.1%; RR 0.74 [0.57 - 0.95], p=0.04) al año de seguimiento con el uso de AAS a bajas dosis en comparación con DAPT por tres meses luego del TAVI ¹³³. Por otro lado, el aparente mejor perfil de seguridad de los anticoagulantes directos orales (DOAC) asociado al riesgo de trombosis subclínica de la válvula descrito previamente motivó al desarrollo de estudios que evalúen su desempeño post-TAVI. El ensayo GALILEO comparó la evolución de un régimen basado en Rivaroxaban en bajas dosis (10 mg / día) contra DAPT debiendo ser detenido en forma prematura por un exceso de mortalidad por cualquier causa (69%), muerte o evento tromboembólico (35%) y de sangrado mayor, invalidante o amenazante a la vida (50%) en la rama Rivaroxaban ¹³⁴.

A su vez, el estudio ATLANTIS evaluó el desempeño de Apixaban contra el tratamiento estándar en pacientes con y sin indicación de anticoagulación. Considerando el estrato sin indicación de anticoagulación donde se comparó principalmente con DAPT (78.8%), no hubo diferencias en cuanto a puntos combinados primarios de eficacia y seguridad. Sin embargo, se evidenció menor desarrollo de trombosis valvular a expensas de una mayor mortalidad no cardiovascular con el tratamiento anticoagulante ¹³⁵.

Finalmente, un reciente meta-análisis en red de ensayos clínicos randomizados demostró una reducción mayor al 50% de eventos hemorrágicos con terapia antiplaquetaria simple en comparación con esquemas basados en doble terapia

antiagregante o DOAC sin diferencias en el desarrollo de ACV, infarto o embolia sistémica ¹³⁶.

Por este motivo, en pacientes sin indicación de anticoagulación oral ni angioplastia coronaria reciente (menos de 3 meses), la recomendación actual es monoterapia con aspirina en dosis bajas ^{15,128}.

13.1.4. Manejo antitrombótico en pacientes con indicación de anticoagulación:

Fibrilación auricular:

Si bien es conocida la superioridad de los DOAC en comparación con anticoagulantes antiVitamina K (AVK) en pacientes con FA no valvular, estudios iniciales generaron dudas de su aplicación en pacientes post TAVI ¹³⁷. Al momento, son pocos los ensayos clínicos randomizados que se han desarrollado para abordar esta interrogante.

Por un lado, el ensayo ENVISAGE-TAVI AF comparó Edoxaban contra AVK evidenciando no inferioridad en un compuesto de eventos que incluyó muerte de cualquier causa, complicaciones tromboticas y hemorrágicas. Sin embargo, al evaluar específicamente su seguridad, se evidenció un mayor desarrollo de sangrado mayor con Edoxaban (HR 1.40 [1.03 - 1.91], p=0.93 para no inferioridad), principalmente a expensas de sangrado gastrointestinal ¹³⁸.

Por el contrario, en el estrato de pacientes con indicación de anticoagulación del estudio ATLANTIS mencionado previamente, Apixaban no tuvo diferencias al valorar tanto puntos de eficacia como de seguridad en comparación con AVK ¹³⁵. Esta limitada y dispar evidencia obliga a remitirnos a los ha-

TABLA 5. Ventajas y desventajas del momento de la revascularización en pacientes con enfermedad coronaria candidatos a un TAVI.

	Ventajas	Desventajas
ATC previo al TAVI	<ul style="list-style-type: none"> • Sin dificultades agregadas para el acceso coronario • Menor riesgo de inestabilidad hemodinámica inducida por isquemia en el implante (por ejemplo, durante el marcapaseo rápido). • Uso reducido de contraste en comparación con ATC y TAVI concomitantes 	<ul style="list-style-type: none"> • Fisiología invasiva menos confiable para evaluar lesiones intermedias. • Mayor riesgo de inestabilidad hemodinámica debido a la estenosis aórtica, especialmente en el tratamiento de lesiones complejas (por ejemplo, aterectomía rotacional). • Necesidad de DAPT durante el implante, con el consecuente aumento del riesgo de sangrado.
ATC junto al TAVI	<ul style="list-style-type: none"> • Uso del mismo acceso, disminuyendo hipotéticamente riesgo de complicaciones vasculares. • Menor costo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor uso de contraste con el consecuente riesgo de injuria renal. • Prolongación del procedimiento. • Necesidad de DAPT durante el implante, con el consecuente aumento del riesgo de sangrado.
ATC posterior al TAVI	<ul style="list-style-type: none"> • Fisiología invasiva más confiable para evaluar lesiones intermedias. • Menor riesgo de inestabilidad hemodinámica en el tratamiento de lesiones coronarias complejas (por ejemplo, aterectomía rotacional). • Uso reducido de contraste en comparación con ATC y TAVI concomitantes 	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso coronario más desafiante. • Menor estabilidad y soporte del catéter guía.

llazgos de grandes registros de la vida real. En un análisis de pacientes con FA sometidos a TAVI incluidos en el STS/ACC TVT Registry, el riesgo de ACV al año fue similar entre los AVK y los DOAC, mientras que el uso de DOAC se asoció con una reducción en los riesgos de hemorragia, hemorragia intracraneal y mortalidad por todas las causas¹³⁹. Similares resultados fueron evidenciados a 3 años de seguimiento en una gran cohorte de Francia, con una reducción de la mortalidad y del sangrado mayor¹⁴⁰. Por el contrario, los AVK se asociaron también a mayor mortalidad de cualquier causa a 5 años de seguimiento en el registro Swiss TAVI, pero con menor desarrollo de ACV invalidante no relacionado al procedimiento, sin observarse diferencias en sangrado mayor¹⁴¹.

Se han desarrollado a su vez diversos meta-análisis basados principalmente en estudios observacionales. Un meta-análisis con más de 30.000 pacientes de 3 ensayos randomizados y 8 estudios observacionales evidenció una disminución del sangrado mayor (RR 0.82 [0.77 - 0.88], $p < 0.00001$) y de la mortalidad por cualquier causa (RR 0.83 [0.79 - 0.88], $p < 0.00001$) con el uso de DOAC, sin diferencias en la ocurrencia de ACV¹⁴².

Estos hallazgos sugieren que los DOAC podrían ser una opción como primera alternativa frente a los AVK, aunque se requiere mejor calidad de evidencia para poder definir con certeza el manejo óptimo de estos pacientes. En ese sentido, considerando el estudio FRAIL-AF, no se recomienda rotar AVK por DOAC posterior al implante en pacientes añosos (≥ 75 años) con parámetros de fragilidad que ya se encontraban bajo ese tratamiento¹⁴³.

No se aconseja tampoco el agregado de antiagregación plaquetaria al tratamiento anticoagulante; la cohorte B de pacientes del POPular TAVI demostró no inferioridad de DOAC aislada contra DOAC más clopidogrel por 3 meses en el punto combinado de muerte, ACV o infarto con una disminución del 40% de sangrado¹⁴⁴.

Por último, muchos pacientes sometidos a TAVI presentan alto riesgo de sangrado, situación que conlleva incluso a la no indicación de tratamiento anticoagulante en hasta el 40% de los pacientes en algunas series¹⁴⁵. Por ese motivo, se ha generado un creciente interés en el cierre de orejuela izquierdo como alternativa de tratamiento, con escasa evidencia hasta el momento.

Indicación de ACO y angioplastia reciente:

El antecedente de una angioplastia coronaria reciente (menor a 3 meses), y su consecuente necesidad de terapia antiagregante, conllevan un mayor riesgo de sangrado post TAVI en pacientes con FA¹⁴⁶. Ante la falta de evidencia específica,

se sugiere mantener las recomendaciones actuales de manejo antitrombótico en contexto de FA y angioplastia coronaria donde los DOAC son preferidos por sobre los AVK.

A su vez, se desaconseja la prolongación de la triple terapia antitrombótica con AAS y un inhibidor P2Y12 más allá de 1 semana, continuando con un doble esquema antitrombótico desde entonces. En caso de riesgo aumentado de stent trombotosis (lesión compleja, enfermedad de múltiples vasos o historia previa de stent trombotosis), se podría prolongar el triple esquema hasta el mes del procedimiento.

La duración ideal del tratamiento conjunto con DOAC y clopidogrel es todavía incierta post TAVI. El esquema más aceptado es mantener ambos por 12 meses cuando la angioplastia fue en contexto de un síndrome coronario agudo y reducirlo a 6 meses cuando no¹⁴⁷⁻¹⁴⁹

Sin embargo, existe evidencia creciente del beneficio y seguridad de un esquema corto de tratamiento antitrombótico por lo que expertos sugieren una terapia lo más corta posible (1-6 meses) según el riesgo de sangrado¹²⁸. En ese sentido, pacientes con alto riesgo de sangrado podrían recibir 1 a 3 meses de doble tratamiento antitrombótico en pacientes con síndrome coronario crónico y de 3 a 6 meses en caso de síndromes coronarios agudos, para luego continuar con anticoagulación aislada.

Trombosis valvular:

El manejo óptimo de la trombosis valvular subclínica es incierto, así como su relación con el desarrollo de eventos clínicos. Si bien hay reportes que sugieren un buen pronóstico con un manejo conservador en un seguimiento a 5 años¹⁵⁰, una revisión sistemática y metaanálisis encontró mayor desarrollo de ACV y accidente isquémico transitorio (RR 2.56 [1.60-4.09]; I2=0%; $p < 0.00001$)¹³¹.

En ese sentido, en ausencia de alto riesgo de sangrado un esquema anticoagulante corto (3-6 meses) estaría justificado¹⁵¹. El tratamiento anticoagulante se asocia a resolución de la trombosis en un 94% de los casos, con un aumento del 99% en las probabilidades de resolución en comparación con ningún tratamiento anticoagulante (OR 0.01 [0.00-0.06]; I2=36%; $P < 0.00001$)¹³¹. Por el contrario, ante un alto riesgo de sangrado se podría considerar una conducta expectante.

Asimismo, en caso de trombosis valvular clínicamente manifiesta, el tratamiento anticoagulante se impone al menos por 3 a 6 meses o hasta su resolución

13.2. Acceso coronario

La estenosis aórtica y la enfermedad coronaria comparten factores de riesgo y patogenia, por lo que su asociación es frecuente observándose enfermedad coronaria significativa en 40-75% de los receptores de TAVI¹⁵². Su presencia puede impactar en el riesgo del procedimiento, así como en el pronóstico posterior. La necesidad de intervención post TAVI es un punto importante a considerar debido a la expansión a pacientes de menor riesgo quirúrgico, más jóvenes y con mayor expectativa de vida. En ese sentido, es fundamental preservar el acceso coronario para eventuales intervenciones futuras

13.2.1. Manejo de la Enfermedad Coronaria y TAVI

El único escenario claro de revascularización en pacientes en plan de TAVI es la presentación con un síndrome coronario agudo. Por el contrario, aún quedan muchas preguntas sobre el manejo de la enfermedad coronaria estable.

Diversos meta-análisis principalmente basados en estudios observacionales han fracasado en demostrar un beneficio clínico en la revascularización rutinaria previo al TAVI, evidenciando incluso un aumento del sangrado con esta estrategia^{153,154}

El primer estudio randomizado donde se evaluó el impacto de la revascularización previo al TAVI es el estudio ACTIVATION¹⁵⁵. En este trabajo, 235 pacientes con enfermedad coronaria significativa y estenosis aórtica severa fueron randomizados a realización de angioplastia coronaria pre TAVI o realización del implante valvular sin angioplastia. Luego de un año de seguimiento, la estrategia de revascularización percutánea no alcanzó la no-inferioridad del punto combinado de muerte de cualquier causa u hospitalización (41.5% vs. 44%; diferencia absoluta -2.5%, $p=0.067$). No hubo diferencias en la incidencia de ACV, infarto o injuria renal, aunque aquellos asignados a la rama angioplastia presentaron mayor riesgo de sangrado (44.5% vs. 28.4%; $p=0.021$). Es importante sin embargo remarcar algunas limitaciones del estudio, como no tener el suficiente poder estadístico para evaluar el punto combinado primario, la inclusión mayoritariamente de pacientes asintomáticos (69%) y con enfermedad de único vaso (71%).

