

El papel de la proyección del implante para optimizar el implante percutáneo de válvula aórtica

Rut Álvarez-Velasco,^{a,b,◇} Marcel Almendárez,^{a,b,*,◇} Alberto Alperi,^{a,b} Paula Antuña,^{a,b} Raquel del Valle,^{a,b} Cesar Morís,^{a,b,c} y Isaac Pascual^{a,b,c}

^a Área del Corazón, Hospital Universitario Central de Asturias, Oviedo, Asturias, España

^b Instituto de Investigación Sanitaria del Principado de Asturias, Oviedo, Asturias, España

^c Facultad de Medicina, Universidad de Oviedo, Oviedo, Asturias, España

RESUMEN

La estenosis aórtica grave es la valvulopatía más frecuente y su incidencia aumenta cada año. El implante percutáneo de válvula aórtica (TAVI) es la primera línea de tratamiento con cualquier riesgo quirúrgico. Una complicación frecuente del TAVI es una tasa más alta de implante de marcapasos permanente (IMPP) en comparación con la cirugía. La profundidad óptima de implante es fundamental para reducir la tasa de IMPP sin generar otras complicaciones, como la embolización de la válvula. La técnica clásica de implante, en la cual las 3 cúspides están alineadas en el mismo plano, se ha modificado a una proyección de superposición de cúspides, aislando la cúspide no coronaria y superponiendo la izquierda y la derecha. Esta modificación proporciona una visualización óptima durante el despliegue y facilita obtener la profundidad deseada para reducir la tasa de IMPP. Otra limitación del TAVI es el reacceso coronario debido a la obstrucción de la válvula a los *ostium* coronarios. La alineación comisural de la prótesis con la válvula nativa facilita la canulación selectiva de las coronarias después del procedimiento. En la presente revisión se comentan las técnicas y la evidencia sobre estas modificaciones de la técnica de liberación e implante, y cómo pueden mejorar el TAVI.

Palabras clave: Alineamiento comisural. Proyección de superposición de cúspides. Recambio valvular aórtico percutáneo.

The role of implant projection in optimizing transcatheter aortic valve implantation

ABSTRACT

Severe aortic stenosis is the most frequent valve condition requiring surgery, and its incidence is increasing yearly. Transcatheter aortic valve implantation (TAVI) is the first-line treatment for patients at all levels of surgical risk. Nevertheless, modifications to the procedure often appear to improve clinical outcomes. A major concern after TAVI is the higher rate of permanent pacemaker implantation (PPMI) compared with surgical valve replacement. Optimal implantation depth is crucial to reduce the burden of PPMI without causing serious complications such as valve embolization. The classic implantation technique, where the 3 cusps are aligned in the same plane, has been modified to a cusp overlap projection by isolating the noncoronary cusp and superimposing the left and right cusps. This simple modification provides optimal visualization during deployment and helps to achieve the desired implant depth to reduce conduction disturbances and PPMI. Another limitation after TAVI is coronary reaccess due to the frame of the transcatheter valve obstructing the coronary ostia. Commissural alignment of the prostheses with the native valve may facilitate selective cannulation of the coronary arteries after this procedure. This review will discuss the techniques and supporting evidence for these modifications to the deployment and implant projection methods, and how they can improve TAVI outcomes.

Keywords: Cusp overlap projection. Commissural alignment. Transcatheter aortic valve replacement.

Abreviaturas

EC: enfermedad coronaria. **IMPP:** implante de marcapasos permanente. **PI:** profundidad de implante. **TAVI:** implante percutáneo de válvula aórtica. **THV:** prótesis valvular cardiaca percutánea. **TSC:** técnica de superposición de cúspides.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: marcel.almendarez@gmail.com [M. Almendárez].

X @Maralm08

Recibido el 27 de marzo de 2024. Aceptado el 25 de junio 2024.

Full English text available from: <https://www.recintervcardiol.org/en>.

2604-7306 / © 2024 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Permanyer Publications. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND 4.0.

Cómo citar este artículo: Álvarez-Velasco R, et al. El papel de la proyección del implante para optimizar el implante percutáneo de válvula aórtica. *REC Interv Cardiol.* 2024. <https://doi.org/10.24875/RECIC.M24000476>

INTRODUCCIÓN

La estenosis aórtica grave sintomática (EAGS) es la valvulopatía más frecuente en Europa y América del Norte. Hablamos de una enfermedad que ha sido diagnosticada en más de 7 millones de pacientes y supone hasta el 40% de todas las intervenciones que se realizan en las válvulas nativas¹. La cifra total de intervenciones realizadas en la válvula aórtica ha ido aumentando, de forma constante, cada año, principalmente por la gran cantidad de diagnósticos nuevos entre la población de edad avanzada. Algunas estimaciones calculan que el número de valvulopatías graves se duplicará en 2050².

El tratamiento de la EAGS solía precisar cirugía a corazón abierto. No obstante, desde que se practicara el primer implante en 2002 y se aprobase en Europa en 2007, el implante percutáneo de válvula aórtica (TAVI) ha transformado el panorama actual ofreciendo un tratamiento menos invasivo de la EAGS³. Al principio, el TAVI se limitaba a pacientes inoperables, pero desde los estudios Partner 3⁴ y SURTAVI⁵ realizados entre pacientes de riesgo bajo e intermedio, respectivamente, el TAVI se ha convertido en el tratamiento de primera línea para pacientes en todo el espectro de riesgo quirúrgico. Las últimas guías europeas fomentan el uso del TAVI transcateteral como la opción terapéutica recomendada en pacientes mayores de 75 años⁴. Por si esto fuera poco, algunos estudios confirman análisis coste-efectividad favorables al TAVI en detrimento del reemplazo quirúrgico de la válvula aórtica (RQVA)⁶; además, los protocolos de alta temprana y tratamiento ambulatorio también han demostrado ser seguros con resultados alentadores⁶. Entre 2019 y 2021, el número de TAVI realizados en España pasó de 90 a 120 por cada millón de personas⁷. A tenor de esta tendencia, se calcula que el número absoluto de TAVI, tanto en pacientes jóvenes como de edad avanzada, irá en aumento en los próximos años.

Teniendo en cuenta que la indicación del TAVI se ha ido ampliando, son varios los escenarios clave que precisan más investigación, en caso de estar presentes, podrían desaconsejar el uso de dicha intervención. En primer lugar, hasta el 50% de los pacientes TAVI presentan enfermedad coronaria (EC) significativa. Como los implantes se están realizando en pacientes más jóvenes y, por lo tanto, con una mayor esperanza de vida, se espera que muchos de ellos terminen desarrollando EC significativa y, por ende, precisando, una coronariografía y el tratamiento correspondiente⁸. La coronariografía en pacientes portadores de prótesis valvulares cardíacas percutáneas (THV) es complejo porque dicha prótesis obstaculiza el sondaje selectivo. En este sentido, las estrategias para facilitar la realización de intervenciones coronarias tras el TAVI son una pieza clave de todo este proceso.

En segundo lugar, comparado con el RQVA, el número de implantes de marcapasos permanentes (IMPP) es mayor con tasas de hasta el 17,4% para la válvulas autoexpandibles y el 6,5% para las prótesis balón-expandibles^{9,10}. Registros publicados recientemente informan tasas de IMPP del 11,3% para todos los TAVI. Los pacientes que precisan el IMPP tras un TAVI tienen peores resultados clínicos, hospitalizaciones más largas y tasas más altas de mortalidad durante el seguimiento¹¹.

Para mitigar estos riesgos, se están desarrollando válvulas de última generación y han surgido consideraciones especiales durante la planificación preoperatoria y el implante de THV, avances sobre los que versa esta revisión y que se presentan a continuación.

