

## Artículo original

## Factibilidad del alineamiento comisural y coronario precisos con TAVI balón-expandible



Sandra Santos-Martínez<sup>a</sup>, Alfredo Redondo<sup>a</sup>, Esther González-Bartol<sup>a</sup>, Alejandro Barrero<sup>a</sup>, Juan Pablo Sánchez-Luna<sup>a</sup>, Ana Revilla-Orodea<sup>a,b</sup>, Carlos Baladrón<sup>a,b</sup>, Ana Serrador<sup>a</sup>, J. Alberto San Román<sup>a,b</sup> e Ignacio J. Amat-Santos<sup>a,b,\*</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Cardiología, Hospital Clínico Universitario de Valladolid, Valladolid, España

<sup>b</sup>Centro de Investigación Biomédica en Red Enfermedades Cardiovasculares (CIBERCV), España

## Historia del artículo:

Recibido el 17 de enero de 2022

Aceptado el 7 de marzo de 2022

On-line el 17 de junio de 2022

## Palabras clave:

Alineamiento comisural

TAVI

Obstrucción coronaria

BASILICA

## RESUMEN

**Introducción y objetivos:** Nuestro objetivo fue describir la factibilidad y resultados preliminares de una estrategia de alineamiento comisural preciso (ACP) con implante percutáneo de válvula aórtica balón-expandible.

**Métodos:** Se analizó la relación entre las comisuras nativas y las neocomisuras en 10 pacientes consecutivos con estenosis aórtica grave trivalva y sintomática tras orientar el implante de TAVI basándose en la tomografía computarizada (TC) a través de un programa de análisis específicamente desarrollado. El ACP se predijo en base a modelos *in silico* que permitieron estimar cuantos grados había que girar la prótesis en el momento del crimpado. El grado de ACP y de solapamiento con los ostium coronarios se midió mediante TC al mes. Se recogieron gradientes transvalvulares y fuga perivalvular.

**Resultados:** El mal alineamiento medio fue de  $16,7 \pm 8^\circ$ . Cuatro pacientes presentaron mal alineamiento ligero, pero ninguno moderado o grave. El análisis *in silico* predijo la posición final de las neocomisuras con un coeficiente de correlación de 0,983 (IC95%, 0,966-0,992),  $p < 0,001$ . Se produjo solapamiento coronario severo con el ostium de la coronaria derecha en 3 casos en relación con excentricidad de su origen, pero en ningún caso con el ostium coronario izquierdo. El gradiente transaórtico medio fue de  $6,1 \pm 3,3$  mmHg y no hubo casos de fuga perivalvular moderada o grave.

**Conclusiones:** Es posible calcular una rotación paciente-específica de la prótesis balón-expandible en el momento del crimpado basándose en la TC preprocedimiento. De este modo, se logró evitar el mal alineamiento moderado o grave de las neo-comisuras y el solapamiento con el ostium coronario izquierdo en todos los casos.

© 2022 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

## Feasibility of precise commissural and coronary alignment with balloon-expandable TAVI

## ABSTRACT

**Introduction and objectives:** We aimed to describe the feasibility and preliminary outcomes of commissural alignment (CA) for the balloon-expandable transcatheter heart valve.

**Methods:** The relationship among native commissures and transcatheter aortic valve implantation neocommissures was analyzed in 10 consecutive patients with tricuspid severe aortic stenosis undergoing transcatheter aortic valve implantation after guided implantation based on computed tomography analysis with a self-developed software. CA was predicted by *in silico* bio-modelling in the 10 patients and the calculated rotation was applied during crimping. Degrees of CA and coronary overlap (CO) were measured through 1-month follow up computed tomography. Transvalvular residual gradients and the rate of paravalvular leak were also analyzed.

**Results:** Mean commissural misalignment was  $16.7 \pm 8^\circ$ . Four patients showed mild misalignment but none of them showed a moderate or severe degree of misalignment. The *in silico* model accurately predicted the final *in vivo* position with a correlation coefficient of 0.983 (95%CI, 0.966–0.992),  $P < .001$ . Severe CO with right coronary ostium occurred in 3 patients likely due to ostial eccentricity, and CO was not present with the left coronary artery in any of the patients. Mean transaortic gradient was  $6.1 \pm 3.3$  mmHg and there were no moderate-severe paravalvular leaks.