Posteriormente el estudio randomizado NOTION 3¹⁵⁶ demostró que en pacientes con enfermedad coronaria obstructiva de al menos un vaso y estenosis aórtica severa sometidos a TAVI, la revascularización coronaria previa al procedimiento demostró ser beneficiosa al ser comparada con tratamiento médico óptimo. En el grupo tratado con angioplastia, la incidencia de eventos adversos cardíacos mayores (mortalidad, infarto de miocardio o revascularización urgente) fue significativamente menor en comparación con el grupo que recibió terapia conservadora (26% vs 36%, $p=0.04$). Esta diferencia estuvo dada principalmente por una reducción en la tasa de infarto de miocardio y la necesidad de revascularización urgente.

Por último, hay que tener en cuenta el nada despreciable riesgo de síndrome coronario agudo post TAVI, sobre todo en una población cada vez más joven, con un peor pronóstico en comparación con otros escenarios¹⁵⁷. Sólo un tercio de los pacientes con un síndrome coronario agudo post TAVI se revasculariza, asociándose la falta de revascularización con un peor pronóstico lo que jerarquiza la necesidad de identificar una estrategia superadora y optimizar la técnica de implante y el diseño de las válvulas para preservar el acceso coronario.

Teniendo en cuenta todo esto, hay consenso general para recomendar la revascularización coronaria en pacientes con enfermedad coronaria severa de vasos principales, en particular ante la presentación como síndrome coronario agudo,

angina de pecho o ante lesiones suboclusivas (>90%), con isquemia demostrada por fisiología invasiva o con características de vulnerabilidad^{16,158,159}.

13.2.2. Momento de la revascularización

El momento óptimo de revascularización es también una incógnita, teniendo cada uno de los abordajes posibles sus ventajas y desventajas (Tabla 5). Si bien hay evidencia que sugiere que la realización conjunta es factible y segura, la opción actualmente más aceptada es la realización de la angioplastia coronaria previo al implante valvular^{16,158}.

Esta recomendación está principalmente motivada por el potencial desafío con el re acceso coronario post TAVI, con reportes de fracaso en la canulación coronaria selectiva de hasta el 50% principalmente con las primeras generaciones de válvulas autoexpandibles de posición supraanular¹²⁰.

13.2.3. Acceso coronario post TAVI

El diseño de las diferentes válvulas, en particular la altura del marco del stent y la posición de las valvas, puede afectar el acceso coronario futuro. Por lo tanto, es esencial estar familiarizado con los dispositivos disponibles y su técnica de implante para asegurar una correcta alineación comisural. En general, las válvulas autoexpandibles con marco de stent alto y posición de valvas supraanulares son más desafiantes, especialmente en el caso de una mala alineación comisural o un implante alto¹⁶⁰.

Es importante destacar que el acceso coronario después del TAVI también está influenciado por varios factores anatómicos críticos, como los tamaños de los senos (particularmente en relación con el tamaño de la válvula implantada), la altura y el ancho de la unión sinotubular y la ubicación coronaria en términos de la altura y la relación con las comisuras nativas.

Alineación comisural

La alineación comisural se define como la relación entre las comisuras nativas y las protésicas luego del implante valvular. La búsqueda de dicha alineación es necesaria al realizar el implante valvular al mejorar la tasa de éxito de la angiografía coronaria selectiva después del TAVI, reduciendo también el volumen de contraste y el tiempo de procedimiento¹⁶¹. A su vez, tendría un impacto en la hemodinamia de la válvula y tiene implicaciones importantes ante la necesidad de un TAVI en TAVI.

Cada válvula cuenta con pasos específicos para asegurar un correcto implante que exceden los objetivos del presente manuscrito. Se sugiere profundizar en textos específicos^{158,162}, detallando a continuación algunos lineamientos generales:

- *Plataforma Evolut*: inserción del sistema de liberación con el puerto de lavado en hora 3. Durante el posicionamiento en la proyección de superposición de cúspides derecha e izquierda, el "hatmarker" debe quedar orientado al frente. Una vez implantada, el "C-paddle" se visualiza a la derecha de la pantalla en la misma proyección.
- *Plataforma Acurate Neo*: inserción del sistema de liberación con el puerto de lavado en hora 6. Durante el posicionamiento, el strut del stent libre se visualiza a la derecha de la pantalla en la proyección de superposición de cúspides derecha e izquierda.
- *Plataforma Navitor*: inserción del sistema de liberación con el puerto de lavado a las 12hs. Durante el posicionamiento, se debe visualizar en la proyección de superposición de cúspides un marcador único fino a

la derecha (poste único) y una línea gruesa correspondiente a los remanentes postes superpuestos sobre la izquierda.

Tips & Tricks para el acceso coronario post TAVI

En general, el acceso coronario posterior al implante de válvulas balón expandibles con menor longitud del stent y posición intra-anular no requiere de modificaciones de técnicas habituales.

Por el contrario, una correcta planificación es necesaria en caso de válvulas con frames altos, especialmente con senos de valsalva pequeños y un nacimiento coronario bajo. En estos casos, se sugiere un acceso radial izquierdo o femoral para facilitar el pase dentro de los stents. A su vez, una angiografía selectiva se suele lograr más fácilmente con catéteres con menor tamaño de curvas priorizando catéteres de 6Fr para facilitar la manipulación¹⁶³.

En casos de canulación dificultosa, puede ayudar el avance de una cuerda coronaria para realizar una inyección selectiva¹⁶⁴. Por otra parte, el uso de extensiones de catéter guía puede mejorar el soporte en caso de angioplastia con canulación no selectiva¹⁶³.

Por último, el retiro del catéter debe realizarse sobre una guía evitando el uso de excesiva fuerza para no generar kinking del catéter o un desplazamiento de la válvula. En caso de atrapamiento, puede ayudar la utilización de un balón coronario.

13.3. Seguimiento de pacientes sometidos a TAVI

Es fundamental que todos los pacientes que se someten a un TAVI continúen en seguimiento bajo la supervisión de un cardiólogo clínico especialista en valvulopatías o cardiólogo intervencionista, con el fin de detectar de manera temprana el deterioro de la prótesis implantada, la disfunción sistólica del ventrículo izquierdo o la presencia de enfermedad concomitante en otras válvulas^{15,165}.

Después del implante de un TAVI, se recomienda realizar un ecocardiograma transtorácico (ETT) a los 30 días del alta, al año del implante, y luego seguir con un control clínico y ecocardiográfico anual¹⁶⁶. Además, se sugiere realizar un ETT ante la sospecha de una complicación o la aparición de nueva sintomatología. En casos de aumento de gradiente transvalvular mayores a 20 mmHg, se sugiere realizar una angio tomografía para descartar el engrosamiento de las valvas de la prótesis TAVI (HALT por sus siglas en inglés) y referir a un centro con experiencia en complicaciones.

En casos de sospecha de disfunción de la prótesis se recomienda realizar un ecocardiograma transesofágico y derivar al paciente a centros con experiencia en el manejo de complicaciones de TAVI y en cirugía cardiovascular de explante de TAVI, para su evaluación por un Heart Team.¹⁶⁵

La endocarditis infecciosa (EI) es una complicación rara pero grave que puede surgir después de un reemplazo valvular aórtico transcáteter (TAVI). A pesar de los avances significativos en el procedimiento de TAVI, que lo han hecho menos invasivo y lo han expandido a pacientes más jóvenes y saludables, la incidencia de EI post-TAVI se mantiene estable, con tasas similares a las observadas tras el reemplazo valvular aórtico quirúrgico. Aunque se reconoce la EI después de TAVI como un subtipo de endocarditis de válvula protésica, esta condición presenta un desafío clínico particular debido a su perfil único tanto en lo clínico como en lo microbiológico, su alta tasa de complicaciones y la elevada mortalidad asociada. Con el aumento esperado en el número de proce-

dimientos TAVI en los próximos años, también se espera un incremento en el número de pacientes en riesgo de desarrollar esta complicación potencialmente mortal. Por lo tanto, es crucial comprender en detalle esta enfermedad y sus complicaciones para mejorar los resultados clínicos. Se requiere más investigación para optimizar los protocolos de profilaxis antibiótica, evaluar nuevas técnicas de imagen para el diagnóstico, identificar a los pacientes con mayor riesgo de resultados adversos y clarificar las indicaciones de intervención quirúrgica en pacientes con EI post-TAVI.

La definición, diagnóstico y estadificación de la disfunción y fallo de válvulas bio protésicas están fuera del alcance de este consenso.

Recomendaciones	Clase	Nivel de evidencia
Se sugiere realizar un seguimiento por un Cardiólogo con experiencia en valvulopatías o Cardiólogo Intervencionista posterior al implante de un TAVI	I	C
Se sugiere realizar un ecocardiograma transtorácico a los 30 días del implante, al año y posteriormente anualmente a fines de diagnosticar precozmente la disfunción del TAVI	I	C

14. SITUACIONES ESPECIALES

14.1. TAVI en válvula aórtica bicúspide

La válvula aórtica bicúspide es la cardiopatía congénita más frecuente, con una prevalencia del 0.5-2%¹⁶⁷. Su complicación más común es la EAo severa, que generalmente se desarrolla en la edad media de la vida¹⁶⁸.

La clasificación más utilizada en la actualidad es la de Sievers⁵¹, que considera el número de rafe presentes, la distribución espacial del borde libre de las valvas y el estado funcional de la válvula (estenosis y/o insuficiencia). El tipo LR de Sievers, que tiene un solo rafe fusionando las valvas coronarias izquierda y derecha, es el más común, representando el 71% de los casos de válvula aórtica bicúspide.

Con el avance de la tomografía multicorte, se ha desarrollado una nueva clasificación morfológica que incluye la tricomisural, la válvula aórtica bicúspide bicomisural con rafe y la VAB bicomisural sin rafe. Esta clasificación simplifica la orientación de las valvas según la fusión ocurra entre las cúspides coronarias o entre una cúspide coronaria y la no coronaria. Se ha observado que las válvula aórtica bicúspide bicomisurales tienden a tener mayores dimensiones en comparación con las tricomisurales, lo cual es importante considerar en la planificación del TAVI⁵².

El TAVI en este escenario presenta ciertos desafíos técnicos como son el mayor tamaño de las dimensiones del complejo valvular aórtico¹⁶⁹, la geometría supraanular elíptica¹⁷⁰, la fusión de las valvas acompañado de una calcificación importante y excéntrica, lo que dificulta un correcto implante, un mayor gradiente, regurgitaciones paravalvulares y trastornos de conducción auriculoventriculares¹⁷¹.

La introducción de dispositivos de nueva generación, junto con la creciente experiencia de los operadores y a una mejor planificación previa al procedimiento basada en la tomografía computada ha mejorado sustancialmente los resultados¹⁷². Esto fue demostrado con las válvulas autoexpandibles más modernas en diferentes análisis comparada con las válvulas aórticas tricúspides presentado a 30 días y al año una tasa similar de mortalidad y stroke pero mayor presencia de leaks moderados o severos y de marcapaso definitivos^{173,174}.

Las válvulas balón expandibles fueron evaluadas en el Registro de válvulas bicúspides del Estudio SAPIENS 3, presentado a 12 meses una evolución similar en mortalidad, infarto, stroke, presencia de leaks moderados o severos, reintervenciones o necesidad de marcapasos¹⁷⁴.

Se comparó la evolución a 3 años entre las válvulas balón expandible y autoexpandibles y no hubo diferencia en mortalidad o en eventos mayores pero las autoexpandibles presentaron un menor gradiente sin diferencia en la presencia de leaks moderados o severos¹⁷⁵.