PROFUNDIDAD ÓPTIMA DE IMPLANTE

Mucho se ha debatido sobre la profundidad óptima de implante (PI), sobre todo en lo que se refiere a los efectos que tiene sobre el rendimiento de la válvula y la capacidad de alterar otros resultados clínicos. Un implante alto de la THV puede provocar temidas complicaciones tales como embolización de la válvula, obstrucción coronaria y fuga periprotésica (FPP). En cambio, un implante profundo aumenta el riesgo de IMPP, FPP y deteriora la función

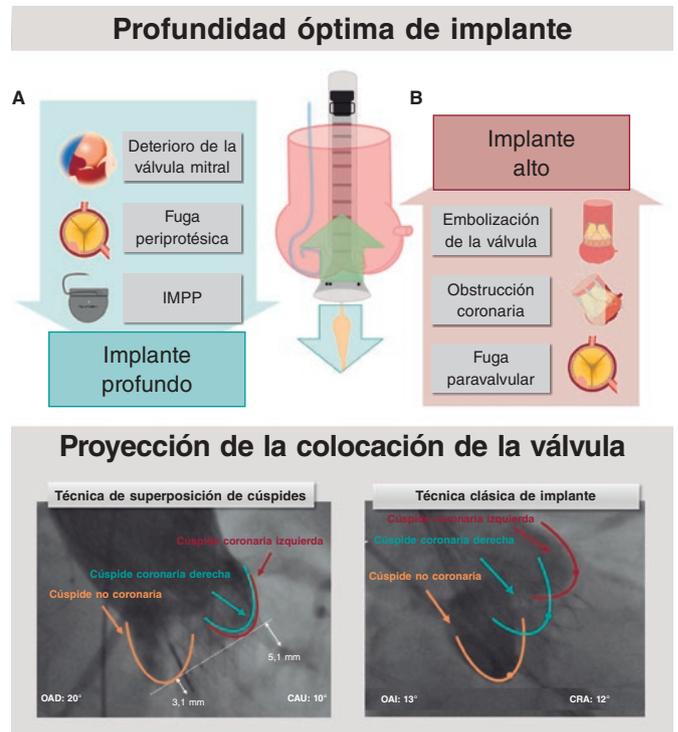


Figura 1. A: lograr una profundidad óptima de implante es esencial para mejorar los resultados. Una válvula implantada profundamente podría afectar la función de la válvula mitral, provocar fugas periprotésicas llegando, incluso, a interactuar con el sistema de conducción aumentando las tasas de implante de marcapasos permanente. Por otro lado, un implante alto de la válvula podría provocar obstrucciones coronarias, embolizaciones de la válvula y fugas periprotésicas. **B:** se ha demostrado que la proyección de superposición de cúspides, donde las cúspides izquierda y derecha se superponen en el lado derecho de la pantalla, aislando la cúspide no coronaria, sirve para optimizar la profundidad de implante. CAU: caudal; CRA: craneal; MP: marcapasos permanente; OAD: oblicuo anterior derecho.

de la válvula mitral. En este sentido, garantizar una PI óptima es clave para obtener mejores resultados (figura 1)¹².

Una de las principales razones por las que la PI produce alteraciones de la conducción es que interactúa con el septo membranoso, una estructura fibrosa del septo interventricular que se ubica en la base del triángulo de Koch. El sistema de conducción viaja por el interior del septo membranoso y continúa, superficialmente, como rama izquierda hasta llegar al septo muscular. Por eso el bloqueo de rama izquierda (BRI) es el trastorno de la conducción más frecuente tras el TAVI, dependiendo de la longitud del septo membranoso y la profundidad de la THV. Se ha demostrado que una PI óptima minimiza dicha interacción con el septo membranoso, los trastornos de la conducción y las tasas de IMPP¹³.

CURVA DOBLE EN FORMA DE S

La técnica de implante clásica (TIC), que alinea las 3 cúspides en el mismo plano, suele provocar el acortamiento del sistema de liberación y eliminar el paralaje, lo cual, a su vez, desvía la prótesis del plano anular. Una curva doble en forma de S consistente en un punto de intersección en el que el anillo y el sistema de liberación están en posición óptima puede facilitar una liberación más controlada de la THV.

En un estudio realizado por Ben-Shoshan et al.¹⁴, 100 pacientes fueron tratados mediante TAVI con el modelo de curva doble S con la válvula autoexpandible de Medtronic. Más del 80% de los pacientes presentaban una curva doble S en el cuadrante oblicuo anterior

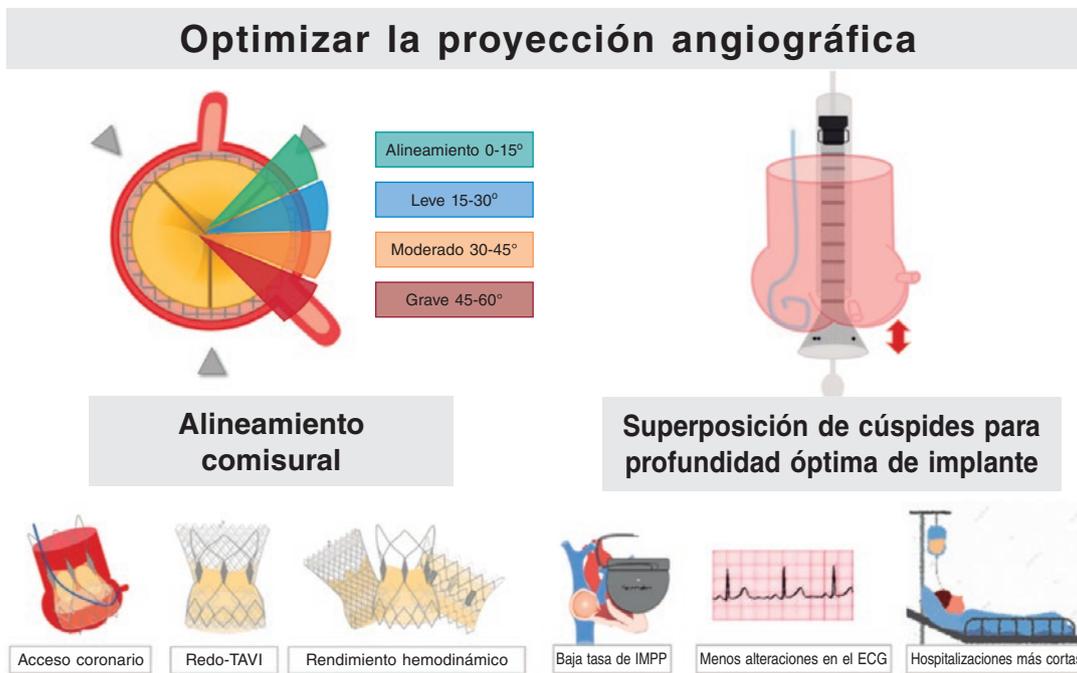


Figura 2. Figura central. Pequeñas modificaciones durante el implante pueden conseguir el alineamiento comisural (lado izquierdo del panel), facilitar el acceso coronario en futuras intervenciones, reducir el riesgo de oclusiones coronarias en el redo-TAVI y mejorar la hemodinámica valvular. Una proyección de superposición de cúspides (lado derecho del panel) mejora la visión del implantador para ayudar a optimizar la profundidad de implante, reduce los trastornos de la conducción y las tasas de implante de marcapasos permanente y, en última instancia, mejora tanto los resultados como la duración de la hospitalización. ECG: electrocardiograma; IMPP: implante de marcapasos permanente; TAVI: implante percutáneo de válvula aórtica.

derecho y caudal. Los autores informaron que la intervención tuvo éxito en el 98% de los pacientes y que las tasas de IMPP y otras complicaciones fueron parecidas a las descritas en otros estudios. También aclararon que no pretendían una PI más alta. En este sentido, las tasas de IMPP fueron similares a las de otros estudios con pacientes con el mismo riesgo. Esta técnica todavía no se ha adoptado ampliamente porque la curva S precisa análisis de imágenes intraoperatorias, algo con lo que no cuentan todos los centros¹⁴.