## Keywords:

Commissural alignment

TAVI

Coronary obstruction

BASILICA

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [ijamat@gmail.com](mailto:ijamat@gmail.com) (I.J. Amat-Santos).

**Conclusions:** Patient-specific rotation during valve crimping based on preprocedural computed tomography is feasible with balloon-expandable devices and is associated with the absence of moderate or severe commissural misalignment and left main CO.

Full English text available from: [www.revespcardiol.org/en](http://www.revespcardiol.org/en)

© 2022 Sociedad Española de Cardiología. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

## Abreviaturas

AC: alineamiento comisural  
 MAC: mal alineamiento comisural  
 TC: tomografía computarizada  
 TAVI: implante percutáneo de válvula aórtica  
 VCP: válvula cardiaca percutánea

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, las indicaciones para el implante percutáneo de válvula aórtica (TAVI) se han ampliado para pasar de la indicación exclusivamente para pacientes que no son aptos para el reemplazo quirúrgico de la válvula aórtica o tienen un riesgo elevado en esa intervención a una población más amplia de pacientes con un perfil de menor riesgo<sup>1,2</sup>.

A pesar de los avances de la tecnología y las mejoras de los dispositivos valvulares, hay varios factores que pueden afectar a la durabilidad de la prótesis a medio y largo plazo, como son el grado de expansión, la geometría del marco del *stent*, las calcificaciones y la protrusión del tracto de salida del ventrículo izquierdo<sup>3,4</sup>. Otra cuestión crucial es el alineamiento comisural (AC) entre las comisuras nativas y las de las prótesis. La investigación reciente ha demostrado que la planificación previa a la intervención es clave para alcanzar el AC y ha puesto de manifiesto la viabilidad, la seguridad y las ventajas por lo que respecta a la reducción del solapamiento con las arterias coronarias<sup>5-7</sup>. La viabilidad y los beneficios del AC están mejor definidos para los dispositivos autoexpandibles<sup>6,7</sup>. Sin embargo, no hay evidencia de la viabilidad del AC con el nuevo dispositivo expandible con balón Myval (Meril Life Sciences Pvt. Ltd, India) y, en general, la posibilidad de alcanzar un AC adecuado con los dispositivos expandibles con balón son escasas según la evidencia actual<sup>6</sup>.

## MÉTODOS

Se analizó la relación entre las comisuras aórticas nativas y las comisuras de la válvula cardiaca percutánea (VCP) en 10 pacientes a los que se practicó un TAVI con el dispositivo Myval. Todos los pacientes fueron incluidos en el proyecto de AC preciso aprobado por el comité de ética de investigación local y dieron su consentimiento informado. Se analizaron modelos basados en la tomografía computarizada (TC) que condujeron a: a) un modelo *in silico* para la simulación del TAVI antes de la intervención, y b) una determinación *in vivo* del grado de AC y de solapamiento coronario. Se dispuso de exploraciones de TC previas y posteriores a la intervención de todos los pacientes.

### Obtención de la tomografía computarizada

Las imágenes de TC se obtuvieron con un detector de 128 hileras con un grosor de corte de 0,625 mm. Se utilizaron contraste y

sincronización electrocardiográfica y multifásica. Para el análisis, se seleccionó el 70% del ciclo cardiaco.