En la actualidad, el RVAo continúa siendo el tratamiento de elección en este escenario. Se recomienda como tratamiento de elección el TAVI para pacientes con alto riesgo quirúrgico con anatomía favorable para TAVI.

Recomendaciones	Clase	Nivel de evidencia
En pacientes con válvula aórtica bicúspide con estenosis severa e indicación de intervención se recomienda la cirugía de reemplazo valvular aórtico	IIb	C
En pacientes con válvula aórtica bicúspide con estenosis severa, indicación de intervención y alto riesgo quirúrgico se recomienda el TAVI en centros experimentados	IIb	C

14.2. TAVI en insuficiencia aórtica

La prevalencia de la insuficiencia aórtica pura (IAP) es de alrededor del 2% de la población mayor a 70 años¹⁷⁶. En la actualidad, se recomienda el RVAo para pacientes con IAP moderada/severa que presenten síntomas de insuficiencia cardíaca o desarrollen disfunción o dilatación del VI, o por parámetros ecocardiográficos y/o de resonancia magnética cardíaca¹⁵. Sin embargo, en pacientes de alto riesgo quirúrgico el TAVI surge como una opción viable.

Sin embargo, este escenario enfrenta ciertos desafíos no aún resueltos, ya que los dispositivos TAVI no han sido diseñados para esta entidad, debido a las diferencias anatómicas con la estenosis aórtica y a la ausencia de calcio. Esto dificulta el implante y aumenta el riesgo de desplazamiento hacia el ventrículo izquierdo o hacia la aorta.

En los análisis publicados en la experiencia inicial con válvulas di-

señadas para estenosis aórtica se demostró que en aquellos de alto riesgo para cirugía esta estrategia era factible y segura^{174,177-179}.

Sin embargo, sigue siendo poco claro cuál es el mejor dispositivo en este contexto; aunque las válvulas autoexpandibles tendrían una ventaja teórica de ofrecer tamaños más grandes y la posibilidad de ser reposicionadas, los resultados actuales al compararlo con los balones expandibles sugieren menor éxito del dispositivo, mayor regurgitación aórtica significativa post-procedimiento y mayor necesidad de un IMD. Esto posiciona a las válvulas expandibles con balón como una alternativa quizás más atractiva. Aunque no hay recomendaciones oficiales, se suele utilizar un sobredimensionamiento del 20-30% para asegurar el anclaje de la válvula y evitar la embolización, aunque podría aumentar el riesgo de complicaciones como anomalías del sistema de conducción o ruptura anular¹⁸⁰.

Dentro de las válvulas balón expandibles, en la actualidad MyVal (Meril LifeSciences) ofrece un rango más amplio de sus dispositivos en este escenario. En el estudio realizado con un seguimiento a 5 años demostró ser segura y efectiva una alta tasa de éxito del procedimiento con baja tasa de complicaciones mayores, una necesidad de marcapaso del 22% y una buena durabilidad¹⁸¹.

Un metaanálisis de 11 estudios, que incluyó a 911 pacientes de la fase inicial de la experiencia, demostró una tasa de éxito del dispositivo del 80.4%, una regurgitación aórtica al menos moderada en el 7.4% de los pacientes y una tasa de mortalidad a los 30 días del 9.5%, con hasta un 3% que requirió conversión a cirugía abierta¹⁸².

Los dispositivos dedicados para IAP se encuentran en desarrollo. Uno de ellos es la válvula autoexpandible J-Valve (JC Medical). Este dispositivo demostró ser seguro y efectivo con una mejoría significativa en la clase funcional y performance hemodinámica al año¹⁸³.

El tratamiento percutáneo de la IAP continúa siendo un verdadero desafío. Si bien los resultados con dispositivos diseñados para estenosis aórtica son alentadores, se debe reservar el tratamiento percutáneo para casos con contraindicaciones para cirugía convencional y a centros especializados con experiencia en el implante percutáneo en esta entidad.

BIBLIOGRAFÍA

- d'Arcy JL, Coffey S, Loudon MA, et al. Large-scale community echocardiographic screening reveals a major burden of undiagnosed valvular heart disease in older people: the OxVALVE Population Cohort Study. *Eur Heart J* 2016;37(47):3515-22.
- Osnabrugge RLJ, Mylotte D, Head SJ, et al. Aortic stenosis in the elderly: disease prevalence and number of candidates for transcatheter aortic valve replacement: a meta-analysis and modeling study. *J Am Coll Cardiol* 2013;62(11):1002-12.
- Abud M, Miembro del CACI, Candiello A, et al. Actualización 2019 del Consenso sobre Implante Valvular Aórtico Percutáneo del Colegio Argentino de Cardioangiología Intervencionistas. *Rev Argent CardioangiolInterv* 2019;10(04):0150-69.
- Burzotta F, Graziani F, Trani C, et al. Clinical Impact of Heart Team Decisions for Patients With Complex Valvular Heart Disease: A Large, Single-Center Experience. *J Am Heart Assoc* 2022;11(11):e024404.
- Afilalo J, Lauck S, Kim DH, et al. Frailty in Older Adults Undergoing Aortic Valve Replacement: The FRAILTY-AVR Study. *J Am Coll Cardiol* 2017;70(6):689-700.
- Kundi H, Popma JJ, Reynolds MR, et al. Frailty and related outcomes in patients undergoing transcatheter valve therapies in a nationwide cohort. *Eur Heart J* 2019;40(27):2231-9.
- Hosler QP, Maltagliati AJ, Shi SM, et al. A Practical Two-Stage Frailty Assessment for Older Adults Undergoing Aortic Valve Replacement. *J Am Geriatr Soc* 2019;67(10):2031-7.
- Dent E, Martin FC, Bergman H, Woo J, Romero-Ortuno R, Walston JD. Management of frailty: opportunities, challenges, and future directions. *Lancet* 2019;394(10206):1376-86.
- Fried LP, Tangen CM, Walston J, et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2001;56(3):M146-56.
- Baritello O, Salzwedel A, Sündermann SH, Niebauer J, Völler H. The Pandora's Box of Frailty Assessments: Which Is the Best for Clinical Purposes in TAVI Patients? A Critical Review. *J Clin Med Res [Internet]* 2021;10(19). Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/jcm10194506>
- Romeo FJ, Smietniansky M, Cal M, et al. Measuring frailty in patients with severe aortic stenosis: a comparison of the edmonton frail scale with modified fried frailty assessment in patients undergoing transcatheter aortic valve replacement. *J GeriatrCardiol* 2020;17(7):441-6.
- Amador AF. Edmonton frail scale in TAVI patients: A new tool for frailty assessment and outcomes prediction. *Int J Cardiol* 2024;407:132024.
- Tzoumas A, Kokkinidis DG, Giannopoulos S, et al. Frailty in patients undergoing transcatheter aortic valve replacement: from risk scores to frailty-based management. *J GeriatrCardiol* 2021;18(6):479-86.
- Van de Velde-Van De Ginste S, Perkisas S, Vermeersch P, Vandewou-