SUPERPOSICIÓN DE CÚSPIDES

En su día, Tang et al.¹⁵ propusieron la técnica de superposición de cúspides (TSC) para optimizar el implante de THV autoexpandibles empleando la TIC mediante la superposición de las cúspides coronarias izquierda y derecha y el aislamiento de la cúspide no coronaria (CNC). La tomografía computarizada multicorte (TCMC) ayuda a predecir la angulación necesaria durante el implante. Esta proyección resulta sumamente útil no solo porque alarga el tracto de salida sino porque superpone las cúspides coronarias derecha (CCD) e izquierda (CCI) a lo largo del plano basal del anillo aórtico, aísla la CNC y sitúa la comisura entre CNC/CCD en el centro del plano fluoroscópico, posibilitando la liberación de la THV de forma más controlada y con una mayor PI¹⁵. Comparada con la curva en forma de doble S, la TSC tuvo una alta concordancia en más del 80% de los pacientes, minimizando la necesidad de obtener imágenes intraoperatorias (figura 1)¹⁴.

Un resumen simplificado de la TSC podría ser el siguiente: a) la TCMC preoperatoria aísla la CNC y superpone las cúspides derecha e izquierda. En la mayoría de los pacientes, esto da como resultado la obtención de un plano oblicuo anterior derecho/caudal; b) una guía de alto soporte como la Safari (Boston Scientific, Estados Unidos) o la Lunderquist de doble curva (Cook Medical, Estados Unidos) mantiene la posición durante la liberación de la válvula; c) se inserta un catéter *pigtail* en la CNC y da comienzo la liberación de la THV colocando el marcador del anillo en la porción media del catéter (en el caso de la última versión de la válvula Evolut FX

[Medtronic Inc., Estados Unidos], en la porción más baja de este) para lograr una PI de unos 3 mm; d) cuando la válvula ya se ha desplegado en un 80%, se elimina el paralaje en un plano oblicuo anterior izquierdo para comprobar la profundidad alcanzada. La THV se debe recapturar y reposicionar con una PI < 1 o > 5 mm; e) si la porción de entrada de la válvula es infra-anular, esta se despliega lentamente desde el catéter de liberación (figura 2)¹⁶.

VÁLVULAS AUTOEXPANDIBLES

Evolut R, Evolut PRO, Evolut PRO+ y Evolut FX de Medtronic Inc. (Estados Unidos)

Buena parte de la literatura disponible sobre la TSC se centra en la válvula autoexpandible de Medtronic. En una experiencia unicéntrica, Pascual et al.¹⁷ valoraron la TSC con las válvulas Evolut R y PRO. Este centro modificó todos los implantes pasando de la TIC a la TSC y realizó una comparativa de 226 pacientes (113 en cada grupo). Los resultados revelaron que, en los pacientes del grupo TSC, la profundidad del implante fue 1 mm menor ($4,8 \pm 2,2$ frente a $5,7 \pm 3,1$ mm; $p = 0,011$) y la tasa de IMPP se redujo del 23 al 12,4% (OR = 0,45; intervalo de confianza del 95% [IC95%], 0,21-0,97; $p = 0,043$)¹⁷. Aunque el tamaño muestral de este estudio unicéntrico fue relativamente pequeño, se obtuvieron resultados similares en un segundo análisis de 2 centros de alto volumen mediante emparejamiento por puntuación de propensión de 444 pacientes (175 en el grupo TSC). El análisis confirmó un descenso medio de la PI de 1 mm ($4,2$ frente a $5,3$ mm; $p < 0,001$) y tasas más bajas de IMPP durante los primeros 30 días (11,8 frente al 21,7%; $p = 0,03$; RR = 0,54; IC95%, 0,32-0,91) con una incidencia similar de otras complicaciones¹⁸. Este último estudio incluyó a pacientes portadores de la Evolut PRO+ de última generación.

En una experiencia de 3 centros, Mendiz et al.¹⁹ analizaron las tasas de nuevo BRI e IMPP en 257 pacientes (101 del grupo TSC). Las tasas fueron más bajas para el grupo TSC con un 12,9 frente al 5,8% ($p = 0,05$) para nuevos BRI y un 17,8 frente al 6,4% ($p = 0,004$)

para nuevos IMPP. Asimismo, Maier et al.²⁰ reclutaron a un total de 759 pacientes de un único centro desde 2016 hasta 2021 empleando el emparejamiento por puntuación de propensión. Los resultados fueron iguales a los ya mencionados con una tasa de IMPP del 8,0% para el grupo TSC y del 16,8% para el grupo TIC ($p = 0,028$) y menos alteraciones de la conducción. Todavía resulta más interesante el hecho de que las tasas más bajas de IMPP acarrearán hospitalizaciones más cortas en el grupo TSC ($8,4 \pm 4,0$ frente a $10,3 \pm 6,7$ días; $p = 0,007$). Un estudio de Ochiai et al.²¹ incluyó a 258 pacientes desde 2017 hasta 2022. Utilizando la TSC, estos autores buscaron una mayor PI. Hubo muchos menos BRI de nueva aparición (4,2 frente al 11,3%) y las tasas de IMPP fueron mucho menores en aquellos pacientes en quienes se empleó la TSC (0,0 frente al 10,8%; $p = 0,02$).

La última generación de válvulas de Medtronic (Evolut FX) se diseñó para mejorar la capacidad de liberación, trazabilidad y precisión durante la colocación de la válvula. Merdler et al.²² incluyeron en su estudio a 200 pacientes consecutivos; los primeros 100 recibieron la Evolut PRO+ y los restantes, la Evolut FX. No se observaron diferencias significativas en las tasas de IMPP (12 frente al 9%; $p = 0,21$) y los resultados clínicos fueron similares. Otra serie mostró un descenso de las tasas de IMPP del 11,2 al 7% en los primeros 43 pacientes, aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa ($p = 0,25$). Ante estos resultados y las modificaciones hechas a la válvula, se espera que los beneficios de la TSC se mantengan, también, con las válvulas de última generación. En este sentido, la mejor práctica de que disponemos avala, también, el uso de la TSC para esta última generación de válvulas²³.

En un metanálisis que incluyó 11 estudios con 1.464 pacientes en el grupo TSC y 1.743 en el grupo TIC, la *odds ratio* para el IMPP fue de 0,48 (IC95%, 0,33-0,70), logrando una mayor PI con una diferencia media de casi 1 mm (0,83; IC95%, de 1,2 a -0,45; $p < 0,001$). No se hallaron diferencias estadísticamente significativas en las tasas de BRI de nueva aparición, aunque sí tasas de complicaciones similares de FPP moderada/grave, dislocación de la válvula, necesidad de una segunda THV, mortalidad a 30 días, accidentes cerebrovasculares, conversión a cirugía, obstrucción coronaria y gradientes medios pos-TAVI (mmHg)²⁴. No obstante, este metanálisis no incluyó el análisis más extenso hasta la fecha realizado por Wieneman et al.²⁵. Estos autores reclutaron a un total de 2.209 pacientes entre 2016 y 2022, en 1.151 de los cuales se empleó la TSC. Las tasas de IMPP (17,0 frente al 12,3%; $p = 0,002$) y FPP (4,6 frente al 2,4%; $p = 0,006$) fueron mucho más bajas en la cohorte TSC.