### Parámetros evaluados

Se midió la orientación de los postes comisurales de la VCP, las comisuras de la válvula nativa y la arteria coronaria izquierda en una reconstrucción multiplanar transversal y perpendicular de la raíz aórtica, así como el ángulo de desviación en el sentido de las agujas del reloj a partir de la arteria coronaria derecha (0°), que se situó a las doce en punto, según un método descrito con anterioridad<sup>7</sup>. Las mediciones se trazaron tomando un ángulo con la punta en el centro de la aorta, que se consideró el centro del marco del *stent* de la VCP. Este ángulo se determinó desde cada poste comisural de la prótesis (al que se suturan las neocomisuras) hasta las comisuras de la válvula nativa. El mal alineamiento comisural (MAC) medio se calculó para cada paciente tomando el valor medio de las 3 mediciones por paciente (1 por comisura). El resultado final se clasificó según lo indicado por un consenso previo<sup>5</sup> de la siguiente forma: alineado (0-15°), MAC ligero (15-30°), MAC moderado (30-45°) y MAC grave (45-60°). Además, se definió como solapamiento coronario significativo un ángulo  $\geq 20^\circ$  entre el poste comisural y los *ostium* coronarios<sup>5</sup> ([figura 1 del material adicional](#)).

### Simulación *in silico*

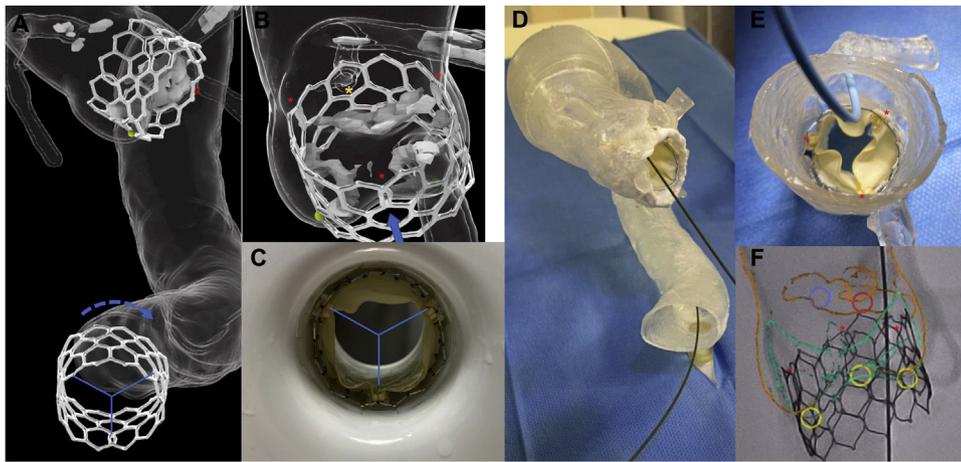
Se diseñaron biomodelos simulados de la posición final de la VCP a partir de la obtención de la TC y se estimó prospectivamente la orientación precisa del AC. Las mallas y líneas centrales del biomodelo se exportaron a un programa de diseño asistido por ordenador (Rhinceros, MCneel and Associates, Estados Unidos), con el que se realizó el ulterior análisis. Se calculó la rotación óptima de la válvula para conseguir un implante con AC utilizando un *script* de desarrollo propio según lo descrito anteriormente para otros dispositivos autoexpandibles<sup>7</sup>, que permite una rotación controlada de la válvula virtual tridimensional ([vídeo 1 del material adicional](#)).

### Demostración *in vivo*

Los dispositivos Myval se crimparon según la orientación predicha por el modelo *in silico* para evitar el MAC ([figura 1](#)). Entre 1 y 3 meses después de la intervención, se obtuvieron imágenes de TC de 10 pacientes consecutivos a los que se implantó el dispositivo Myval, con objeto de obtener una comparación precisa con el modelo simulado y se estudió el AC.

### Análisis estadístico

Se calcularon las diferencias entre los resultados *in silico* e *in vivo* tomando como referencia la orientación de la comisura nativa en cada caso. Se determinó el grado de coincidencia entre las diferentes medidas, tomando cada una de las mediciones como valor independiente, con el coeficiente de correlación de concor-