- de M, De Cock A-M. Physical components of frailty in predicting mortality after transcatheter aortic valve implantation (TAVI). *Acta Cardiol* 2021;76(7):681–8.
15. Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, et al. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J* 2022;43(7):561–632.
 16. Otto CM, Nishimura RA, Bonow RO, et al. 2020 ACC/AHA Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation* 2021;143(5):e35–71.
 17. Lamelas P, Ragusa MA, Bagur R, et al. Clinical practice guideline for transcatheter versus surgical valve replacement in patients with severe aortic stenosis in Latin America. *Heart* 2021;107(18):1450–7.
 18. Leon MB, Smith CR, Mack M, et al. Transcatheter aortic-valve implantation for aortic stenosis in patients who cannot undergo surgery. *N Engl J Med* 2010;363(17):1597–607.
 19. Deeb GM, Reardon MJ, Chetcuti S, et al. 3-Year Outcomes in High-Risk Patients Who Underwent Surgical or Transcatheter Aortic Valve Replacement. *J Am Coll Cardiol* 2016;67(22):2565–74.
 20. Adams DH, Popma JJ, Reardon MJ, et al. Transcatheter aortic-valve replacement with a self-expanding prosthesis. *N Engl J Med* 2014;370(19):1790–8.
 21. Thyregod HGH, Steinbrüchel DA, Ihlemann N, et al. Transcatheter Versus Surgical Aortic Valve Replacement in Patients With Severe Aortic Valve Stenosis: 1-Year Results From the All-Corners NOTION Randomized Clinical Trial. *J Am Coll Cardiol* 2015;65(20):2184–94.
 22. Leon MB, Smith CR, Mack MJ, et al. Transcatheter or Surgical Aortic-Valve Replacement in Intermediate-Risk Patients. *N Engl J Med* 2016;374(17):1609–20.
 23. Thourani VH, Kodali S, Makkar RR, et al. Transcatheter aortic valve replacement versus surgical valve replacement in intermediate-risk patients: a propensity score analysis. *Lancet* 2016;387(10034):2218–25.
 24. Makkar RR, Thourani VH, Mack MJ, et al. Five-Year Outcomes of Transcatheter or Surgical Aortic-Valve Replacement. *N Engl J Med* 2020;382(9):799–809.
 25. Thyregod HGH, Ihlemann N, Jørgensen TH, et al. Five-Year Clinical and Echocardiographic Outcomes From the NOTION Randomized Clinical Trial in Patients at Lower Surgical Risk. *Circulation* 2019;139(24):2714–23.
 26. Siontis GCM, Overtchouk P, Cahill TJ, et al. Transcatheter aortic valve implantation vs. surgical aortic valve replacement for treatment of symptomatic severe aortic stenosis: an updated meta-analysis. *Eur Heart J* 2019;40(38):3143–53.
 27. Mack MJ, Leon MB, Thourani VH, et al. Transcatheter Aortic-Valve Replacement with a Balloon-Expandable Valve in Low-Risk Patients. *N Engl J Med* 2019;380(18):1695–705.
 28. Popma JJ, Deeb GM, Yakubov SJ, et al. Transcatheter Aortic-Valve Replacement with a Self-Expanding Valve in Low-Risk Patients. *N Engl J Med* 2019;380(18):1706–15.
 29. Leon MB, Mack MJ, Hahn RT, et al. Outcomes 2 Years After Transcatheter Aortic Valve Replacement in Patients at Low Surgical Risk. *J Am Coll Cardiol* 2021;77(9):1149–61.
 30. Thyregod HGH, Jørgensen TH, Ihlemann N, et al. Transcatheter or surgical aortic valve implantation: 10-year outcomes of the NOTION trial. *Eur Heart J* 2024;45(13):1116–24.
 31. Asgar AW, Ouzounian M, Adams C, et al. 2019 Canadian Cardiovascular Society Position Statement for Transcatheter Aortic Valve Implantation. *Can J Cardiol* 2019;35(11):1437–48.
 32. Lind A, Totzeck M, Mahabadi AA, et al. Impact of Cancer in Patients Undergoing Transcatheter Aortic Valve Replacement: A Single-Center Study. *JACC CardioOncol* 2020;2(5):735–43.
 33. van Kesteren F, Wiegerinck EMA, van Mourik MS, et al. Impact of Potentially Malignant Incidental Findings by Computed Tomographic Angiography on Long-Term Survival After Transcatheter Aortic Valve Implantation. *Am J Cardiol* 2017;120(6):994–1001.
 34. Balloon Aortic Valvuloplasty in the Modern Era: A Review of Outcomes, Indications, and Technical Advances. *Catheter Cardiovasc Interv* 2023;2(4):101002.
 35. Kumar A, Shah R, Young LD, et al. Safety and efficacy of balloon aortic valvuloplasty stratified by acuity of patient illness. *Struct Heart* 2021;5(5):520–9.
 36. Tumscitz C, Campo G, Tebaldi M, Gallo F, Pirani L, Biscaglia S. Safety and Feasibility of Transradial Mini-Invasive Balloon Aortic Valvuloplasty: A Pilot Study. *JACC Cardiovasc Interv* 2017;10(13):1375–7.
 37. Tumscitz C, Di Cesare A, Balducelli M, et al. Safety, efficacy and impact on frailty of mini-invasive radial balloon aortic valvuloplasty. *Heart* 2021;107(11):874–80.
 38. Di Cesare A, Tonet E, Campo G, Tumscitz C. Snuffbox approach for balloon aortic valvuloplasty: A case series. *Catheter Cardiovasc Interv* 2021;97(5):E743–7.
 39. Medina DE Chazal HA, Seropian IM, Romeo F, et al. Balloon aortic valvuloplasty through the novel transradial technique. *Minerva Cardiol Angiol* 2021;69(4):458–63.
 40. Debry N, Altes A, Vincent F, et al. Balloon aortic valvuloplasty for severe aortic stenosis before urgent non-cardiac surgery. *EuroIntervention* 2021;17(8):e680–7.
 41. Abbara S, Blanke P, Maroules CD, et al. SCCT guidelines for the performance and acquisition of coronary computed tomographic angiography: A report of the society of Cardiovascular Computed Tomography Guidelines Committee: Endorsed by the North American Society for Cardiovascular Imaging (NASCI). *J Cardiovasc Comput Tomogr* 2016;10(6):435–49.
 42. Jurencak T, Turek J, Kietselaer BLJH, et al. MDCT evaluation of aortic root and aortic valve prior to TAVI. What is the optimal imaging time point in the cardiac cycle? *Eur Radiol* 2015;25(7):1975–83.
 43. Blanke P, Weir-McCall JR, Achenbach S, et al. Computed Tomography Imaging in the Context of Transcatheter Aortic Valve Implantation (TAVI)/Transcatheter Aortic Valve Replacement (TAVR): An Expert Consensus Document of the Society of Cardiovascular Computed Tomography. *JACC Cardiovasc Imaging* 2019;12(1):1–24.
 44. Achenbach S, Delgado V, Hausleiter J, Schoenhagen P, Min JK, Leipsic JA. SCCT expert consensus document on computed tomography imaging before transcatheter aortic valve implantation (TAVI)/transcatheter aortic valve replacement (TAVR). *J Cardiovasc Comput Tomogr* 2012;6(6):366–80.
 45. Blanke P, Willson AB, Webb JG, et al. Oversizing in transcatheter aortic valve replacement, a commonly used term but a poorly understood one: dependency on definition and geometrical measurements. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 2014;8(1):67–76.
 46. Hansson NC, Nørgaard BL, Barbanti M, et al. The impact of calcium volume and distribution in aortic root injury related to balloon-expandable transcatheter aortic valve replacement. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 2015;9(5):382–92.
 47. Thériault-Lauzier P, Andalib A, Martucci G, et al. Fluoroscopic anatomy of left-sided heart structures for transcatheter interventions: insight from multislice computed tomography. *JACC Cardiovasc Interv* 2014;7(9):947–57.
 48. Ewe SH, Ng ACT, Schuijff JD, et al. Location and severity of aortic valve calcium and implications for aortic regurgitation after transcatheter aortic valve implantation. *Am J Cardiol* 2011;108(10):1470–7.
 49. Fujita B, Kütting M, Seiffert M, et al. Calcium distribution patterns of the aortic valve as a risk factor for the need of permanent pacemaker implantation after transcatheter aortic valve implantation. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2016;17(12):1385–93.
 50. Gorla R, De Marco F, Garatti A, et al. Impact of aortic angle on transcatheter aortic valve implantation outcome with Evolut-R, Portico, and Acurate-NEO. *Catheter Cardiovasc Interv* 2021;97(1):E135–45.
 51. Sievers H-H, Schmidtke C. A classification system for the bicuspid aortic valve from 304 surgical specimens. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2007;133(5):1226–33.
 52. Jilaihawi H, Chen M, Webb J, et al. A Bicuspid Aortic Valve Imaging Classification for the TAVR Era. *JACC Cardiovasc Imaging* 2016;9(10):1145–58.
 53. Mylotte D, Lefevre T, Søndergaard L, et al. Transcatheter aortic valve replacement in bicuspid aortic valve disease. *J Am Coll Cardiol* 2014;64(22):2330–9.
 54. Tchetché D, de Biase C, van Gils L, et al. Bicuspid Aortic Valve Anatomy and Relationship With Devices: The BAVARD Multicenter Registry. *Circ Cardiovasc Interv* 2019;12(1):e007107.
 55. Iannopolo G, Romano V, Buzzatti N, et al. Supra-annular sizing of transcatheter aortic valve prostheses in raphe-type bicuspid aortic valve disease: the LIRA method. *Int J Cardiol* 2020;317:144–51.
 56. Petronio AS, Angellilli M, De Backer O, et al. Bicuspid aortic valve sizing for transcatheter aortic valve implantation: Development and validation of an algorithm based on multi-slice computed tomography. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 2020;14(5):452–61.
 57. Blackman D, Gabbieri D, Del Blanco BG, et al. Expert Consensus on Sizing and Positioning of SAPIEN 3/Ultra in Bicuspid Aortic Valves. *Cardiol Ther* 2021;10(2):277–88.
 58. Fankhauser CD, Nietlispach F, Emmert MY, Maisano F. Antegrade valve embolization after transcatheter treatment for pure aortic regurgitation. *Eur Heart J* 2016;37(10):856.
 59. Carroll JD, Mack MJ, Vemulapalli S, et al. STS-ACC TVT Registry of Transcatheter Aortic Valve Replacement. *J Am Coll Cardiol* 2020;76(21):2492–516.

60. Tamburino C, Capodanno D, Ramondo A, et al. Incidence and predictors of early and late mortality after transcatheter aortic valve implantation in 663 patients with severe aortic stenosis. *Circulation* 2011;123(3):299–308.
61. Basir MB, Velez C, Fuller B, et al. Rates of vascular access use in transcatheter aortic valve replacement: A look into the next generation. *Catheter Cardiovasc Interv* 2016;87(4):E166–71.
62. Koehler T, Buege M, Schleiting H, Seyfarth M, Tiroch K, Vorpahl M. Changes of the eSheath Outer Dimensions Used for Transfemoral Transcatheter Aortic Valve Replacement. *Biomed Res Int* 2015;2015:572681.
63. Koren O, Patel V, Tamir Y, et al. Predicting the risk of iliofemoral vascular complication in complex transfemoral-TAVR using new generation transcatheter devices. *Front Cardiovasc Med* 2023;10:1167212.
64. Manunga JM, Gloviczki P, Oderich GS, et al. Femoral artery calcification as a determinant of success for percutaneous access for endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg* 2013;58(5):1208–12.
65. Mach M, Okutucu S, Kerbel T, et al. Vascular Complications in TAVR: Incidence, Clinical Impact, and Management. *J Clin Med Res [Internet]* 2021;10(21). Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/jcm10215046>
66. Gennari M, Maccarana A, Severgnini G, et al. See It Best: A Propensity-Matched Analysis of Ultrasound-Guided versus Blind Femoral Artery Puncture in Balloon-Expandable TAVI. *J Clin Med Res [Internet]* 2024;13(5). Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/jcm13051514>
67. Thiele H, Kurz T, Feistritz H-J, et al. Comparison of newer generation self-expandable vs. balloon-expandable valves in transcatheter aortic valve implantation: the randomized SOLVE-TAVI trial. *Eur Heart J* 2020;41(20):1890–9.
68. Costa G, Saia F, Pilgrim T, et al. Transcatheter Aortic Valve Replacement With the Latest-Iteration Self-Expanding or Balloon-Expandable Valves: The Multicenter OPERA-TAVI Registry. *JACC Cardiovasc Interv* 2022;15(23):2398–407.
69. Herrmann HC, Mehran R, Blackman DJ, et al. Self-Expanding or Balloon-Expandable TAVR in Patients with a Small Aortic Annulus. *N Engl J Med* 2024;390(21):1959–71.
70. Rodés-Cabau J, Abbas AE, Serra V, et al. Balloon- vs Self-Expanding Valve Systems for Failed Small Surgical Aortic Valve Bioprostheses. *J Am Coll Cardiol* 2022;80(7):681–93.
71. Katsaros O, Apostolos A, Ktenopoulos N, et al. Transcatheter Aortic Valve Implantation Access Sites: Same Goals, Distinct Aspects, Various Merits and Demerits. *J Cardiovasc Dev Dis [Internet]* 2023;11(1). Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/jcdd11010004>
72. Nardi G, De Backer O, Saia F, et al. Peripheral intravascular lithotripsy for transcatheter aortic valve implantation: a multicentre observational study. *EuroIntervention* 2022;17(17):e1397–406.
73. Alvarez-Covarrubias HA, Joner M, Cassese S, et al. Iliofemoral artery predilation prior to transfemoral transcatheter aortic valve implantation in patients with aortic valve stenosis and advanced peripheral artery disease. *Catheter Cardiovasc Interv* 2023;101(3):628–38.
74. Ueshima D, Barioli A, Nai Fovino L, et al. The impact of pre-existing peripheral artery disease on transcatheter aortic valve implantation outcomes: A systematic review and meta-analysis. *Catheter Cardiovasc Interv* 2020;95(5):993–1000.
75. Xenogiannis I, Varlamou C, Keeble TR, Kalogeropoulos AS, Karamasis GV. Ultrasound-Guided Femoral Vascular Access for Percutaneous Coronary and Structural Interventions. *Diagnostics (Basel) [Internet]* 2023;13(12). Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/diagnostics13122028>
76. Moriyama N, Lindström L, Laine M. Propensity-matched comparison of vascular closure devices after transcatheter aortic valve replacement using MANTA versus ProGlide. *EuroIntervention* 2019;14(15):e1558–65.
77. Barbash IM, Wasserstrum Y, Erlebach M, et al. Comparison of MANTA versus Perclose Prostyle large-bore vascular closure devices during transcatheter aortic valve implantation. *Catheter Cardiovasc Interv* 2024;103(1):160–8.
78. Rosseel L, Montarello NJ, Nuyens P, et al. A systematic algorithm for large-bore arterial access closure after TAVI: the TAVI-MultiCLOSE study. *EuroIntervention* 2024;20(6):e354–62.
79. Bapat V, Tang GHL. Axillary/Subclavian Transcatheter Aortic Valve Replacement: The Default Alternative Access? *JACC Cardiovasc Interv* 2019;12(7):670–2.
80. Gleason TG, Schindler JT, Hagberg RC, et al. Subclavian/Axillary Access for Self-Expanding Transcatheter Aortic Valve Replacement Renders Equivalent Outcomes as Transfemoral. *Ann Thorac Surg* 2018;105(2):477–83.
81. Arnett DM, Lee JC, Harms MA, et al. Caliber and fitness of the axillary artery as a conduit for large-bore cardiovascular procedures. *Catheter Cardiovasc Interv* 2018;91(1):150–6.
82. Mathur M, Zack CJ, Heatley A, et al. A “fully upper extremity” bailout of direct transaxillary large bore arterial access: A refinement within arm’s reach? *Catheter Cardiovasc Interv* 2021;98(6):E918–21.
83. Harloff MT, Percy ED, Hirji SA, et al. A step-by-step guide to trans-axillary transcatheter aortic valve replacement. *Ann Cardiothorac Surg* 2020;9(6):510–21.
84. Faroux L, Junquera L, Mohammadi S, et al. Femoral Versus Nonfemoral Subclavian/Carotid Arterial Access Route for Transcatheter Aortic Valve Replacement: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Heart Assoc* 2020;9(19):e017460.
85. Villecourt A, Faroux L, Muneaux A, et al. Comparison of clinical outcomes after transcarotid and transsubclavian versus transfemoral transcatheter aortic valve implantation: A propensity-matched analysis. *Arch Cardiovasc Dis* 2020;113(3):189–98.
86. Lederman RJ, Babaliaros VC, Rogers T, et al. The Fate of Transcaval Access Tracts: 12-Month Results of the Prospective NHLBI Transcaval Transcatheter Aortic Valve Replacement Study. *JACC Cardiovasc Interv* 2019;12(5):448–56.
87. Greenbaum AB, Babaliaros VC, Chen MY, et al. Transcaval Access and Closure for Transcatheter Aortic Valve Replacement: A Prospective Investigation. *J Am Coll Cardiol* 2017;69(5):511–21.
88. Barbash IM, Segev A, Berkovitch A, et al. Clinical Outcome and Safety of Transcaval Access for Transcatheter Aortic Valve Replacement as Compared to Other Alternative Approaches. *Front Cardiovasc Med* 2021;8:731639.
89. Athappan G, Patvardhan E, Tuzcu EM, et al. Incidence, predictors, and outcomes of aortic regurgitation after transcatheter aortic valve replacement: meta-analysis and systematic review of literature. *J Am Coll Cardiol* 2013;61(15):1585–95.
90. Hagar A, Li Y, Wei X, et al. Incidence, Predictors, and Outcome of Paravalvular Leak after Transcatheter Aortic Valve Implantation. *J Interv Cardiol* 2020;2020:8249497.
91. Van Belle E, Juthier F, Susen S, et al. Postprocedural aortic regurgitation in balloon-expandable and self-expandable transcatheter aortic valve replacement procedures: analysis of predictors and impact on long-term mortality: insights from the FRANCE2 Registry. *Circulation* 2014;129(13):1415–27.
92. VARC-3 WRITING COMMITTEE, Généreux P, Piazza N, et al. Valve Academic Research Consortium 3: updated endpoint definitions for aortic valve clinical research. *Eur Heart J* 2021;42(19):1825–57.
93. Sá MP, Jacquemyn X, Van den Eynde J, et al. Impact of Paravalvular Leak on Outcomes After Transcatheter Aortic Valve Implantation: Meta-Analysis of Kaplan-Meier-derived Individual Patient Data. *Struct Heart* 2023;7(2):100118.
94. Sakrana AA, Nasr MM, Ashamalla GA, Abuelatta RA, Naeim HA, Tahlawi ME. Paravalvular leak after transcatheter aortic valve implantation: is it anatomically predictable or procedurally determined? MDCT study. *Clin Radiol* 2016;71(11):1095–103.
95. Sinning J-M, Hammerstingl C, Vasa-Nicotera M, et al. Aortic regurgitation index defines severity of peri-prosthetic regurgitation and predicts outcome in patients after transcatheter aortic valve implantation. *J Am Coll Cardiol* 2012;59(13):1134–41.
96. Höllriegel R, Woitek F, Stativa R, et al. Hemodynamic Assessment of Aortic Regurgitation After Transcatheter Aortic Valve Replacement: The Diastolic Pressure-Time Index. *JACC Cardiovasc Interv* 2016;9(10):1061–8.
97. Zoghbi WA, Asch FM, Bruce C, et al. Guidelines for the Evaluation of Valvular Regurgitation After Percutaneous Valve Repair or Replacement: A Report from the American Society of Echocardiography Developed in Collaboration with the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Japanese Society of Echocardiography, and Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. *J Am Soc Echocardiogr* 2019;32(4):431–75.
98. Stundl A, Rademacher M-C, Descoups C, et al. Balloon post-dilation and valve-in-valve implantation for the reduction of paravalvular leakage with use of the self-expanding CoreValve prosthesis. *EuroIntervention* 2016;11(10):1140–7.
99. Flores-Umanzor E, Nogic J, Cepas-Guillén P, et al. Percutaneous paravalvular leak closure after transcatheter aortic valve implantation: the international PLUGinTAVI Registry. *EuroIntervention* 2023;19(5):e442–9.
100. Auffret V, Puri R, Urena M, et al. Conduction Disturbances After Transcatheter Aortic Valve Replacement: Current Status and Future Perspectives. *Circulation* 2017;136(11):1049–69.
101. Kawashima T, Sato F. Visualizing anatomical evidences on atrioventricular conduction system for TAVI. *Int J Cardiol* 2014;174(1):1–6.