El único análisis prospectivo en curso, en la actualidad, es el Optimize PRO (NCT04091048), un análisis no aleatorizado que está comparando el perfil de seguridad y eficacia del TSC con las válvulas Evolut PRO y Evolut PRO+. Los datos preliminares sobre este estudio han sido facilitados por Grubb et al.²⁶. La tasa de IMPP fue del 9,8% en 400 implantes intentados; tasa que descendió hasta el 5,8% cuando se cumplieron 4 pasos críticos del protocolo TSC²⁶. Las tasas de complicaciones a 30 días también fueron bajas, con tasas de mortalidad por cualquier causa, accidente cerebrovascular incapacitante, rehospitalización y rehospitalización por motivos cardiovasculares del 0,8, 0,7, 10,1 y 6,1%, respectivamente por cero casos de insuficiencia aórtica moderada o grave al alta. Estos prometedores resultados todavía están pendientes de confirmación a la espera de los resultados finales.

Acurate Neo2

Kim et al.²⁷ compararon 901 TAVI con la válvula autoexpandible Acurate Neo 2 (Boston Scientific Corporation, Estados Unidos): 631 empleando la TIC y 270 la TSC. No hubo diferencias significativas en el objetivo compuesto de IMPP, BRI de nueva aparición, fallo técnico y FPP \geq moderada (23,1 frente al 21,5%; $p = 0,586$). Las tasas de IMPP analizadas por separado fueron similares entre los 2 grupos (TIC: 7,3 frente a TSC: 6,3%; $p = 0,592$), no observándose ninguna diferencia en la PI. Los autores señalan que el anclaje

inicial de la corona superior limita el reposicionamiento de la válvula y que la PI no se ve afectada por la TSC. En cualquier caso, la proyección demostró ser segura y viable para esta válvula y las tasas de complicaciones similares en ambas técnicas. Para documentar el alineamiento comisural durante la intervención, Meduri et al.²⁸ emplearon la proyección de la TSC para confirmar que la ubicación de la THV era la correcta. En este sentido, parece una mejor proyección para este tipo de válvula porque, aunque equivalente en la mayoría de los aspectos, parece favorecer el alineamiento comisural (AC).

Válvulas Portico y Navitor

La válvula Portico (Abbott Cardiovascular, Estados Unidos) con el sistema de entrega FlexNav de segunda generación se probó en 3 centros terciarios de referencia. Se reclutó a un total de 85 pacientes tratados de TAVI transfemoral, 42 con proyección de la TSC. La profundidad diana fue de 3 a 5 mm desde la CNC hasta la entrada del armazón de la válvula cardiaca. Los objetivos primarios fueron la PI y un compuesto de BRI de nueva aparición e IMPP. La TSC se asoció a una mayor PI (4,9 frente a 7,4 mm; $p = 0,005$), así como a una tasa más baja del objetivo compuesto (31,0 frente al 58,1%; $p = 0,012$). No obstante, cuando se analizaron los objetivos por separado, solo se observó una tendencia hacia menos IMPP (14,3 frente al 30,2%; $p = 0,078$)²⁹. A pesar de las similitudes entre las válvulas Portico y Evolut, parece que existe un diferente impacto sobre los trastornos de la conducción cuando se obtiene un implante más alto. Estas diferencias podrían explicarse tanto por la fuerza de apertura como por la distribución de la fuerza radial, con tasas globales de IMPP más bajas para el sistema Portico (13,5 frente al 19%)³⁰.

Un estudio más amplio de Wang et al.³¹ incluyó la válvula Portico y su última versión, la válvula Navitor. Estos autores compararon a un total de 366 pacientes y la colocación de la válvula empleando la TSC frente a la proyección coplanar estándar de 3 cúspides. Analizaron 183 pares como parte de un emparejamiento por puntuación de propensión. La tasa de IMPP fue del 12,6% en el grupo TSC frente al 18% en el TIC, aunque esta diferencia no fue significativa a nivel estadístico ($P = .15$). No obstante, al igual que otras válvulas autoexpandibles, el alineamiento comisural se obtuvo en la proyección de la TSC con una tasa de complicaciones parecida en ambos grupos. Se debe mencionar que tras el emparejamiento la válvula Portico se empleó en 183 pacientes del grupo TIC y la válvula Navitor de última generación en 183 del grupo TSC.

PRÓTESIS BALÓN-EXPANDIBLES

Aunque la superposición de las cúspides se llevó a cabo, inicialmente, en las válvulas autoexpandibles por la naturaleza asimétrica del despliegue propio de estas prótesis, Sammour et al.³² aplicaron los mismos principios a la Sapien 3 (Edwards Lifesciences, Estados Unidos) empleando la curva con forma de doble S y la TSC. En la mayoría de los pacientes, una proyección oblicua anterior derecha/caudal aislará la CNC y superpondrá la CCI y CCD. Siguiendo este principio, desarrollaron una técnica de implante alto (TIA): la válvula se implanta en un plano oblicuo anterior derecho/caudal, eliminándose, así, el paralaje de la válvula crimpada. Después, se libera la válvula alineando la línea radiolúcida de la válvula crimpada en la base de la CNC como marcador para el aortograma de despliegue a fin de confirmar la cobertura del *stent*. Los autores reclutaron a 622 pacientes (60,5%) para el despliegue convencional empleándose la TIA en 406 pacientes (39,5%). La PI fue mucho menor con la TIA (1,5 frente a 3,2 mm; $p < 0,001$). Las tasas de IMPP (5,5% frente al 13,1%; $p < 0,001$), bloqueo cardiaco completo (3,5 frente al 11,2%; $p < 0,001$) y BRI (5,3 frente al 12,2%; $p < 0,001$) también fueron menores con la TIA. La regresión logística multivariable confirmó que la TIA fue un predictor independiente de IMPP a los 30 días (OR = 0,439; IC95%, 0,246-0,781; $p = 0,005$). Las tasas de complicaciones fueron parecidas con 1 embolización de la válvula por cero obstrucciones coronarias.

El estudio de Ochiai et al.²¹ citado anteriormente incluyó a un total de 258 pacientes con la THV Sapien 3, en 108 de los cuales se empleó la TIA y en 150 el despliegue convencional de la válvula. Los resultados fueron parecidos a los de Sammour et al., con menos alteraciones de la conducción. No obstante, las tasas de IMPP fueron bajas en los 2 grupos (solo en el 2% de los pacientes). La posición de los *ostia* coronarios en relación a la THV se valoró mediante TCMC pos-TAVI. No se observaron diferencias en la interferencia de la falda de la THV con los *ostia* coronarios. No obstante, la incidencia de interferencias de la armadura del *stent* con el acceso a los *ostia* coronarios sí fue mucho mayor en el grupo TIA (97,2 frente al 89,3%; $p = 0,02$).

El último análisis realizado por Stephan et al.³³ reclutó a 280 pacientes tratados mediante TAVI transfemoral con la válvula Sapien 3. Los autores utilizaron la TSC en 143 pacientes, alcanzando PI más altas. No obstante, no se observaron diferencias significativas en los BRI de nueva aparición. Aunque las tasas de IMPP fueron numéricamente más bajas (7,3 frente al 4,9%), la diferencia no fue estadísticamente significativa ($p = 0,464$).

La evidencia sobre PI más altas en las prótesis balón-expandibles es contradictoria. Aunque algunos estudios sugieren tasas más bajas de IMPP y alteraciones de la conducción, análisis recientes confirman similitudes entre la TIA y la TIC. No obstante, en la mayoría de los casos, existe, como mínimo, una tendencia hacia menos IMPP, tasas de complicaciones bajas e índices altos de éxito con la TIA. Necesitamos estudios prospectivos más extensos que nos ayuden a determinar con precisión los resultados que se consiguen con la TIA en este tipo de prótesis.