**Figura 1.** A: simulación *in silico* del implante de un dispositivo Myval en un biomodelo aórtico específico del paciente, que ilustra el efecto de una rotación de 60° en la posición final del implante. B: imagen detallada de la raíz aórtica con un implante con alineamiento comisural de un dispositivo Myval; véase la correspondencia de las neocomisuras (asteriscos rojos) con las comisuras nativas y cómo el *ostium* coronario izquierdo (asterisco amarillo) está centrado entre las neocomisuras adyacentes. C: crimpado de la válvula con las comisuras orientadas según el cálculo previo. D: implante con un alineamiento comisural preciso *in vitro* de un dispositivo Myval en una maqueta impresa en 3 D específica para el paciente. E: imagen recortada de la maqueta previa impresa en 3 D (se ha retirado el arco aórtico), con un catéter izquierdo de Judkins en el tronco coronario izquierdo; se resalta la ausencia de solapamiento coronario de las neocomisuras (asteriscos rojos). F: implante valvular sin un mal alineamiento comisural importante (los postes comisurales se indican con asteriscos rojos y las comisuras nativas, con los picos verdes).

**Tabla 1**

Grado de mal alineamiento comisural en la simulación *in silico* y en la intervención *in vivo*

	Paciente 1	Paciente 2	Paciente 3	Paciente 4	Paciente 5	Paciente 6	Paciente 7	Paciente 8	Paciente 9	Paciente 10
Rotación (°)*	55	-10	60	70	-50	-50	-40	60	-50	-40
Simulación <i>in silico</i>	9,4	4,1	5,8	9,0	8,8	4,4	11,5	4,3	0,3	3,7
<i>In vivo</i>	11,0	22,8	7,9	10,0	7,9	23,6	18,3	24,0	11,7	30,3

\* Los valores positivos indican una rotación en sentido horario; los valores negativos, una rotación en sentido antihorario.

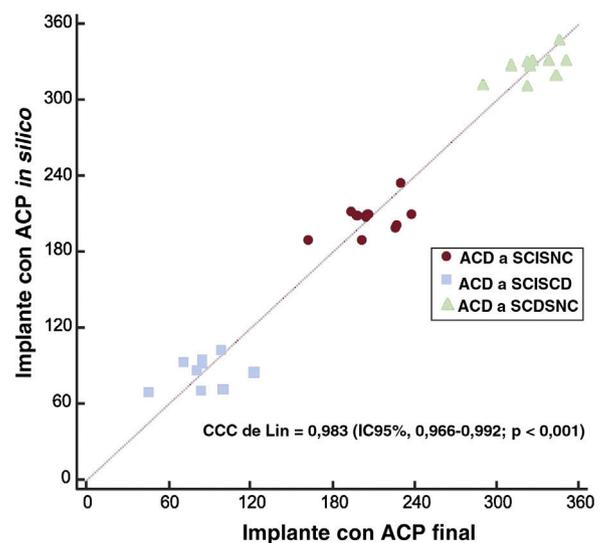
dancia de Lin. El análisis estadístico se llevó a cabo con el programa R 3.6.3 (R Foundation for Statistical Computing, Austria).

## RESULTADOS

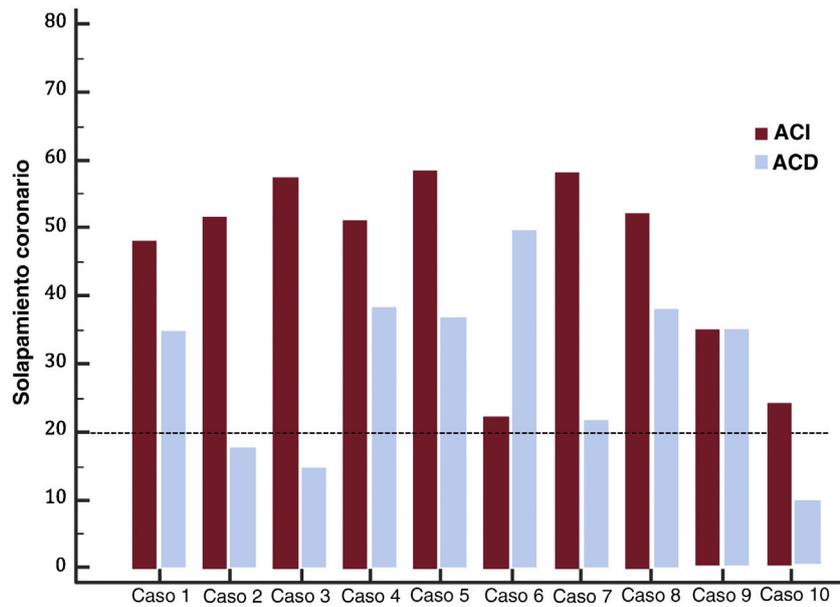
Se realizó una rotación en sentido horario o antihorario, específica para cada paciente, para hacer corresponder los postes comisurales de la prótesis con las comisuras nativas en el biomodelo de la raíz aórtica. A continuación se llevó a cabo la intervención de TAVI según la práctica habitual, tras el crimpado de la válvula en el sistema de aplicación, según lo descrito con anterioridad, para alcanzar el ángulo predicho (figura 1).