102. Auffret V, Webb JG, Eltchaninoff H, et al. Clinical Impact of Baseline Right Bundle Branch Block in Patients Undergoing Transcatheter Aortic Valve Replacement. *JACC Cardiovasc Interv* 2017;10(15):1564–74.
103. Hokken TW, Muhemin M, Okuno T, et al. Impact of membranous septum length on pacemaker need with different transcatheter aortic valve replacement systems: The INTERSECT registry. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 2022;16(6):524–30.
104. Mangieri A, Lanzillo G, Bertoldi L, et al. Predictors of Advanced Conduction Disturbances Requiring a Late (≥ 48 H) Permanent Pacemaker Following Transcatheter Aortic Valve Replacement. *JACC Cardiovasc Interv* 2018;11(15):1519–26.
105. Ochiai T, Yamanaka F, Shishido K, et al. Impact of High Implantation of Transcatheter Aortic Valve on Subsequent Conduction Disturbances and Coronary Access. *JACC Cardiovasc Interv* 2023;16(10):1192–204.
106. Wienemann H, Maier O, Beyer M, et al. Cusp overlap versus standard three-cusp technique for self-expanding Evolut transcatheter aortic valves. *EuroIntervention* 2023;19(2):e176–87.
107. Mendiz OA, Fava C, Müller LJ, et al. Predictors of permanent pacemaker implantation for transcatheter self-expandable aortic valve implant in the cusp overlap era. *Catheter Cardiovasc Interv* [Internet] 2024; Available from: <http://dx.doi.org/10.1002/ccd.31176>
108. Muntané-Carol G, Urena M, Nombela-Franco L, et al. Arrhythmic burden in patients with new-onset persistent left bundle branch block after transcatheter aortic valve replacement: 2-year results of the MARE study. *Europace* 2021;23(2):254–63.
109. Regueiro A, Abdul-JawadAltisent O, Del Trigo M, et al. Impact of New-Onset Left Bundle Branch Block and Periprocedural Permanent Pacemaker Implantation on Clinical Outcomes in Patients Undergoing Transcatheter Aortic Valve Replacement: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Circ Cardiovasc Interv* 2016;9(5):e003635.
110. Bourenane H, Galand V, Boulmier D, et al. Electrophysiological Study-Guided Permanent Pacemaker Implantation in Patients With Conduction Disturbances Following Transcatheter Aortic Valve Implantation. *Am J Cardiol* 2021;149:78–85.
111. Génèreux P, Webb JG, Svensson LG, et al. Vascular complications after transcatheter aortic valve replacement: insights from the PARTNER (Placement of AoRTicTraNscatheter Valve) trial. *J Am Coll Cardiol* 2012;60(12):1043–52.
112. Holmes DR Jr, Nishimura RA, Grover FL, et al. Annual Outcomes With Transcatheter Valve Therapy: From the STS/ACC TVT Registry. *J Am Coll Cardiol* 2015;66(25):2813–23.
113. Abdelaziz HK, Megaly M, Debski M, et al. Meta-Analysis Comparing Percutaneous to Surgical Access in Trans-Femoral Transcatheter Aortic Valve Implantation. *Am J Cardiol* 2020;125(8):1239–48.
114. Hayashida K, Lefèvre T, Chevalier B, et al. Transfemoral aortic valve implantation new criteria to predict vascular complications. *JACC Cardiovasc Interv* 2011;4(8):851–8.
115. Mastoris I, Schoos MM, Dangas GD, Mehner R. Stroke after transcatheter aortic valve replacement: incidence, risk factors, prognosis, and preventive strategies. *Clin Cardiol* 2014;37(12):756–64.
116. Zahid S, Ullah W, Zia Khan M, et al. Cerebral Embolic Protection during Transcatheter Aortic Valve Implantation: Updated Systematic Review and Meta-Analysis. *Curr Probl Cardiol* 2023;48(6):101127.
117. Kapadia SR, Makkar R, Leon M, et al. Cerebral Embolic Protection during Transcatheter Aortic-Valve Replacement. *N Engl J Med* 2022;387(14):1253–63.
118. Lansky AJ, Schofer J, Tchetché D, et al. A prospective randomized evaluation of the TriGuard™ HDH embolic DEFLECTion device during transcatheter aortic valve implantation: results from the DEFLECT III trial. *Eur Heart J* 2015;36(31):2070–8.
119. Haussig S, Mangner N, Dwyer MG, et al. Effect of a Cerebral Protection Device on Brain Lesions Following Transcatheter Aortic Valve Implantation in Patients With Severe Aortic Stenosis: The CLEAN-TAVI Randomized Clinical Trial. *JAMA* 2016;316(6):592–601.
120. Faroux L, Guimaraes L, Wintzer-Wehekind J, et al. Coronary Artery Disease and Transcatheter Aortic Valve Replacement: JACC State-of-the-Art Review. *J Am Coll Cardiol* 2019;74(3):362–72.
121. Bajaj A, Panchoy S, Sethi A, Rathor P. Safety and feasibility of PCI in patients undergoing TAVR: A systematic review and meta-analysis. *Heart Lung* 2017;46(2):92–9.
122. Chakravarty T, Sharma R, Abramowitz Y, et al. Outcomes in Patients With Transcatheter Aortic Valve Replacement and Left Main Stenting: The TAVR-LM Registry. *J Am Coll Cardiol* 2016;67(8):951–60.
123. Ribeiro HB, Nombela-Franco L, Urena M, et al. Coronary obstruction following transcatheter aortic valve implantation: a systematic review. *JACC Cardiovasc Interv* 2013;6(5):452–61.
124. Ribeiro HB, Rodés-Cabau J, Blanke P, et al. Incidence, predictors, and clinical outcomes of coronary obstruction following transcatheter aortic valve replacement for degenerative bioprosthetic surgical valves: insights from the VIVID registry. *Eur Heart J* 2018;39(8):687–95.
125. Blanke P, Soon J, Dvir D, et al. Computed tomography assessment for transcatheter aortic valve in valve implantation: The Vancouver approach to predict anatomical risk for coronary obstruction and other considerations. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 2016;10(6):491–9.
126. Lederman RJ, Babaliaros VC, Rogers T, et al. Preventing Coronary Obstruction During Transcatheter Aortic Valve Replacement: From Computed Tomography to BASILICA. *JACC Cardiovasc Interv* 2019;12(13):1197–216.
127. Kawashima H, Numasawa Y, Hayakawa N, et al. Review of Bleeding and Thrombotic Risks Associated With Antithrombotic Therapy After Transcatheter Structural Heart Interventions. *JACC Asia* 2024;4(1):1–9.
128. Ten Berg J, Sibbing D, Rocca B, et al. Management of antithrombotic therapy in patients undergoing transcatheter aortic valve implantation: a consensus document of the ESC Working Group on Thrombosis and the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI), in collaboration with the ESC Council on Valvular Heart Disease. *Eur Heart J* 2021;42(23):2265–9.
129. Sannino A, Gargiulo G, Schiattarella GG, et al. A meta-analysis of the impact of pre-existing and new-onset atrial fibrillation on clinical outcomes in patients undergoing transcatheter aortic valve implantation. *EuroIntervention* 2016;12(8):e1047–56.
130. Ryan T, Grindal A, Jinah R, et al. New-Onset Atrial Fibrillation After Transcatheter Aortic Valve Replacement: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JACC Cardiovasc Interv* 2022;15(6):603–13.
131. Bogyi M, Schernthaner RE, Loewe C, et al. Subclinical Leaflet Thrombosis After Transcatheter Aortic Valve Replacement: A Meta-Analysis. *JACC Cardiovasc Interv* 2021;14(24):2643–56.
132. Rodés-Cabau J, Masson J-B, Welsh RC, et al. Aspirin Versus Aspirin Plus Clopidogrel as Antithrombotic Treatment Following Transcatheter Aortic Valve Replacement With a Balloon-Expandable Valve: The ARTE (Aspirin Versus Aspirin + Clopidogrel Following Transcatheter Aortic Valve Implantation) Randomized Clinical Trial. *JACC Cardiovasc Interv* 2017;10(13):1357–65.
133. Brouwer J, Nijenhuis VJ, Delewi R, et al. Aspirin with or without Clopidogrel after Transcatheter Aortic-Valve Implantation. *N Engl J Med* 2020;383(15):1447–57.
134. Dangas GD, Tijssen JGP, Wöhrle J, et al. A Controlled Trial of Rivaroxaban after Transcatheter Aortic-Valve Replacement. *N Engl J Med* 2020;382(2):120–9.
135. Collet JP, Van Belle E, Thiele H, et al. Apixaban vs. standard of care after transcatheter aortic valve implantation: the ATLANTIS trial. *Eur Heart J* 2022;43(29):2783–97.
136. Guedeny P, Roule V, Mesnier J, et al. Antithrombotic therapy and cardiovascular outcomes after transcatheter aortic valve implantation in patients without indications for chronic oral anticoagulation: a systematic review and network meta-analysis of randomized controlled trials. *Eur Heart J Cardiovasc Pharmacother* 2023;9(3):251–61.
137. Jochheim D, Barbanti M, Capretti G, et al. Oral Anticoagulant Type and Outcomes After Transcatheter Aortic Valve Replacement. *JACC Cardiovasc Interv* 2019;12(16):1566–76.
138. Van Mieghem NM, Unverdorben M, Hengstenberg C, et al. Edoxaban versus Vitamin K Antagonist for Atrial Fibrillation after TAVR. *N Engl J Med* 2021;385(23):2150–60.
139. Tanawuttivat T, Stebbins A, Marquis-Gravel G, Vemulapalli S, Kosinski AS, Cheng A. Use of Direct Oral Anticoagulant and Outcomes in Patients With Atrial Fibrillation after Transcatheter Aortic Valve Replacement: Insights From the STS/ACC TVT Registry. *J Am Heart Assoc* 2022;11(1):e023561.
140. Didier R, Lhermusier T, Auffret V, et al. TAVR Patients Requiring Anticoagulation: Direct Oral Anticoagulant or Vitamin K Antagonist? *JACC Cardiovasc Interv* 2021;14(15):1704–13.
141. Alaour B, Ferrari E, Heg D, et al. Non-Vitamin K Antagonist Versus Vitamin K Antagonist Oral Anticoagulant Agents After Transcatheter Aortic Valve Replacement. *JACC Cardiovasc Interv* 2024;17(3):405–18.
142. Wang L, Sang W, Jian Y, et al. Post-TAVR patients with atrial fibrillation: are NOACs better than VKAs? A meta-analysis. *Front Cardiovasc Med* 2023;10:1175215.
143. Joosten LPT, van Doorn S, van de Ven PM, et al. Safety of Switching From a