DESVENTAJAS DE LA SUPERPOSICIÓN DE CÚSPIDES Y MENOR PROFUNDIDAD DE IMPLANTE

La TSC es una técnica segura y viable que requiere modificaciones mínimas a la intervención estándar para la mayoría de THV disponibles en el mercado. Esta proyección facilita el AC y proporciona una mejor orientación visual para obtener una PI óptima, reduciendo las alteraciones de la conducción y el IMPP. Aunque la mayoría de los estudios no han informado diferencias significativas en las tasas de complicaciones, debemos tener en cuenta varias cuestiones. La embolización de la válvula es una complicación potencialmente grave con un riesgo de $< 1\%$. Los operadores deben ser hábiles e ingeniosos en el manejo de esta complicación y liberar la válvula de forma segura en la aorta mientras preparan una segunda THV para su colocación. En pacientes con una menor carga de calcio y sin alteraciones previas de la conducción, como es el caso de pacientes más jóvenes, el beneficio de una menor PI debe sopesarse ante el posible riesgo de embolización de la válvula. Otro riesgo asociado a una menor PI es que podría dificultar la correcta canalización de las coronarias en futuras intervenciones.

En segundo lugar, una menor PI podría complicar el acceso coronario y, de hecho, se ha identificado como un predictor de sondajes fallidos. Aunque este riesgo podría mitigarse con el AC, existe el riesgo de que un implante alto de la válvula obstruya los *ostia* coronarios, lugar en el que la falda pericárdica cubre la entrada de la armadura, lo cual acarrea el riesgo taponamiento de las arterias nativas. De hecho, en los pacientes más jóvenes que pudiesen necesitar un implante percutáneo de válvula en válvula en el futuro, un implante alto podría ser un obstáculo para segundas intervenciones porque los velos de la primera válvula podrían crear una nueva falda con el potencial riesgo de obstrucción de los *ostia* coronarios³⁵.

Además, los pacientes con reemplazo previo de la válvula aórtica corren un menor riesgo de IMPP tras un nuevo TAVI, un riesgo mucho mayor de obstrucción coronaria, sobre todo, aquellos con senos de Valsalva estrechos y *ostia* coronarios más bajos. En estos pacientes, intentar una menor PI podría no dar mejores resultados.

EL ALINEAMIENTO COMISURAL

Una de las principales preocupaciones a la hora de hacer extensiva la indicación del TAVI a pacientes más jóvenes y de bajo riesgo es la viabilidad del acceso coronario pos-TAVI, principalmente porque quizás sea necesaria una intervención coronaria percutánea, lo cual pone de manifiesto la importancia práctica que tiene lograr el AC. Además, las cuestiones de durabilidad y la posibilidad de un nuevo TAVI resultan esenciales ante una posible ampliación de las indicaciones a pacientes más jóvenes³⁵.

El concepto de AC ha ido ganando relevancia durante los últimos años, lo cual ha conllevado mejoras en el diseño de las últimas generaciones de válvulas para facilitar este logro³⁵. Datos de TCMC de estudios sin una técnica intencionada de AC revelan que aproximadamente el 80% de los pacientes tratados mediante TAVI presentan mal alineamiento comisural (MAC)³⁶. Alrededor del 13% de los pacientes de bajo riesgo tratados de TAVI con prótesis balón-expandibles tenía un poste comisural que obstruía el *ostium* coronario. Las tasas de MAC llegan al 16% en el TAVI autoexpandible³⁷. En el reciente estudio RE-ACCESS, Barbanti et al.³⁸ aseguraron que solo el 7,7% de los pacientes tuvieron sondaje de las arterias coronarias fallido tras el TAVI.

El consorcio ALIGN-TAVI definió el AC en base al ángulo descrito entre las comisuras de la válvula nativa y la nueva. La definición de AC se estableció en diferentes categorías: alineamiento comisural (desviación angular $< 15^\circ$), MAC leve (15° - 30°), MAC moderado (30° - 45°) y MAC grave ($> 45^\circ$) (figura 3)³⁹.

El alineamiento comisural en válvulas autoexpandibles

Válvulas Evolut R, Evolut PRO, Evolut PRO+, Evolut FX de Medtronic

La mejor técnica para el AC comienza con un análisis preoperatorio mediante TCMC para seleccionar una proyección fluoroscópica específica de cada paciente. La técnica más comúnmente empleada para la válvula autoexpandible de Medtronic comienza con el puerto de lavado dirigido hacia las 3. La banda de marcaje en forma de sombrero se debe colocar mirando a la curvatura externa mientras se avanza la válvula por la aorta descendente. Durante la liberación en TSC visualizaremos los marcajes de las comisuras izquierda y derecha de la THV superpuestos en el lado derecho de la pantalla y el marcaje en forma de sombrero mirando a la CNC (en algunos casos, puede situarse en el centro). La última versión de la válvula Evolut FX incorpora 3 marcajes en el segmento de entrada de la falda de la válvula, correspondientes a cada comisura que mejoran el plano fluoroscópico y acarrear menos casos de MAC (figura 3)³⁹.

ACURATE neo²

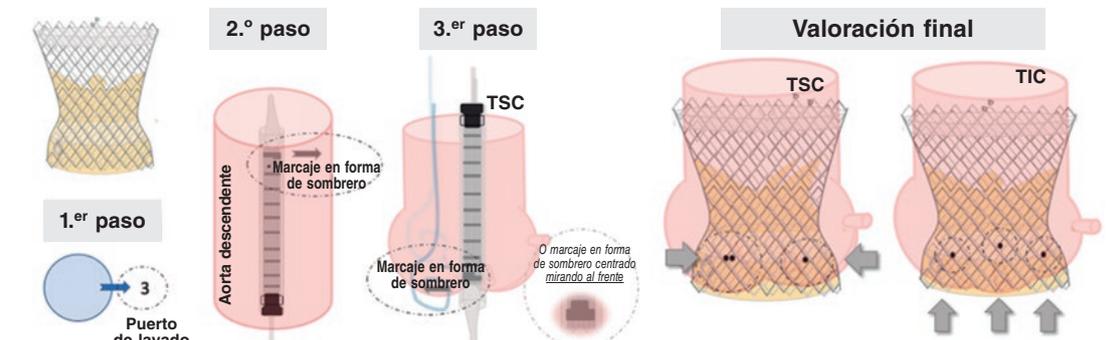
La técnica para el AC de la plataforma ACURATE neo2 es distinta. La inserción debe realizarse con el puerto de lavado en la posición de las 6. La THV incorpora 3 postes radiopacos que marcan cada comisura. El AC correcto puede garantizarse mediante fluoroscopia girando el catéter de liberación en sentido contrario al de las agujas del reloj. En la TSC, se deben superponer 2 postes en la curvatura mayor de la aorta y el último en la curvatura menor. Empleando la TIC, 1 poste debe verse en la región central del anillo aórtico y los otros 2 a cada lado (figura 3)⁴⁰⁻⁴¹.