Tal como se muestra en la tabla 1, la simulación *in silico* indicó un alineamiento correcto en todos los pacientes y las intervenciones *in vivo* demostraron un alineamiento correcto en 6 de los 10 pacientes y un mal alineamiento ligero en los otros 4. No hubo ningún caso de MAC moderado o grave. El grado medio de mal alineamiento fue de  $16,7^\circ \pm 8^\circ$ . La concordancia de la orientación de los postes comisurales en los implantes de VCP del modelo *in silico* con la orientación de los postes comisurales finales fue elevada, con un coeficiente de correlación de concordancia de Lin de 0,983 (intervalo de confianza del 95% [IC95%], 0,966-0,992;  $p < 0,001$ ) (figura 2).

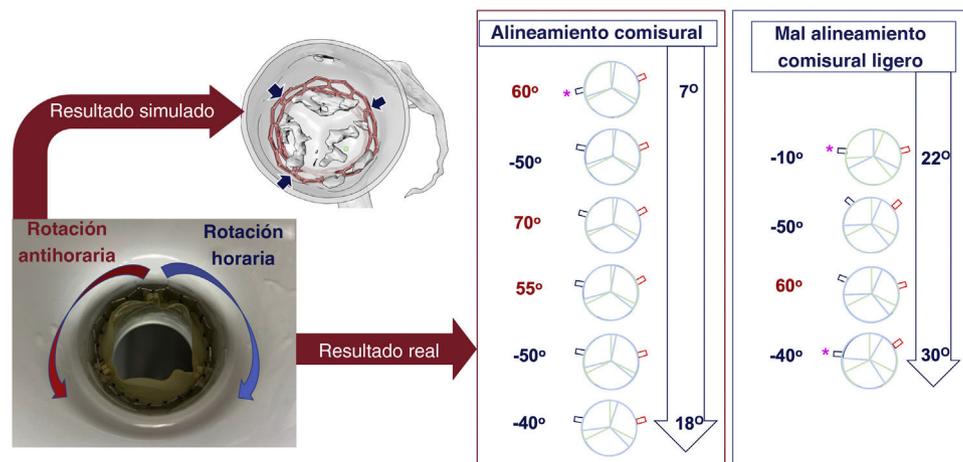
Por lo que respecta al grado de solapamiento coronario, en la figura 3 se presenta la información detallada de cada paciente. De los 10 pacientes, 3 (pacientes 2, 3 y 10 en la figura 3) mostraron un solapamiento significativo del *ostium* de la arteria coronaria



**Figura 2.** Correlación de la orientación de los postes comisurales entre los resultados obtenidos *in silico* e *in vivo* según la tomografía computarizada obtenida después del TAVI. ACD: arteria coronaria derecha; CCC: coeficiente de correlación de concordancia; IC95%: intervalo de confianza del 95%; SCDSNC: poste comisural entre el seno coronario derecho y el seno no coronario; SCISCD: poste comisural entre el seno coronario izquierdo y el seno coronario derecho; SCISNC: poste comisural entre el seno coronario izquierdo y el seno no coronario.