- Vitamin K Antagonist to a Non-Vitamin K Antagonist Oral Anticoagulant in Frail Older Patients With Atrial Fibrillation: Results of the FRAIL-AF Randomized Controlled Trial. *Circulation* 2024;149(4):279–89.
144. Nijenhuis VJ, Brouwer J, Delewi R, et al. Anticoagulation with or without Clopidogrel after Transcatheter Aortic-Valve Implantation. *N Engl J Med* 2020;382(18):1696–707.
 145. Sherwood MW, Gupta A, Vemulapalli S, et al. Variation in Antithrombotic Therapy and Clinical Outcomes in Patients With Preexisting Atrial Fibrillation Undergoing Transcatheter Aortic Valve Replacement: Insights From the Society of Thoracic Surgeons/American College of Cardiology Transcatheter Valve Therapy Registry. *Circ Cardiovasc Interv* 2021;14(4):e009963.
 146. Moreno R, Souza J, Smolnik R, et al. Outcomes after TAVI in patients with atrial fibrillation and a history of recent PCI: Results from the ENVISAGE-TAVI AF trial. *Clin Res Cardiol* [Internet] 2024; Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s00392-024-02379-5>
 147. Joglar JA, Chung MK, Armbruster AL, et al. 2023 ACC/AHA/ACCP/HRS Guideline for the Diagnosis and Management of Atrial Fibrillation: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation* 2024;149(1):e1–156.
 148. Virani SS, Newby LK, Arnold SV, et al. 2023 AHA/ACC/ACCP/ASPC/NLA/PCNA Guideline for the Management of Patients With Chronic Coronary Disease: A Report of the American Heart Association/American College of Cardiology Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation* 2023;148(9):e9–119.
 149. Byrne RA, Rossello X, Coughlan JJ, et al. 2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes. *Eur Heart J* 2023;44(38):3720–826.
 150. Imaeda S, Inohara T, Yoshijima N, et al. Natural History of Leaflet Thrombosis After Transcatheter Aortic Valve Replacement: A 5-Year Follow-Up Study. *J Am Heart Assoc* 2022;11(23):e026334.
 151. Koren O, Patel V, Chakravarty T, et al. Leaflet thrombosis in transcatheter aortic valve intervention: mechanisms, prevention, and treatment options. *Front Cardiovasc Med* 2023;10:1249604.
 152. Goel SS, Ige M, Tuzcu EM, et al. Severe aortic stenosis and coronary artery disease—implications for management in the transcatheter aortic valve replacement era: a comprehensive review. *J Am Coll Cardiol* 2013;62(1):1–10.
 153. Lateef N, Khan MS, Deo SV, et al. Meta-Analysis Comparing Outcomes in Patients Undergoing Transcatheter Aortic Valve Implantation With Versus Without Percutaneous Coronary Intervention. *Am J Cardiol* 2019;124(11):1757–64.
 154. Aarts HM, van Hemert ND, Meijs TA, et al. Percutaneous coronary intervention in patients undergoing transcatheter aortic valve implantation: a systematic review and meta-analysis. *Neth Heart J* 2023;31(12):489–99.
 155. Patterson T, Clayton T, Dodd M, et al. ACTIVATION (Percutaneous Coronary Intervention prior to transcatheter aortic valve implantation): A Randomized Clinical Trial. *JACC Cardiovasc Interv* 2021;14(18):1965–74.
 156. Lønborg J, Jabbari R, Sabbah M, et al. PCI in Patients Undergoing Transcatheter Aortic-Valve Implantation. *N Engl J Med* [Internet] 2024; Available from: <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa2401513>
 157. Faroux L, Muñoz-García E, Serra V, et al. Acute Coronary Syndrome Following Transcatheter Aortic Valve Replacement. *Circ Cardiovasc Interv* 2020;13(2):e008620.
 158. Tarantini G, Tang G, Nai Fovino L, et al. Management of coronary artery disease in patients undergoing transcatheter aortic valve implantation. A clinical consensus statement from the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions in collaboration with the ESC Working Group on Cardiovascular Surgery. *EuroIntervention* 2023;19(1):37–52.
 159. Ahn J-M, Kang D-Y, Lee PH, et al. Preventive PCI or medical therapy alone for vulnerable atherosclerotic coronary plaque: Rationale and design of the randomized, controlled PREVENT trial. *Am Heart J* 2023;264:83–96.
 160. Barbanti M, Costa G, Picci A, et al. Coronary Cannulation After Transcatheter Aortic Valve Replacement: The RE-ACCESS Study. *JACC Cardiovasc Interv* 2020;13(21):2542–55.
 161. Tarantini G, Nai Fovino L, Scotti A, et al. Coronary Access After Transcatheter Aortic Valve Replacement With Commissural Alignment: The ALIGN-ACCESS Study. *Circ Cardiovasc Interv* 2022;15(2):e011045.
 162. Akodad M, Lounes Y, Meier D, et al. Transcatheter heart valve commissural alignment: an updated review. *Front Cardiovasc Med* 2023;10:1154556.
 163. Yudi MB, Sharma SK, Tang GHL, Kini A. Coronary Angiography and Percutaneous Coronary Intervention After Transcatheter Aortic Valve Replacement. *J Am Coll Cardiol* 2018;71(12):1360–78.
 164. Zivelonghi C, Pesarini G, Scarsini R, et al. Coronary Catheterization and Percutaneous Interventions After Transcatheter Aortic Valve Implantation. *Am J Cardiol* 2017;120(4):625–31.
 165. Lancellotti P, Pibarot P, Chambers J, et al. Recommendations for the imaging assessment of prosthetic heart valves: a report from the European Association of Cardiovascular Imaging endorsed by the Chinese Society of Echocardiography, the Inter-American Society of Echocardiography, and the Brazilian Department of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2016;17(6):589–90.
 166. Capodanno D, Petronio AS, Prendergast B, et al. Standardized definitions of structural deterioration and valve failure in assessing long-term durability of transcatheter and surgical aortic bioprosthetic valves: a consensus statement from the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI) endorsed by the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur J Cardiothorac Surg* 2017;52(3):408–17.
 167. Michelena HI, Della Corte A, Prakash SK, Milewicz DM, Evangelista A, Enriquez-Sarano M. Bicuspid aortic valve aortopathy in adults: Incidence, etiology, and clinical significance. *Int J Cardiol* 2015;201:400–7.
 168. Michelena HI, Desjardins VA, Avierinos J-F, et al. Natural history of asymptomatic patients with normally functioning or minimally dysfunctional bicuspid aortic valve in the community. *Circulation* 2008;117(21):2776–84.
 169. van Rosendaal PJ, Kamperidis V, Kong WKF, et al. Comparison of Quantity of Calcific Deposits by Multidetector Computed Tomography in the Aortic Valve and Coronary Arteries. *Am J Cardiol* 2016;118(10):1533–8.
 170. Kim W-K, Renker M, Rolf A, et al. Annular versus supra-annular sizing for TAVI in bicuspid aortic valve stenosis. *EuroIntervention* 2019;15(3):e231–8.
 171. Fedak PWM, Verma S, David TE, Leask RL, Weisel RD, Butany J. Clinical and pathophysiological implications of a bicuspid aortic valve. *Circulation* 2002;106(8):900–4.
 172. Bauer T, Linke A, Sievert H, et al. Comparison of the effectiveness of transcatheter aortic valve implantation in patients with stenotic bicuspid versus tricuspid aortic valves (from the German TAVI Registry). *Am J Cardiol* 2014;113(3):518–21.
 173. Forrest JK, Kaple RK, Ramlawi B, et al. Transcatheter Aortic Valve Replacement in Bicuspid Versus Tricuspid Aortic Valves From the STS/ACC TVT Registry. *JACC Cardiovasc Interv* 2020;13(15):1749–59.
 174. Makkar RR, Yoon S-H, Leon MB, et al. Association Between Transcatheter Aortic Valve Replacement for Bicuspid vs Tricuspid Aortic Stenosis and Mortality or Stroke. *JAMA* 2019;321(22):2193–202.
 175. Boiago M, Bellamoli M, De Biase C, et al. Three-year clinical outcomes after transcatheter aortic valve implantation in patients with bicuspid aortic disease: Comparison between self-expanding and balloon-expandable valves. *Catheter Cardiovasc Interv* 2024;103(6):1004–14.
 176. Singh JP, Evans JC, Levy D, et al. Prevalence and clinical determinants of mitral, tricuspid, and aortic regurgitation (the Framingham Heart Study). *Am J Cardiol* 1999;83(6):897–902.
 177. Seiffert M, Bader R, Kappert U, et al. Initial German experience with transapical implantation of a second-generation transcatheter heart valve for the treatment of aortic regurgitation. *JACC Cardiovasc Interv* 2014;7(10):1168–74.
 178. Stachon P, Kaier K, Heidt T, et al. Nationwide outcomes of aortic valve replacement for pure aortic regurgitation in Germany 2008-2015. *Catheter Cardiovasc Interv* 2020;95(4):810–6.
 179. Poletti E, De Backer O, Scotti A, et al. Transcatheter Aortic Valve Replacement for Pure Native Aortic Valve Regurgitation: The PANTHEON International Project. *JACC Cardiovasc Interv* 2023;16(16):1974–85.
 180. Yoon S-H, Schmidt T, Bleiziffer S, et al. Transcatheter Aortic Valve Replacement in Pure Native Aortic Valve Regurgitation. *J Am Coll Cardiol* 2017;70(22):2752–63.
 181. Sanchez-Luna JP, Martín P, Dager AE, et al. Clinical outcomes of TAVI with the Myval balloon-expandable valve for non-calcified aortic regurgitation. *EuroIntervention* 2023;19(7):580–8.
 182. Takagi H, Hari Y, Kawai N, Ando T, ALICE (All-Literature Investigation of Cardiovascular Evidence) Group. Meta-Analysis and Meta-Regression of Transcatheter Aortic Valve Implantation for Pure Native Aortic Regurgitation. *Heart Lung Circ* 2020;29(5):729–41.
 183. Garcia S, Ye J, Webb J, et al. Transcatheter Treatment of Native Aortic Valve Regurgitation: The North American Experience With a Novel Device. *JACC Cardiovasc Interv* 2023;16(16):1953–60.

