



A debate: Selección del tipo de prótesis para TAVI en presencia de calcificación grave. Visión desde la tecnología expandible con balón

Debate: TAVI prosthesis selection for severe calcification. The balloon-expandable technology approach

Cristóbal A. Urbano-Carrillo*

Servicio de Cardiología, Hospital Regional Universitario de Málaga, Málaga, España

VÉASE CONTENIDO RELACIONADO:
<https://doi.org/10.24875/RECIC.M25000517>

PREGUNTA: ¿Qué implicaciones tiene la calcificación valvular aórtica en los resultados del implante percutáneo de válvula aórtica (TAVI)?

RESPUESTA: La calcificación valvular aórtica es, sin duda, uno de los condicionantes anatómicos que más ha influido y sigue influyendo en los resultados del TAVI, así como en el diseño de los dispositivos. La existencia de una calcificación grave se ha relacionado con un incremento en la posibilidad de complicaciones o de malos resultados, sobre todo en términos de fuga paravalvular residual, necesidad de marcapasos tras el procedimiento o rotura del anillo aórtico, entre otros¹. Las distintas generaciones de dispositivos para TAVI han ido evolucionando en gran medida con el objetivo de disminuir la fuga paravalvular², mediante el uso de faldones y recubrimientos que facilitan el sellado al adaptarse a las irregularidades que suponen las calcificaciones en el anillo y en el tracto de salida, buscando un equilibrio entre dicha capacidad de sellado y la fuerza radial óptima necesaria, sin que esta sea excesiva para evitar trastornos de la conducción y, sobre todo, la temida rotura del anillo. De ahí la importancia de planificar el procedimiento conociendo la extensión de la calcificación en todos los tejidos afectados, para seleccionar la medida correcta basándose en la experiencia y el perfecto conocimiento del comportamiento de la prótesis que se va a usar.

P: ¿Qué aspectos morfológicos y cuantitativos valoran en su centro en relación con la calcificación valvular?

R: Además de la medida habitual del anillo, en pacientes con calcificación intensa es importante identificar la distribución y la extensión del calcio de forma sistemática:

- Unión sinotubular: a este nivel es crucial, cuando se usa una prótesis expandible con balón, comprobar si la calcificación puede comprometer el inflado del balón y, en el peor de los

casos, llevar a una rotura de este que ocasione una liberación incompleta de la prótesis con el riesgo de embolización, además de la posibilidad de disección por barotrauma o rotura aórtica en casos extremos. Por ello, es importante medir el diámetro mínimo entre las espículas de calcio más prominentes y el borde contralateral, y verificar que el tamaño del balón inflado con el volumen necesario para liberar la prótesis seleccionada no es superior a ese diámetro.

- *Ostium* coronario: la existencia de placas calcificadas en la pared de la aorta adyacente al nacimiento de las coronarias puede implicar mayor riesgo de oclusión de estas en caso de modificación o desplazamiento durante la liberación de la prótesis. Es importante identificar este riesgo para establecer estrategias de protección de las coronarias en dicho escenario.
- Senos de Valsalva y valvas: en primer lugar hay que saber si existen tres senos o si, por el contrario, nos enfrentamos a una válvula bicúspide, que tiene patrones de calcificación característicos. La existencia de fusiones comisurales calcificadas apoyaría la necesidad de predilatación con balón para asegurar el paso del plano valvular con la prótesis, así como predecir el comportamiento de los velos respecto a las coronarias. El calcio va a redistribuirse, no va a desaparecer, por lo que si hay nódulos de calcio en los velos que ocupan el fondo de los senos debemos tener en cuenta la profundidad de estos, así como la relación entre la longitud de las valvas y la altura de salida de la coronaria correspondiente, pues si estas dimensiones no son favorables, en lugar de acomodarse en el fondo de saco de los senos de Valsalva, el velo calcificado puede evertir y ocluir la coronaria, desinsertarse de la base de implantación o incluso perforar la pared aórtica si el compromiso de espacio es extremo.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: cristobalurbano@gmail.com (C.A. Urbano-Carrillo).

Online el 16 de mayo de 2025.

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

2604-7306 / © 2025 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Permanyer Publications. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND 4.0.