**Figura 3.** Grados del ángulo formado entre el poste comisural de la prótesis y los *ostium* coronarios en cada paciente. Un ángulo  $< 20^\circ$  refleja alto riesgo de solapamiento coronario (poste frente a *ostium*) y, además, una menor eficacia de una posible técnica BASILICA posterior si es necesaria en el futuro antes de una intervención *valve-in-valve*. Los pacientes 2, 3 y 10 presentaron un solapamiento significativo del *ostium* de la arteria coronaria derecha con el poste comisural; ninguno de los pacientes mostró un solapamiento coronario grave respecto al *ostium* del tronco coronario izquierdo. ACD: arteria coronaria derecha; ACI: arteria coronaria izquierda.



**Figura 4.** Figura central. En el lado izquierdo de la figura se muestran la estrategia para la rotación de la prótesis y los resultados esperados. En el lado derecho se resumen los principales resultados: a) el grado de rotación en sentido antihorario (rojo) u horario (azul) al realizar el crimpado; b) el grado de alineamiento comisural de la prótesis (verde) con las comisuras nativas (azul) y la amplitud numérica de los grados en los pacientes con un buen alineamiento comisural (entre  $7^\circ$  y  $18^\circ$ ) y en los pacientes con un mal alineamiento comisural (entre  $22^\circ$  y  $30^\circ$ ), y c) el grado de solapamiento coronario de los *ostium* coronarios derecho (azul) e izquierdo (rojo) con los postes comisurales de la prótesis (los casos con un solapamiento coronario grave se señalan con un asterisco rosa).

derecha con el poste comisural. En cambio, ninguno de los pacientes presentó un solapamiento coronario grave del *ostium* del tronco coronario izquierdo. Los principales resultados se resumen en la *figura 4*.

La media del gradiente transaórtico fue de  $6,1 \pm 3,3$  mmHg y no hubo ninguna fuga paravalvular de carácter moderado o grave.

## DISCUSIÓN

El AC es crucial por 2 razones: a) un MAC podría asociarse con mayor dificultad para un posterior nuevo acceso coronario si al cabo del tiempo fuera necesario y podría comportar mayores tasas de insuficiencia aórtica central, un mayor gradiente residual y un

aumento del estancamiento de sangre en las valvas/senos de Valsalva, que puede estar relacionado con una degeneración más rápida de la prótesis<sup>5</sup>; b) un solapamiento coronario cuando los *ostium* coronarios están demasiado próximos a los postes comisurales de la prótesis tiene importancia si al cabo del tiempo es necesario repetir la intervención para un implante intravalvular (*TAVI-in-TAVI*), puesto que se asocia con un riesgo bien conocido de obstrucción coronaria que puede poner en peligro la vida; aunque esto puede prevenirse con la técnica BASILICA (laceración intencionada de la faja bioprotésica para prevenir la obstrucción coronaria iatrogénica)<sup>6</sup>, si los *ostium* coronarios no están en el centro de los neosenos, sino próximos a los postes comisurales de la primera prótesis, pueden quedar ocluidos incluso después de la laceración de la valva.

Se han desarrollado varias estrategias para el AC durante las intervenciones de TAVI con dispositivo autoexpandible, pero no se ha demostrado que ninguna de ellas sea viable para los expandibles con balón. De hecho, las técnicas anteriores intentaron alcanzar un alineamiento adecuado de los dispositivos expandibles con balón mediante la orientación del sistema de aplicación durante el despliegue, y ello produjo una posición final muy impredecible de la prótesis al implantarla, debido a la dificultad de identificación de las neocomisuras en los dispositivos crimpados. La técnica específica para cada paciente propuesta en nuestra investigación indica que: *a)* puede alcanzarse un AC de la válvula nativa con la válvula protésica sin necesidad de manipular el sistema de aplicación en el paciente, sino con una planificación basada en la TC, y se consigue evitar un mal alineamiento moderado o grave en todos los casos; *b)* el solapamiento coronario con los postes comisurales podría evitarse en todos los pacientes en el caso del tronco coronario izquierdo y en un 70% de los pacientes en el caso de la arteria coronaria derecha, en el que continuó habiendo 3 casos de solapamiento coronario probablemente debido a la mayor excentricidad de los ostium coronarios derechos en los senos de Valsalva nativos.