Flujo trifásico como predictor del éxito en el acceso radial para angioplastia coronaria: estudio prospectivo con ecografía Doppler

Triphasic flow as a predictor of success in radial access for coronary angioplasty: a prospective study with Doppler ultrasound

Giovanni Martínez¹, Fabián Villarruel¹, Marcelo Montero², Luis Andramuño¹, Luiza Dedavid¹

RESUMEN

Antecedentes. Las enfermedades cardiovasculares, lideradas por el síndrome coronario agudo (SCA), siguen siendo la principal causa de muerte a nivel mundial. Las intervenciones coronarias percutáneas (ICP) mediante acceso radial han demostrado múltiples beneficios frente al acceso femoral, incluyendo reducciones en mortalidad y complicaciones. La ecografía Doppler radial desempeña un papel crucial en la evaluación preprocedimiento de la viabilidad del acceso; en este estudio profundizamos en esta área, investigando cómo diversas características ecográficas contribuyen al éxito del procedimiento.

Métodos. Estudio prospectivo transversal en 108 pacientes con SCA. Se evaluaron características ecográficas de la arteria radial como diámetro, calcificación, tortuosidad, velocidades y tipos de onda de flujo, antes de la ICP.

Resultados. El éxito del acceso radial, observado en el 79.6% de los procedimientos, se asoció significativamente con la presencia de flujo trifásico, encontrado en el 71.3% de los casos exitosos ($p < 0.001$). Las características ecográficas detalladas ayudaron a predecir con mayor precisión el éxito del procedimiento, sugiriendo que la integración de estos parámetros podría ser crucial para mejorar la planificación y ejecución de las ICP.

Conclusiones. Dentro de las características ecográficas de la arteria radial se destaca al flujo trifásico como un predictor significativo del éxito en el acceso para ICP, recomendándose la ecografía Doppler radial como evaluación preprocedimiento para optimizar la selección del sitio de acceso.

Palabras clave: síndrome coronario agudo, acceso radial, ecografía Doppler radial, intervención coronaria percutánea.

ABSTRACT

Background. Cardiovascular diseases, led by Acute Coronary Syndrome (ACS), continue to be the leading cause of death globally. Percutaneous Coronary Interventions (PCI) via radial access have demonstrated multiple advantages over femoral access, including reductions in mortality and complications. Radial Doppler ultrasound plays a crucial role in the pre-procedural assessment of access viability, and this study delves deeper into how various echographic characteristics contribute to the success of the procedure.

Methods. A cross-sectional prospective study was conducted on 108 patients with ACS. Echographic characteristics of the radial artery, such as diameter, calcification, tortuosity, flow velocities, and wave types, were evaluated prior to PCI.

Results. Successful radial access, observed in 79.6% of the procedures, was significantly associated with the presence of triphasic flow, found in 71.3% of successful cases ($p < 0.001$). Detailed echographic characteristics helped to predict procedural success more accurately, suggesting that the integration of these parameters could be crucial for improving the planning and execution of PCIs.

Conclusions. Among the echographic characteristics of the radial artery, triphasic flow stands out as a significant predictor of successful access for PCI. Radial Doppler ultrasound is recommended as a pre-procedural assessment to optimize access site selection.

Key words: acute coronary syndrome, radial access, radial Doppler ultrasound, percutaneous coronary intervention.

Revista Argentina de Cardioangiología Intervencionista 2024;15(4):188-191. <https://doi.org/10.30567/RACI/202404/0188-0191>

INTRODUCCIÓN

El acceso radial se ha asociado a numerosos beneficios en angioplastia coronaria en comparación con el acceso femoral, al presentar menor mortalidad a 30 días y a 1 año, que podría estar relacionada con menor número de complicaciones vasculares¹ y menor riesgo de hematoma comparado con el acceso femoral del 3.7% vs 1.4%^{2,3}. Las complicaciones asociadas con las técnicas de acceso arterial incluyen espasmo arterial, sangrado, hematoma, pseudoaneurisma, disección arterial, trombosis arterial, embolia y perforación⁴.

En 1996, Fernando Kiemeneij fue el pionero en el abordaje radial, que aumenta la tasa de éxito, mejora la comorbilidad del paciente y proporciona un método para una mejor hemostasia⁵. En la actualidad, la técnica ecoguiada para el ac-

ceso de la arteria radial en comparación con la palpación reduce las complicaciones hemorrágicas, las venopunciones incidentales y mejora las tasas de éxito en la primera punción. Las vistas ecográficas más utilizadas fueron el eje corto (visualización de la anatomía) y eje largo (visualización de la punta de la aguja) con posicionamiento dinámico de la punta de aguja⁶.

El uso de la ecografía Doppler para guiar el acceso radial se ha establecido como una técnica crucial para minimizar intentos fallidos y facilitar el acceso en pacientes con condiciones complicadas, como obesidad, edema, arterias de pequeño diámetro, o hipotensión⁶⁻⁸. La eficacia de este método para mejorar los accesos radiales y reducir las complicaciones asociadas está bien documentada^{6,8}. En nuestro estudio, profundizamos en esta área investigando cómo diversas características ecográficas de la arteria radial, incluyendo el diámetro, la tortuosidad y los patrones de flujo, contribuyen al éxito del procedimiento. Esto nos permite proponer estrategias más efectivas para la selección de pacientes, optimizando así los resultados clínicos. Con este propósito, se diseñó la presente cohorte para identificar las características ecográficas que predicen tanto el éxito como las complicaciones potenciales en las intervenciones.

1. Clínica Santa Clara de Quilmes, Buenos Aires

2. Clínica Modelo de Morón, Buenos Aires

✉ Correspondencia: Giovanni Martínez. Tel.: 1150515291. giovannimartinez@intramed.net. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4818-9889>

Los autores no declaran conflictos de intereses

Recibido: 02/05/2024 | Aceptado: 05/02/2025

MATERIALES Y MÉTODOS

Estudio prospectivo de corte transversal. Se incluyeron pacientes del período junio/2022 hasta diciembre/2023; mediante ecografía Doppler de la arteria radial derecha se realizaron mediciones del diámetro, características anatómicas (calcificación y tortuosidad), velocidades y tipos de la onda de flujo. La participación al estudio se realizó previa firma del consentimiento informado.

El acceso vascular para la ICP se realizó mediante la técnica de Seldinger por médicos hemodinamistas con formación completa y *fellowship* en cardiología intervencionista. En todos los casos se utilizó un introductor 6 Fr. La exploración ecográfica Doppler fue realizada por ecografistas periféricos con experiencia, médicos en formación y residentes de cardiología, bajo supervisión directa de especialistas capacitados. Las imágenes fueron obtenidas utilizando un ecógrafo Sonoscape X3, disponible en la Unidad Coronaria de la Clínica Santa Clara de Quilmes. No se utilizó financiación externa para la realización del presente estudio.

El tamaño muestral se determinó por conveniencia, incluyendo pacientes consecutivos tratados durante el periodo del estudio. Este enfoque permitió capturar datos representativos de la práctica clínica diaria, aunque se reconoce como una limitación para la generalización de los resultados.

Variable dependiente. Éxito del acceso radial para las ICP. Se definió como la realización completa del procedimiento sin complicaciones asociadas al acceso radial, que incluyen la ausencia de espasmo arterial, hematoma, pseudoaneurisma, disección arterial, trombosis, embolia y perforación resultante del procedimiento. Esto permitió dividir a la muestra en dos grupos (*Exitoso* y *No exitoso*) para ser comparados con las variables citadas a continuación.

Variables independientes. Características ecográficas de la arteria radial: incluyen diámetro, calcificación, tortuosidad, velocidades y tipos de onda de flujo. Cada una de estas características fue evaluada utilizando un transductor lineal de 5-10 MHz en modo B, color y espectral.

Diámetro de la arteria radial. Medido en centímetros en el pliegue auricular proximal de la muñeca. El diámetro transversal normal de la arteria radial medido por eco-Doppler es de 0,24 cm (0,22-0,28) y la velocidad de flujo pico sistólica (VPS) de 48 cm/s (39-75 cm/s)⁹.

Tortuosidad. Definida como la presencia de una curvatura de más de 45° en el trayecto de la arteria. A nivel de la arteria radial presenta una incidencia de entre el 2% y el 6%.

Calcificación parietal. Identificada por la presencia de áreas ecogénicas en las paredes anterior o posterior de la arteria¹⁰.

Tipo de onda de flujo. Clasificado como trifásico, bifásico, monofásico. A nivel de las extremidades superiores, el patrón de flujo pulsátil normal es trifásico¹¹.

La **Figura 1** expone estos hallazgos ecográficos encontrados en los sujetos del presente estudio, mostrando la medición ecográfica del diámetro, la representación de la tortuosidad arterial, así como la caracterización de la calcificación. En la **Figura 2** se detalla el tipo de onda de flujo.

Población. Pacientes de 18 años o más, diagnosticados con SCA y sometidos a ICP en la Unidad Coronaria de la Clínica Santa Clara de Quilmes, que acudieron a consulta espontánea o derivados de instituciones colegas y que aceptaron participar en el estudio.

Objetivo. Evaluar la asociación entre las características ecográficas de la arteria radial, incluyendo diámetro, velocidad

de flujo, patrón de la onda de flujo, calcificación y tortuosidad, y el éxito de la ICP en pacientes con SCA. El estudio pretende identificar parámetros ecográficos que sirvan como predictores de un acceso radial exitoso, con el fin de optimizar la selección de pacientes para este abordaje y mejorar los resultados clínicos.

Criterios de inclusión:

Edad: participantes de 18 años o más.

Diagnóstico: SCA.

Localización: ingresados en la Clínica Santa Clara de Quilmes.

Tratamiento: requerimiento de ICP durante la internación o de urgencia.

Consentimiento: acuerdo explícito para participar en el estudio.

Criterios de exclusión:

Antecedentes médicos: se excluyeron del estudio pacientes con historial de cirugía de revascularización miocárdica (CRM) por dos razones principales: la posible utilización de la arteria radial como injerto, y la falta de información o documentación detallada sobre los puentes coronarios realizados, generando incertidumbre sobre la anatomía vascular.

Imposibilidad por cualquier causa de punzar arteria radial.

Estado clínico: post paro cardíaco.

Pacientes con hemodiálisis a través de fístula arteriovenosa en el lado del acceso propuesto.

Estadística

Los datos se analizaron con estadística descriptiva e inferencial. Se utilizaron medidas de tendencia central y dispersión para las variables cuantitativas, y frecuencias y porcentajes para las variables cualitativas. Se compararon las características ecográficas de la arteria radial entre los pacientes con éxito y fracaso del acceso radial para la ICP mediante pruebas t de Student y Chi cuadrado, según la distribución de las variables. Se realizaron análisis de regresión logística para identificar los factores predictores del éxito del acceso radial. Los datos estadísticos así como los gráficos fueron analizados y realizados con el programa SPSS Statistic v25.