- Anillo aórtico: analizar la distribución del calcio a este nivel es crucial, porque es donde vamos a ejercer la mayor fuerza radial con la prótesis. La distribución simétrica en todo el contorno del anillo, es decir, 360°, no es algo habitual, pero sin duda es uno de los escenarios más complejos. En este caso hay que valorar qué profundidad alcanza el calcio hacia el tracto de salida y valorar un implante más bajo o más alto si con ello conseguimos sellar en una zona más libre de calcio; si no existe tal posibilidad, debemos hacer una medida adicional a la del propio anillo en una zona del tracto de salida que nos indique si la anatomía del anillo/tracto es tubular recta, acampanada o cónica, y podremos manejar esta información para decidir el sobre- o infradimensionado de la prótesis. Sin embargo, lo habitual es que el calcio esté distribuido de manera más focal, en «dientes» que se extienden hacia el tracto de salida, sobre todo desde el seno coronario izquierdo hacia la continua mitroaórtica, con un punto crítico que suele ser un adelgazamiento que coincide con la transición del anillo al tracto de salida, y que es donde suele posicionarse la parte más distal de la prótesis. Esta distribución es una de las de mayor riesgo de rotura, precisamente en el sitio de adelgazamiento del calcio, por una pura cuestión física: los puntos de mayor densidad de calcio tienen mayor resistencia a su deformación, de modo que si dicha densidad no es uniforme, la energía tiende a liberarse en aquellos puntos que ofrecen menor resistencia, pudiendo provocar su rotura. Por tanto, en la planificación hay que considerar estos puntos de transición entre zonas muy calcificadas y poco calcificadas, y tenerlos en cuenta al decidir la altura del implante. La heterogeneidad de la densidad cálcica probablemente incremente el riesgo de complicaciones.

P: ¿Cómo condiciona la extensión de la calcificación la selección del tipo de válvula?

R: Quizá sea la experiencia del operador con el modelo de válvula elegido lo que más influye para reducir las complicaciones en un escenario de calcificación extensa, porque él conoce los límites de la tecnología que emplea. Ahora bien, a igualdad de experiencia, las prótesis expandibles con balón ofrecen, en mi opinión, un plus de capacidad de expansión y control durante la liberación que permite un posicionamiento más preciso. La combinación de una aleación con poco *recoil* y un balón de inflado progresivo y uniforme va a permitirnos disponer de la fuerza radial necesaria para vencer la resistencia del calcio de forma mantenida, y a la vez tener el control para detener el inflado si identificamos una alta resistencia o asimetría que pudiera llevar a una complicación. Si bien parece atractiva la idea de que sea la prótesis la que se adapte a la morfología del anillo, probablemente, a pesar de que muchas prótesis autoexpandibles tienen mecanismos valvulares supraanulares, el riesgo de infraexpansión sea alto³ y se requieran predilataciones y posdilataciones muy agresivas para ganar espacio al calcio y evitar ese efecto *recoil*. La tecnología expandible con balón va a permitir alcanzar mayores índices de esfericidad, y de una forma más controlada y progresiva, si se realiza una buena técnica de implante.

P: ¿Y cómo afecta la extensión de la calcificación a la selección de la medida de la prótesis valvular?

R: Por regla general, en este escenario, el objetivo con una prótesis expandible con balón debería ser no exceder un 5% de sobreexpansión, lo cual se consigue jugando con el volumen de inflado en función del tamaño nominal de la prótesis. Esto, por lo general, lleva a elegir tamaños o volúmenes de inflado más pequeños que lo habitual para la misma medida de anillo en ausencia de calcio. La prudencia en la elección del tamaño y del volumen de inflado puede ser una gran aliada para evitar complicaciones, y siempre se estará a favor de inflados más agresivos si fueran necesarios y la modificación inicial del calcio lo permite. Hay que tener en cuenta

que estas válvulas van a ir ganando espacio al calcio y modificándolo conforme se van expandiendo, por lo que un inflado controlado es casi más importante que el volumen final que usemos.

P: ¿Algún aspecto del procedimiento difiere en función de la calcificación valvular?

R: Técnicamente hay algunas peculiaridades que deben tenerse en cuenta ante una válvula muy calcificada:

- Predilatación: lo habitual en los casos estándar es el implante directo de la válvula expandible con balón sin necesidad de predilatar. En escenarios con alta carga de calcio, la predilatación puede aportar algunas ventajas, como comprobar el comportamiento del calcio en los senos de Valsalva y la relación con las coronarias, y más aún si hacemos una inyección de contraste simultánea a la predilatación. Asimismo, en caso de calcificación que afecte a la unión sinotubular podremos ver si hay riesgo real de rotura del balón cuando liberemos la válvula. Sin embargo, lo más importante es que, en los casos de fusión comisural calcificada, una predilatación eficaz nos va a permitir pasar con mayor facilidad el plano valvular sin necesidad de maniobras de empuje agresivas. Por contra, el uso de balón de predilatación en estas situaciones puede incrementar, en teoría, el riesgo de embolia de material cálcico desprendido durante el inflado, por lo que podría ser un escenario propicio para el uso de dispositivos de protección cerebral. El calcio con distribución no homogénea puede producir una expansión asimétrica de la prótesis, esto es, podremos ver cómo la prótesis se acorta más por los segmentos libres de calcio o con menor carga que en aquellas zonas con más densidad de calcio; si bien esto no compromete la funcionalidad, hay que tenerlo en cuenta al decidir la profundidad del implante, sobre todo si queremos hacer uno muy alto. Con las prótesis expandibles con balón, lo habitual es tener ausencia de fuga residual en un implante estándar. En el caso de calcificación de alto grado deberemos ser prudentes al buscar este objetivo, ya que podría implicar forzar una expansión que ponga en riesgo al paciente, sobre todo en posdilataciones. Hay que tener presente que en la reducción de regurgitaciones paravalvulares (no centrales) es muy eficaz el diseño de los faldones, y que su efecto puede tardar unos minutos. Por tanto, antes de forzar una posdilatación agresiva, conviene dar tiempo al efecto de los faldones distales.
- Posdilatación: yo recomendaría hacer el primer inflado de posdilatación con el mismo volumen del inflado de liberación, y siempre manteniéndolo al menos 5 segundos completamente inflado antes de incrementar el volumen en inflados sucesivos.

En caso de que la planificación nos muestre un riesgo real de oclusión coronaria, deberíamos optar por alguna técnica de protección.

P: ¿Cuáles son las ventajas de la prótesis expandible con balón en las válvulas más calcificadas?

R: Además de los aspectos ya comentados, cabe destacar la capacidad de esta tecnología para ofrecer muy buenos resultados en la reducción de fugas paravalvulares^{4,5}, que en el caso de válvulas calcificadas son uno de los principales motivos de mal resultado. Por otro lado, con una buena planificación y una adecuada selección del tamaño podemos realizar un implante muy preciso, con modificación del calcio directa y progresiva, con escaso riesgo de *recoil* y menor necesidad de posdilatación. Además, la posibilidad de lograr implantes más precisos reduce la necesidad de marcapasos tras el implante. Asimismo, en pacientes con válvulas bicúspides

ha demostrado unos resultados excelentes, a pesar de que muchas veces estas válvulas tienen alta carga de calcio y con distribuciones muy variadas. En resumen, la tecnología expandible con balón puede tener ventajas en estos pacientes por su fuerza radial, control y precisión en el implante, y menores tasas de fuga paravalvular y de marcapasos⁶, siempre que se haga una buena planificación más allá de la simple medida del anillo aórtico, con un buen estudio de la distribución del calcio, una correcta selección del tamaño y, sobre todo, teniendo el conocimiento del dispositivo y la experiencia necesarios para enfrentarse a este complejo escenario. Sin duda, se requiere evidencia científica para demostrar, más allá de las opiniones, qué tecnología es mejor, y la respuesta la deben dar ensayos clínicos que comparen los nuevos dispositivos para TAVI entre sí en condiciones clínicas específicas como la calcificación valvular extensa.

FINANCIACIÓN

No se ha contado con financiación.

DECLARACIÓN SOBRE EL USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

No se ha utilizado inteligencia artificial.

CONFLICTO DE INTERESES

Cristóbal A. Urbano-Carrillo es *proctor* de Edwards Lifesciences y participa en grupos de consultoría de Medtronic España.

BIBLIOGRAFÍA

1. Guimarães L, Ferreira-Neto AN, Urena M, et al. Transcatheter aortic valve replacement with the balloon-expandable SAPIEN 3 valve: Impact of calcium score on valve performance and clinical outcomes. *Int J Cardiol.* 2020;306:20-24.
2. Mauri V, Frohn T, Deuschl F, et al. Impact of device landing zone calcification patterns on paravalvular regurgitation after transcatheter aortic valve replacement with different next-generation devices. *Open Heart.* 2020;7:e001164.
3. Eckel C, Kim WK, Sötemann D, et al. ACURATE neo2 Versus SAPIEN 3 Ultra Transcatheter Heart Valve in Severe Aortic Valve Calcification: A Propensity-Matched Analysis. *Circ Cardiovasc Interv.* 2024;17:e013608.
4. Thiele H, Kurz T, Feistritz HJ, 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;41:1890-1899.
5. Elnaggar HM, Schoels W, Mahmoud MS, et al. Transcatheter aortic valve implantation using Evolut PRO versus SAPIEN 3 valves: a randomized comparative trial. *REC Interv Cardiol.* 2023;5:94-101.
6. Webb J, Wood D, Sathananthan J, Landes U. Balloon-expandable or self-expandable transcatheter heart valves. Which are best? *Eur Heart J.* 2020;41:1900-1902.