Estos resultados podrían tener una importante trascendencia pronóstica a largo plazo y son de especial relevancia para los pacientes en riesgo bajo sometidos a TAVI. Además, es probable que los resultados obtenidos con el dispositivo Myval sean reproducibles con el dispositivo SAPIEN-3 (Edwards Lifesciences, Estados Unidos), aunque serán necesarias nuevas investigaciones para confirmarlo.

### **Alineamiento comisural y durabilidad de la prótesis valvular cardiaca percutánea**

Todavía no hay una evidencia clara que indique una asociación entre el MAC y el gradiente transvalvular o el llenado coronario; sin embargo, se ha descrito una tasa significativamente superior de insuficiencia aórtica central leve en el MAC moderado o superior, probablemente debido a la deformación del marco del *stent*<sup>5</sup>. La insuficiencia aórtica residual es un factor que anteriormente se ha asociado con una degeneración valvular más temprana, pero hasta la fecha no se ha hecho ninguna comparación de los implantes convencionales con los de TAVI con planificación del AC. Es de destacar que el grado de mal alineamiento con el dispositivo Myval fue superior al descrito anteriormente del dispositivo Acurate neo (Boston Scientific, Estados Unidos) utilizando el mismo programa informático ( $7,7^\circ \pm 3,9^\circ$ )<sup>7</sup>, lo cual podría deberse a la variabilidad existente en las mediciones, pero también podría estar relacionado con una rotación menos precisa de la válvula al crimparla, en comparación con la rotación que se produce en el sistema de aplicación de los dispositivos autoexpandibles cuando se intenta el AC. En las válvulas autoexpandibles, las neocomisuras se orientan siempre en la misma posición dentro del sistema de aplicación; en cambio, mantener la orientación pretendida de los dispositivos expandibles con balón mientras se realiza el crimpado no resulta fácil debido a la pequeña rotación que se produce dentro del sistema de crimpado.

### **Reintervención valvular y nuevo acceso a los ostium coronarios**

Se ha descrito el empleo de la laceración de las valvas de válvulas ya implantadas antes (técnica BASILICA) con objeto de reducir el riesgo de oclusión coronaria en las intervenciones *valve-in-valve*<sup>8</sup>. Sin embargo, un mal alineamiento de las comisuras podría reducir la eficacia de esta compleja técnica. Además, en los últimos años, está en aumento la población de pacientes en los que es necesaria una coronariografía después del TAVI. Se han descrito

diferencias en estas intervenciones en comparación con las coronariografías convencionales y existen guías prácticas para el acceso coronario después de un TAVI<sup>9</sup>. Los dispositivos expandibles con balón tienen unas características significativamente mejores para un futuro acceso coronario, en comparación con las diferentes iteraciones de los dispositivos autoexpandibles, según lo descrito por Ochiai et al.<sup>10</sup> en el estudio RESOLVE (hasta un 34,8% de casos de acceso difícil con los dispositivos autoexpandibles en comparación con el 15,7% en el tronco coronario izquierdo y hasta un 25,8% en comparación con el 8,1% en la arteria coronaria derecha). Nuestros resultados con el dispositivo Myval indican que el AC podría reducir casi por completo el riesgo de un mal acceso al tronco coronario izquierdo y reducirlo al mínimo en el caso de la arteria coronaria derecha.

### **Limitaciones**

La principal limitación de este estudio es el reducido tamaño de la muestra y la ausencia de un grupo de control. Todos los pacientes presentaban una tortuosidad leve o moderada de la aorta y el eje iliofemoral; por consiguiente, se desconoce la posible repercusión de este factor en la predecibilidad de la orientación final de la prótesis. La investigación futura deberá intentar superar estas limitaciones.

### **CONCLUSIONES**

El AC del dispositivo de TAVI expandible con balón Myval puede obtenerse mediante un análisis de la TC que permita aplicar una orientación de la válvula específica para cada paciente cuando se realiza el crimpado. Con ello puede evitarse con éxito un MAC moderado o grave y el riesgo de solapamiento coronario en el tronco coronario izquierdo. Actualmente está en proceso una validación cruzada de esta técnica en una serie más amplia (NCT05097183).