El alineamiento comisural en prótesis balón-expandibles

Aunque hay muy pocas evidencias concluyentes sobre esta cuestión, sí existen métodos ampliamente empleados para lograr el AC con THV balón-expandibles. Un pequeño estudio de Santos-Martínez et al.⁴² evaluó la viabilidad del AC con la válvula Myval (Meril Life Sciences

Técnica de alineamiento comisural en prótesis autoexpandibles

Evolut FX (Medtronic, Estados Unidos)



Acurate Neo2 (Boston, Estados Unidos)

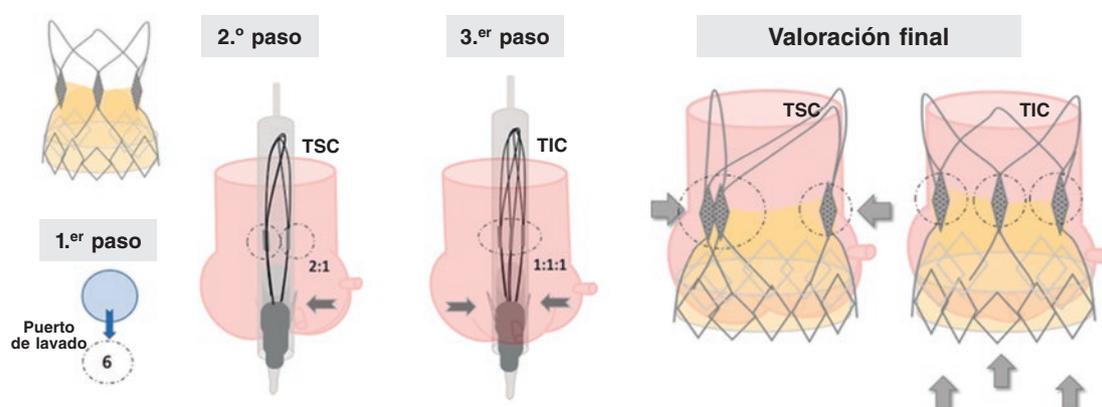


Figura 3. Tutorial paso a paso para alineamientos comisurales en válvulas autoexpandibles. **A:** válvula Evolut FX. En primer lugar, se coloca el puerto de lavado en la posición de las 3 en punto. La banda de marcaje en forma de sombrero se debe colocar mirando a la curvatura externa mientras se avanza la válvula por la aorta descendente. Después, durante la fase de liberación de la válvula, la banda debe mirar a la CNC. Por último, 2 de los marcadores radiopacos de la válvula Evolut FX deben verse en el lado izquierdo de la pantalla y el tercero en el lado derecho. **B:** válvula Acurate Neo2. En primer lugar, insertar la válvula con el puerto de lavado en la posición de las 6 en punto. Después, girar el catéter de liberación en sentido contrario al de las agujas del reloj. Por último, durante la fase de despliegue de la válvula, deben verse 2 postes radiopacos en la curva mayor de la aorta y el tercero en el otro lado. Empleando la técnica clásica de implante, 1 poste debe visualizarse en el centro del anillo aórtico y los otros 2 a cada lado. TIC: técnica de implante clásica; TSC: técnica de superposición de cúspides.

Pvt. Ltd, India). Se simuló el TAVI preoperatorio mediante TCMC en un modelo *in silico* para predecir la rotación óptima de la válvula para lograr el AC usando un *script* autodesarrollado. Después, se crimparon las válvulas Myval en la rotación predicha por el citado modelo *in silico* para evitar el MAC. Esta estrategia se probó en 10 pacientes, 4 de los cuales solo mostraron un MAC leve y ninguno MAC moderado o grave. El ángulo medio del MAC fue de $16,7^\circ$. Aunque los resultados son prometedores, el hecho de que se necesite un modelo *in silico* antes de la intervención limita el uso de esta técnica.

REACCESO CORONARIO

Estudios recientes sobre reaccesos coronarios tras el TAVI en pacientes sin AC revelan que la tasa de sondaje coronario selectivo fallido está en torno al 7,7%³⁸. Tarantini et al.⁴³ compararon las válvulas Sapien con las válvulas supra-anulares autoexpandibles alineadas y no alineadas Evolut R/PRO y ACURATE Neo. Estos autores observaron que solo el 5% de aquellos pacientes que recibieron las válvulas Sapien 3 tenían accesos coronarios no selectivos y ningún paciente accesos coronarios inviables. No obstante, en las THV auto-

expandibles, el grupo tratado con la técnica comisural no alineada mostró tasas de abordaje no selectivo y abordaje inviable del 43 y 11%, respectivamente. En cambio, solo el 3% del grupo con AC tenía abordajes inviables y el 26% con abordajes no selectivos⁴³.

Los predictores más habituales de un acceso coronario fallido son la propia anatomía del paciente (seno de Valsalva estrecho), el tipo de THV (prótesis autoexpandibles) y la técnica TAVI empleada (menor PI). Respecto a la anatomía del paciente, la simetría de la cúspide y la excentricidad de los *ostia* coronarios son claves para predecir la viabilidad del AC y un posible reacceso coronario³⁸. A pesar de lograr el AC, algunos pacientes presentan excentricidad coronaria o asimetría de las cúspides en quienes el AC no evita la obstrucción del *ostium* coronario por el poste de la THV, un fenómeno que suele observarse en pacientes con válvulas bicúspides, de ahí que se acuñara el término alineamiento coronario (figura 4).

En un estudio que analizó 1.851 tomografías computarizadas de pacientes tratados mediante TAVI, se colocaron válvulas virtuales simulando tanto el AC como el alineamiento coronario en la raíz aórtica para valorar el solapamiento coronario moderado y grave

Predicador de acceso coronario fallido

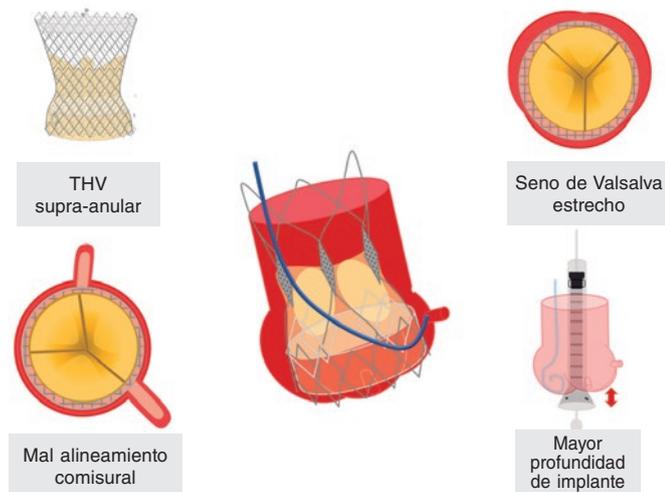


Figura 4. Principales predictores de un acceso coronario deteriorado. THV: prótesis valvular cardiaca percutánea.

provocado por el poste de la THV. Los hallazgos revelaron que un mal alineamiento coronario grave es raro en presencia de AC y que el alineamiento coronario solo mejoró el solapamiento del *ostium* derecho (coronario: 0,52%, izquierdo: 0,52%, derecho: 0,30%, izquierdo: 3,27%, derecho). La incidencia de no solapamiento con el *ostium* coronario izquierdo fue menor en el grupo con AC que en aquel con alineamiento coronario por la mayor prevalencia de excentricidad del *ostium* coronario derecho; el alineamiento intencionado con el *ostium* coronario derecho podría aumentar el riesgo de solapamiento con el *ostium* coronario izquierdo. La prevalencia de asimetría y excentricidad coronaria fue baja⁴⁴.

HEMODYNÁMICA VALVULAR: RENDIMIENTO Y DURABILIDAD

Obtener mejores resultados hemodinámicos es importante ya que las indicaciones para TAVI se amplían para incluir a pacientes más jóvenes y de bajo riesgo. Fuch et al.⁴³ compararon válvulas aórticas quirúrgicas con TAVI y realizaron una tomografía computarizada (TC) tras el TAVI. Estos autores dividieron a los participantes en grupos según el AC pero no observaron ninguna diferencia en los gradientes transvalvulares, el llenado coronario o la FPP. Confirmaron, no obstante, un aumento significativo de la insuficiencia aórtica central.

Un estudio retrospectivo incluyó a un total 324 pacientes implantados aleatoriamente con una THV balón-expandible. Se realizó una TCMC pos-TAVI para definir el MAC moderado como desviaciones > 30°. El MAC pudo confirmarse en el 52,8% de estos pacientes. A los 30 días, no se observó ninguna diferencia entre pacientes con y sin MAC en lo que se refiere a las tasas de insuficiencia aórtica, gradientes transvalvulares o gradientes residuales significativos. Por su parte, la incidencia de IMPP y los resultados clínicos a largo plazo, incluida la muerte y el accidente cerebrovascular, tampoco variaron entre ambos grupos⁴⁶.