RESULTADOS

En total, se incluyeron 108 pacientes en el estudio, de los cuales el 66,7% eran hombres. La edad media de los participantes fue de 71,69 años. Las comorbilidades más frecuentes incluyeron hipertensión arterial (81,5%), diabetes mellitus (30,6%), dislipidemia (41,7%) y enfermedad renal crónica (11,1%). Los pacientes acudieron principalmente por SCA sin elevación del ST (64,8%) e infarto agudo de miocardio con elevación del ST (35,2%) (**Tabla 1**).

En lo relativo a las complicaciones locales posteriores al procedimiento se observó que la mayoría de los procedimientos no presentaron complicaciones (81,48%). Se registraron casos de espasmo arterial en un 11,11% de los pacientes y además, se reportaron dificultades en la canalización o falla en el acceso radial y la formación de hematomas, cada uno en un 3,70% de los casos. (**Figura 3**). No se observaron diferencias estadísticamente significativas en el diámetro promedio de la arteria radial entre los procedimientos exitosos (0,29±0,40) y aquellos no exitosos (0,27±0,34), con un valor p de 0,501. Este hallazgo indica que el diámetro arterial, por sí solo, podría no ser un predictor determinante del éxito del acceso radial. La presencia de tortuosidad y calcifica-

ción arterial no mostró diferencias estadísticas importantes en relación con los resultados de los procedimientos.

Con respecto a las características ecográficas de la arteria radial se observó que en comparación con el diámetro medio de la arteria radial, los hombres mostraron un diámetro mayor ($0,30 \pm 0,03$) en comparación con las mujeres ($0,27 \pm 0,04$). La VPS promedio no presentó diferencias significativas entre hombres ($33,35 \pm 15,14$ cm/s) y mujeres ($35,42 \pm 13,9$ cm/s). La tortuosidad se observó en el 7,4% de los casos, más frecuente en mujeres (8,3%) que en hombres (6,9%). La calcificación se presentó en el 6,5% de los individuos. En cuanto a la onda de flujo arterial, la mayoría de los sujetos presentaron un patrón trifásico (71,3%), siendo este patrón ligeramente más común en hombres (72,2%) que en mujeres (69,4%). El patrón bifásico se observó en el 24,1% de los participantes, con porcentajes similares entre hombres (25,0%) y mujeres (22,2%). El patrón monofásico fue el menos común (4,6%), con una presencia más notable en mujeres (8,3%) en comparación con hombres (2,8%) (**Tabla 2**).

En la **Tabla 3**, se presentan las características ecográficas de la arteria radial. Se observó que el diámetro promedio de la arteria no difirió significativamente entre los procedimientos exitosos ($29,05 \pm 4,07$ mm) y los que no tuvieron éxito ($27,27 \pm 3,47$ mm), con un valor *p* de 0,501. Las incidencias de tortuosidad y calcificación no mostraron diferencias estadísticas significativas en relación con los resultados de los procedimientos (valores *p* de 0,345 y 0,975, respectivamente). Sin embargo, se identificó una correlación estadísticamente significativa entre el éxito del procedimiento y la presencia de una onda de flujo trifásica, encontrada en el 79,6% de los casos exitosos en comparación con el 20% de los no exitosos, con un tamaño del efecto sustancial de 0,596 y un intervalo de confianza del 95% para casos exitosos de 71,4% a 87,8% ($p < 0,001$) (**Figura 4**). Este hallazgo destaca el patrón de onda de flujo trifásico como un posible predictor de éxito en los procedimientos relacionados con la punción radial.

DISCUSIÓN Y LIMITACIONES

Este estudio profundiza en el entendimiento de cómo las características ecográficas de la arteria radial pueden afectar el éxito de las ICP en pacientes con SCA. Anteriores investigaciones han destacado el acceso radial sobre el femoral debido a menores tasas de complicaciones y mortalidad¹²⁻¹⁴; sin embargo, el conocimiento es limitado sobre qué características específicas de la arteria radial predisponen al éxito o al fracaso. La evaluación detallada de la anatomía de la arteria radial mediante ultrasonografía antes de las intervenciones permitió identificar pacientes con alto riesgo de complicaciones o fallo de acceso (tortuosidad, estenosis, hipoplasia, bucles radioulnares), mejorando así los resultados clínicos y reduciendo los riesgos asociados con la ICP¹⁵.

Aunque nuestro estudio no encontró una asociación significativa entre el diámetro de la arteria radial y el éxito del acceso ($p = 0,501$), estudios previos como el metaanálisis de Moussa Pacha et al.⁶ sugieren que un menor diámetro puede dificultar el acceso, especialmente en ausencia de guía ecográfica. Sin embargo, la utilización rutinaria de ecografía Doppler en nuestra cohorte pudo haber mitigado estas dificultades, favoreciendo tasas de éxito incluso en arterias de menor calibre. Además, investigaciones como las de Yokoyama et al.¹⁵ destacan que otros factores anatómicos, como tortuosidades o bucles, podrían tener un impacto mayor en el

éxito del acceso. Estos hallazgos subrayan la importancia de una evaluación ecográfica integral más allá de la medición del diámetro.

Nuestro estudio identificó que un patrón de flujo trifásico en la arteria radial es un predictor significativo del éxito del acceso, lo que proporciona una base para un abordaje más personalizado en la selección del sitio de acceso.

Los resultados de este estudio tienen implicaciones importantes para la práctica clínica. La ecografía Doppler de la arteria radial puede ser una herramienta útil para identificar a los pacientes con mayor probabilidad de éxito del acceso radial para la ICP. Esta información puede ayudar a los médicos a seleccionar el acceso vascular más adecuado para cada paciente.

La ecografía Doppler permite identificar de forma no invasiva las características favorables de la arteria radial para mejorar los resultados en el acceso. Nuestros hallazgos sugieren que la implementación de protocolos de imagen antes del procedimiento podría ser una estrategia efectiva para mejorar la seguridad y eficacia del procedimiento.

Se recomienda la realización de estudios multicéntricos y ensayos controlados aleatorizados para validar y expandir nuestros resultados. La investigación futura debe centrarse en el impacto del flujo arterial trifásico y otras características ecográficas en una gama más amplia de procedimientos endovasculares, así como en el desarrollo de protocolos de acceso basados en características individuales.

La destreza en la punción y en el uso del ecógrafo son competencias esenciales para realizar un acceso radial exitoso. La formación y certificación en estas habilidades debe ser parte de los programas de formación para los operadores.

Limitaciones

El diseño observacional de este estudio y su realización en un solo centro restringen la capacidad de generalizar estos resultados. Además, aunque se identificó una correlación significativa entre ciertas características ecográficas y el éxito del acceso radial, no se establece causalidad. Es crucial abordar estas limitaciones mediante estudios con una muestra más representativa y un diseño que permita inferencias causales. La dependencia de tecnología específica de ecografía Doppler, no universalmente accesible, puede limitar la aplicabilidad de esta técnica.

CONCLUSIONES

Los resultados mostraron que entre las características ecográficas de la arteria radial, específicamente la presencia de flujo trifásico se asoció de manera significativa con el éxito del acceso radial para ICP. Este hallazgo fundamenta la integración de esta técnica como evaluación pre-ICP, facilitando una mejor selección del sitio de acceso. Investigaciones futuras son necesarias para confirmar estos resultados en diversos entornos clínicos y así perfeccionar los protocolos de acceso en ICP.

Este estudio respalda el uso rutinario de la ecografía Doppler radial en la evaluación preprocedimiento para ICP, especialmente en pacientes con anatomía compleja. La creciente disponibilidad de equipos Doppler en unidades de hemodinamia y otras áreas de atención cardiovascular facilita su implementación, por lo que se recomienda su integración en la práctica clínica y su inclusión en la formación de cardiólogos clínicos e intervencionistas para optimizar los resultados.

RESUMEN DE PUNTOS SALIENTES

Conocimiento actual. La efectividad del acceso radial en intervenciones coronarias es conocida, pero la influencia de las características ecográficas de la arteria radial sobre el éxito del procedimiento aún es incierta.

Hallazgos clave. Este estudio confirma que el flujo trifásico en la arteria radial, evaluado por ecografía Doppler, predice significativamente el éxito de las intervenciones coronarias percutáneas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Chase AJ, Fretz EB, Warburton WP, et al. Association of the arterial access site at angioplasty with transfusion and mortality: the M.O.R.T.A.L. study (Mortality benefit Of Reduced Transfusion after percutaneous coronary intervention via the Arm or Leg). *Heart*. 2008 Aug;94(8):1019-25. doi: 10.1136/hrt.2007.136390. Epub 2008 Mar 10. PMID: 18332059.
2. Jolly SS, Yusuf S, Cairns J, et al. Radial versus femoral access for coronary angiography and intervention in patients with acute coronary syndromes (RIVAL): a randomised, parallel group, multicentre trial. *Lancet*. 2011 Apr 23;377(9775):1409-20. doi: 10.1016/S0140-6736(11)60404-2. Epub 2011 Apr 4. Erratum in: *Lancet*. 2011 Apr 23;377(9775):1408. Erratum in: *Lancet*. 2011 Jul 2;378(9785):30. PMID: 21470671.
3. Vranckx P, Frigoli E, Rothenbühler M, et al. Radial versus femoral access in patients with acute coronary syndromes with or without ST-segment elevation. *Eur Heart J*. 2017 Apr 7;38(14):1069-1080. doi: 10.1093/eurheartj/ehx048. PMID: 28329389.
4. Rao SV, Cohen MG, Kandzari DE, et al. The Transradial Approach to Percutaneous Coronary Intervention. *J Am Coll Cardiol*. 2010;55(20):2187-2195. doi:10.1016/j.jacc.2010.01.039.
5. Kiemeneij F, Laarman GJ. Percutaneous transradial artery approach for coronary Palmaz-Schatz stent implantation. *Am Heart J*. 1994;128(1):167-174. doi:10.1016/0002-8703(94)90023-x.
6. Moussa Pacha H, Alahdab F, Al-Khadra Y, et al. Ultrasound-guided versus palpation-guided radial artery catheterization in adult population: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Am Heart J*. 2018 Oct;204:1-8. doi: 10.1016/j.ahj.2018.06.007. Epub 2018 Jun 19. PMID: 30077047.
7. Aragoncillo I, Caldés Ruisánchez S. Ecografía Doppler en el Acceso Vascular. *Nefrología al día*. Disponible en: <https://www.nefrologiaaldia.org/291>.
8. Miller AG, Cappiello JL, Gentile MA, et al. 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.
9. Coderech Carretero J, Corella Montoya F, Grande Barez M, et al. Descripción y análisis del patrón de flujo dinámico y morfológico de las arterias principales de la muñeca y mano en población sana española. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 2020;64(3):167-176. doi:10.1016/j.recot.2019.12.004.
10. Coroleu SF, Burzotta F, Trani C, et al. Manejo de variantes anatómicas complejas del acceso radial en la realización de procedimientos coronarios. *Rev Esp Cardiol*. 2021;74(5):27-31.
11. Titievsky LC, Mosso GF, García Mallea G, et al. Guías de práctica de Eco Doppler Vascular 2022. *Rev Fed Arg Cardiol*. 2022;51(Suplemento 4):7-62.
12. Elizaga Corrales J. Acceso por vía radial: ¿debería ser más utilizado? *Rev Esp Cardiol*. 2003;56(2):124-7.
13. García-Rueda KA, Cediell-Barrera CH, Plaza-Tenorio M, et al. Incidencia, impacto funcional y factores predictores para la presentación de complicaciones asociadas al acceso radial para Coronariografía evaluadas por medio de ultrasonografía, cohorte hospitalaria. *Arch Cardiol Mex*. 2022;92(2):230-241.
14. Sandoval Y, Bell MR, Gulati R. Transradial artery access complications. *Circ Cardiovasc Interv*. 2019;12:e007386. doi: 10.1161/circinterventions.119.007386.
15. Yokoyama N, Takeshita S, Ochiai M, et al. Anatomic variations of the radial artery in patients undergoing transradial coronary intervention. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2000;49(3):357-362.