### **FINANCIACIÓN**

Esta investigación contó con financiación proporcionada por la Sociedad Española de Cardiología (SEC) mediante la subvención número SEC/FEC-INV-CLI 21/023. Alfredo Redondo Diéguez disfruta de una subvención Contrato Río Hortega del Instituto Carlos III: CM20/00068. I.J. Amat-Santos es investigador principal de una subvención del FIS (Fondo de Investigación en Salud) n.º PI21/01188 (Instituto de Salud Carlos III, Madrid, España).

### **CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES**

A. Redondo, C. Baladrón e I.J. Amat-Santos concibieron la idea original. S. Santos-Martínez, A. Redondo, E. Gonzalez-Bartol, A. Barrero, P. Sánchez-Luna, A. Revilla-Orodea, C. Baladrón, A. Serrador, J.A. San Román e I.J. Amat-Santos realizaron la investigación. Todos los autores han aprobado la versión final del manuscrito.

### **CONFLICTO DE INTERESES**

I.J. Amat-Santos es *proctor* de Meril Life, Medtronic y Boston Scientific.

### ¿QUÉ SE SABE DEL TEMA?

- El alineamiento comisural (AC) ha surgido como tema de gran interés en paralelo con el creciente número de pacientes en bajo riesgo tratados con TAVI. La mayor supervivencia a largo plazo implica un aumento del número de pacientes en los que es necesario un nuevo acceso coronario y que muestran una degeneración valvular y requieren una intervención de reimplante valvular *TAVI-in-TAVI*, con el posible riesgo de obstrucción coronaria. Aunque se han desarrollado varias estrategias para el AC con los dispositivos autoexpandibles, algunos de ellos requieren una manipulación del sistema de aplicación durante el implante, y ello hace necesario identificar mediante angiografía los postes comisurales en la válvula crimpada, un aspecto que resulta de extremada dificultad con las válvulas expandibles con balón crimpadas.

### ¿QUÉ APORTA DE NUEVO?

- La orientación final de la válvula implantada mediante TAVI puede predecirse mediante un análisis de tomografía computarizada. Esto se ha demostrado ya con los dispositivos autoexpandibles, que requieren la introducción del sistema de aplicación en una rotación específica para cada paciente. Con el dispositivo expandible con balón, se rota la propia válvula durante su crimpado sobre el balón para obtener una orientación específica para cada paciente. Con ello se evitó el mal alineamiento moderado o grave de las comisuras, así como el solapamiento de los postes comisurales con el *ostium* del tronco coronario izquierdo en todos los pacientes. Serán necesarias nuevas investigaciones para determinar las repercusiones hemodinámicas y clínicas de esta estrategia.

### ANEXO. MATERIAL ADICIONAL

Se puede consultar material adicional a este artículo en su versión electrónica disponible en <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2022.03.005>

### BIBLIOGRAFÍA

1. 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;380:1695–1705.
2. 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;380:1706–1715.
3. Sturla F, Ronzoni M, Vitali M, et al. Impact of different aortic valve calcification patterns on the outcome of transcatheter aortic valve implantation: a finite element study. *J Biomech*. 2016;49:2520–2530.
4. Fuchs A, De Backer O, Brooks M, et al. Subclinical leaflet thickening and stent frame geometry in self-expanding transcatheter heart valves. *EuroIntervention*. 2017;13:e1067–e1075.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. Khan JM, Greenbaum AB, Babaliaros VC, et al. The BASILICA trial: prospective multicenter investigation of intentional leaflet laceration to prevent TAVR coronary obstruction. *JACC Cardiovasc Interv*. 2019;12:1240–1252.
9. Ramee S, Anwaruddin S, Kumar G, et al. The rationale for performance of coronary angiography and stenting before transcatheter aortic valve replacement: from the Interventional Section Leadership Council of the American College of Cardiology. *JACC Cardiovasc Interv*. 2016;9:2371–2375.
10. Ochiai T, Chakravarty T, Yoon SH, et al. Coronary Access After TAVR. *JACC Cardiovasc Interv*. 2020;13:693–705.