El MAC se ha asociado a cambios en los patrones de flujo, a un mayor estrés de las valvas y, por ende, a un mayor riesgo de trombosis de estas. En este sentido, la detección del engrosamiento hipotenuado de las valvas (HALT) en TC ha llamado cada vez más la atención de estudios recientes al ser ya un marcador de la trombosis subclínica de las valvas y poder predecir la durabilidad de la válvula³⁹. Un estudio de casos y controles que comparó el AC en pacientes con y sin HALT (85 pacientes por grupo) confirmó la presencia de MAC grave en el 32% de los pacientes con HALT por solo el 17,2% de aquellos sin HALT⁴⁷.

REDO-TAVI

Aunque las indicaciones para el TAVI se han ido ampliando, sobre todo en pacientes más jóvenes y de bajo riesgo, son pocos los datos de que disponemos sobre implantes de TAVI sobre TAVI. Según el importante análisis del registro EXPLANTOR-REDO-TAVR, las tasas de mortalidad a 30 días y 1 año fueron menor en pacientes con redo-TAVI, no observándose ninguna diferencia en la tasa de mortalidad a 4 años. Se puede argumentar que el RQVA debería reservarse para situaciones específicas tales como FPP o anatomías desfavorables para realizar el redo-TAVI y que el TAVI sobre TAVI experimentará un crecimiento exponencial en los próximos años⁴⁸.

El principal problema del redo-TAVI es el riesgo de oclusión coronaria asociado y la dificultad potencial de re acceso coronario tras la intervención. Los modelos predictivos basados en TC sugieren un mayor riesgo de oclusión coronaria en pacientes sin AC. Buzzati et al.⁴⁹ informaron que entre el 10 y el 20% de los redo-TAVI acarrearán un mayor riesgo de oclusión coronaria y más de un 50% se asocian a accesos coronarios deteriorados. Otro estudio que empleó datos de TC pos-TAVI con las válvulas Evolut y Sapien predijo que el 45,5 y 2%, respectivamente, de los pacientes implantados con las válvulas Evolut y Sapien corrían riesgo de obstrucción coronaria por el secuestro de los senos de Valsalva; riesgo que se predijo en base a la distancia entre las válvulas y unión sinotubular²¹.

La experiencia con implantes percutáneos válvula en válvula se basa en THV implantadas dentro de válvulas quirúrgicas pre-implantadas con AC. En cambio, la mayoría de las THV degeneradas se implantaron sin tener en cuenta el AC. Técnicas agresivas tales como la técnica BASILICA, que permiten modificar las valvas para minimizar el riesgo de oclusión coronaria, resultan menos efectivas que las empleadas con válvulas quirúrgicas²².

CONCLUSIONES

En resumen, el papel que juega la proyección del implante en la optimización del TAVI podría minimizar los inconvenientes más habituales asociados a esta intervención. Existen abundantes evidencias que avalan los posibles beneficios de la TSC a la hora de reducir los trastornos de la conducción y la necesidad de IMPP con solo hacer pequeñas modificaciones durante el implante sin mayores riesgos frente a la TIC.

El riesgo de trastornos de la conducción e IMPP es un obstáculo importante tras el TAVI. Se requiere un estudio meticuloso mediante TCMC y planificación preoperatoria para seleccionar la estrategia correcta para cada paciente. En última instancia, el riesgo-beneficio de una menor PI usando la TSC debe adaptarse a las características de cada paciente. La técnica debería fomentarse en pacientes de alto riesgo de IMPP y desaconsejarse en aquellos de alto riesgo de obstrucción coronaria y una mayor carga de enfermedad coronaria. No obstante, en la mayoría de los pacientes, sobre todo cuando se emplean prótesis autoexpandibles, debería clasificarse como la proyección estándar para la liberación de la válvula.

FINANCIACIÓN

Ninguna.

DECLARACIÓN SOBRE EL USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

No se utilizó inteligencia artificial en la preparación de esta revisión.

AUTHORS' CONTRIBUTIONS

Writing the original draft: R. Álvarez Velasco and M. Almindáez. Image acquisition and edition: R. del Valle and A. Alperi. Critical revision: P. Antuña and I. Pascual. Final approval: I. Pascual.

CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno.

BIBLIOGRAFÍA

- Ferrer-Sistach E, Teis A, Bayés-Genís A, Delgado V. Multimodality imaging in aortic stenosis: new diagnostic and therapeutic frontiers. *Rev Esp Cardiol.* 2023;76:40-46.
- 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;37:3515-3522.
- Nguyen V, Willner N, Eltchaninoff H, et al. Trends in aortic valve replacement for aortic stenosis: a French nationwide study. *Eur Heart J.* 2022;43:666-679.
- Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, et al. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J.* 2022;43:561-632.
- Pinar E, García de Lara J, Hurtado J, et al. Cost-effectiveness analysis of the SAPIEN 3 transcatheter aortic valve implant in patients with symptomatic severe aortic stenosis. *Rev Esp Cardiol.* 2022;75:325-333.
- García-Carreño J, Zatarain E, Tamargo M, Elizaga J, Bermejo J, Fernández-Avilés F. Feasibility and safety of early discharge after transcatheter aortic valve implantation. *Rev Esp Cardiol.* 2023;76:660-663.
- Freixa X, Jurado-Román A, Cid B, Cruz-González I. Spanish cardiac catheterization and coronary intervention registry. 31st official report of the Interventional Cardiology Association of the Spanish Society of Cardiology (1990-2021). *Rev Esp Cardiol.* 2022;75:1040-1049.
- Aurigemma C, Giannico MB, Burzotta F, et al. Clinical impact of the extent of jeopardized myocardium in patients undergoing transcatheter aortic valve intervention. *Rev Esp Cardiol.* 2023;76:157-164.
- Mack MJ, Leon MB, Thourani VH, et al. Transcatheter Aortic-Valve Replacement in Low-Risk Patients at Five Years. *N Engl J Med.* 2023;389:1949-1960.
- Van Mieghem NM, Deeb GM, Sondergaard L, et al. Self-expanding Transcatheter vs Surgical Aortic Valve Replacement in Intermediate-Risk Patients: 5-Year Outcomes of the SURTAVI Randomized Clinical Trial. *JAMA Cardiol.* 2022;7:1000-1008.
- Rodés-Cabau J, Ellenbogen KA, Krahn AD, et al. Management of Conduction Disturbances Associated With Transcatheter Aortic Valve Replacement: JACC Scientific Expert Panel. *J Am Coll Cardiol.* 2019;74:1086-1106.
- Breitbart P, Minners J, Hein M, Schröfel H, Neumann FJ, Ruile P. Implantation depth and its influence on complications after TAVI with self-expanding valves. *Int J Cardiovasc Imaging.* 2021;37:3081-3092.
- Jilaihawi H, Zhao Z, Du R, et al. Minimizing Permanent Pacemaker Following Repositionable Self-Expanding Transcatheter Aortic Valve Replacement. *JACC Cardiovasc Interv.* 2019;12:1796-1807.
- Ben-Shoshan J, Alosaimi H, Lauzier PT, et al. Double S-Curve Versus Cusp-Overlap Technique: Defining the Optimal Fluoroscopic Projection for TAVR With a Self-Expanding Device. *JACC Cardiovasc Interv.* 2021;14:185-194.
- Tang GHL, Zaid S, Michev I, et al. "Cusp-Overlap" View Simplifies Fluoroscopy-Guided Implantation of Self-Expanding Valve in Transcatheter Aortic Valve Replacement. *JACC Cardiovasc Interv.* 2018;11:1663-1665.
- Gada H, Vora A, Siddique S, et al. TCT CONNECT-457 Reduction of Rates of Permanent Pacemaker Implantation With 34-MM Evolut R Using Cusp Overlap Technique. *J Am Coll Cardiol.* 2020;76(Suppl. S):B196.
- Pascual I, Almendárez M, Avanzas P, et al. Cusp-overlapping TAVI technique with a self-expanding device optimizes implantation depth and reduces permanent pacemaker requirement. *Rev Esp Cardiol.* 2022;75:412-420.
- Pascual I, Hernández-Vaquero D, Alperi A, et al. Permanent Pacemaker Reduction Using Cusp-Overlapping Projection in TAVR: A Propensity Score Analysis. *JACC Cardiovasc Interv.* 2022;15:150-161.
- Mendiz OA, Noč M, Fava CM, et al. Impact of Cusp-Overlap View for TAVR with Self-Expandable Valves on 30-Day Conduction Disturbances. *J Interv Cardiol.* 2021;9991528.
- Meier D, Tzimas G, Akodad M, et al. TAVR in TAVR: Where Are We in 2023 for Management of Failed TAVR Valves? *Curr Cardiol Rep.* 2023;25:1425-1431.
- 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;16:1192-1204.
- Merdler I, Case B, Bhogal S, et al. Early experience with the Evolut FX self-expanding valve vs. Evolut PRO+ for patients with aortic stenosis undergoing TAVR. *Cardiovasc Revasc Med.* 2023;56:1-6.
- Khera S, Krishnamoorthy P, Sharma SK, et al. Improved Commissural Alignment in TAVR With the Newest Evolut FX Self-Expanding Supra-Anular Valve: First-in-Human Experience. *JACC Cardiovasc Interv.* 2023;16:498-500.
- Michel Pompeu S, Van den Eynde J, Jacquemyn X, et al. Cusp-overlap versus coplanar view in transcatheter aortic valve implantation with self-expandable valves: A meta-analysis of comparative studies. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2023;101:639-650.
- 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:E176-E187.
- Grubb KJ, Gada H, Mittal S, et al. Clinical Impact of Standardized TAVR Technique and Care Pathway: Insights From the Optimize PRO Study. *JACC Cardiovasc Interv.* 2023;16:558-570.
- Kim WK, Toggweiler S, Renker M, et al. Comparison of 3-Cusp Coplanar and 2-Cusp Overlap Views for the Implantation of a Self-Expanding Transcatheter Heart Valve. *JACC Cardiovasc Interv.* 2023;16:1422-1424.
- Meduri CU, Rück A, Linder R, et al. Commissural Alignment With ACURATE neo2 Valve in an Unselected Population. *JACC Cardiovasc Interv.* 2023;16:670-677.
- Asmarats L, Gutiérrez-Alonso L, Nombela-Franco L, et al. Cusp-overlap technique during TAVI using the self-expanding Portico FlexNav system. *Rev Esp Cardiol.* 2023;76:767-773.
- Kim WK. The cusp overlap technique for the Portico valve: it works! *Rev Esp Cardiol.* 2023;76:755-756.
- Wang X, Wong I, Bajoras V, et al. Impact of implantation technique on conduction disturbances for TAVR with the self-expanding portico/navitor valve. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2023;101:431-441.
- Sammour Y, Banerjee K, Kumar A, et al. Systematic Approach to High Implantation of SAPIEN-3 Valve Achieves a Lower Rate of Conduction Abnormalities Including Pacemaker Implantation. *Circ Cardiovasc Interv.* 2021;14:E009407.
- Stephan T, Krohn-Grimberghe M, von Lindeiner Genannt von Wildau A, et al. Cusp-overlap view reduces conduction disturbances and permanent pacemaker implantation after transcatheter aortic valve replacement even with balloon-expandable and mechanically-expandable heart valves. *Front Cardiovasc Med.* 2023;10:1269833.
- Siddique S, Khanal R, Vora AN, Gada H. Transcatheter Aortic Valve Replacement Optimization Strategies: Cusp Overlap, Commissural Alignment, Sizing, and Positioning. *US Cardiology Review.* 2022;16:e10.
- Barbanti M, Valvo R, Costa G. Predicting neocommissural orientation during TAVI workup. *Rev Esp Cardiol.* 2022;75:194-195.
- Tang GHL, Zaid S, Fuchs A, et al. Alignment of Transcatheter Aortic-Valve Neo-Commissures (ALIGN TAVR): Impact on Final Valve Orientation and Coronary Artery Overlap. *JACC Cardiovasc Interv.* 2020;13:1030-1042.
- Lim Y, Tan KA, Kuntjoro I, Hon JKF, Yip J, Tay E. Coronary Artery Disease in Patients Undergoing Transvalvular Aortic Valve Implantation. *Interventional Cardiology: Reviews, Research, Resources.* *Interv Cardiol.* 2022;17:e13.
- Barbanti M, Costa G, Picci A, et al. Coronary Cannulation After Transcatheter Aortic Valve Replacement: The RE-ACCESS Study. *JACC Cardiovasc Interv.* 2020;13:2542-2555.
- Tang GHL, Amat-Santos IJ, De Backer O, et al. Rationale, Definitions, Techniques, and Outcomes of Commissural Alignment in TAVR: From the ALIGN-TAVR Consortium. *JACC Cardiovasc Interv.* 2022;15:1497-1518.
- Redondo A, Santos-Martínez S, Delgado-Arana R, Baladrón Zorita C, San Román JA, Amat-Santos IJ. Fluoroscopic-based algorithm for commissural alignment assessment after transcatheter aortic valve implantation. *Rev Esp Cardiol.* 2022;75:185-188.
- Redondo A, Valencia-Serrano F, Santos-Martínez S, et al. Accurate commissural alignment during ACURATE neo TAVI procedure. Proof of concept. *Rev Esp Cardiol.* 2022;75:203-212.
- Santos-Martínez S, Redondo A, González-Bartol E, et al. Feasibility of precise commissural and coronary alignment with balloon-expandable TAVI. *Rev Esp Cardiol.* 2023;76:19-24.
- 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:E011045.
- Vinayak M, Tang GHL, Li K, et al. Commissural vs Coronary Alignment to Avoid Coronary Overlap With THV-Commissure in TAVR: A CT-Simulation Study. *JACC Cardiovasc Interv.* 2024;17:715-726.
- Fuchs A, Kofoed KF, Yoon SH, et al. Commissural Alignment of Bioprosthetic Aortic Valve and Native Aortic Valve Following Surgical and Transcatheter Aortic Valve Replacement and its Impact on Valvular Function and Coronary Filling. *JACC Cardiovasc Interv.* 2018;11:1733-1743.
- Raschpichler M, Flint N, Yoon SH, et al. Commissural Alignment After Balloon-Expandable Transcatheter Aortic Valve Replacement Is Associated With Improved Hemodynamic Outcomes. *JACC Cardiovasc Interv.* 2022;15:1126-1136.
- Jung S, Ammon F, Smolka S, Moshage M, Marwan M, Achenbach S. Commissural misalignment independently predicts leaflet thrombosis after transcatheter aortic valve implantation. *Clin Res Cardiol.* 2024;113:29-37.
- Tang GHL, Zaid S, Kleiman NS, et al. Explant vs Redo-TAVR After Transcatheter Valve Failure: Mid-Term Outcomes From the EXPLANTORREDO-TAVR International Registry. *JACC Cardiovasc Interv.* 2023;16:927-941.
- Buzzatti N, Montorfano M, Romano V, et al. A computed tomography study of coronary access and coronary obstruction after redo transcatheter aortic valve implantation. *EuroIntervention.* 2020;16:E1005-E1013.