

Revisión

# Implante valvular aórtico transcathéter transfemoral paso a paso

Miguel Ángel Gómez Vidal<sup>a,b,c,d,\*</sup>

<sup>a</sup> Servicio de Cirugía Cardiovascular, Hospital Universitario Puerta del Mar, Cádiz, España

<sup>b</sup> Servicio de Cirugía Cardiovascular, Hospital Quirón Sagrado Corazón, Sevilla, España

<sup>c</sup> Servicio de Cirugía Cardiovascular, Vithas Nisa, Sevilla, España

<sup>d</sup> Dirección de TAVISpain

## INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

### Historia del artículo:

Recibido el 13 de diciembre de 2023

Aceptado el 25 de febrero de 2024

On-line el xxx

### Palabras clave:

TAVI

TAVR

Válvula aórtica

### Keywords:

TAVI

TAVR

Aortic valve

## R E S U M E N

La técnica de implante transfemoral de una válvula aórtica transcathéter (TAVI) es la más extendida de todas, y aunque básicamente es igual al resto de técnicas de implante transarterial retrógrado, tiene sus peculiaridades; además prácticamente todos los dispositivos están adaptados a este acceso, siendo en la actualidad el más utilizado en el mundo.

Hablar de implante de TAVI transfemoral, con todo lo que actualmente está escrito y protocolizado por diferentes autores, es un poco reiterativo, pero en general las descripciones actuales suelen hacer referencia a un dispositivo en particular, adaptándolo a sus peculiaridades concretas, siendo los más populares los dispositivos de Medtronic (Corevalve y evolut-pro) y de Edwards (Sapiens 3 y ultra).

Por ello, vamos a tratar de darle a este documento un carácter eminentemente general y práctico, intentando aportar las posibilidades técnicas y los trucos que la experiencia nos ha permitido conocer y aprender.

© 2024 Publicado por Elsevier España, S.L.U. a nombre de Sociedad Española de Cirugía Cardiovascular y Endovascular. Este es un artículo Open Access bajo la CC BY-NC-ND licencia (<http://creativecommons.org/licencias/by-nc-nd/4.0/>).

## Transfemoral transcatheter aortic valve implant: Step by step

### A B S T R A C T

The transfemoral implantation technique of a transcatheter Aortic valve (TAVI) is the most widespread of all, and although it is basically the same as the rest of the retrograde transarterial implantation techniques, it has its peculiarities, and practically all devices are adapted to this access, being currently the most used in the world.

Talking about transfemoral TAVI implant with everything that is currently written and protocolized by different authors is a bit repetitive, but in general the current descriptions usually refer to a specific device, adapting it to its specific peculiarities, being the most popular. devices from Medtronic (Corevalve and evolut-pro) and Edwards (Sapiens 3 and ultra).

For this reason, I am going to try to give this document an eminently general and practical nature, trying to provide you with the technical possibilities and tricks that experience has allowed me to know and learn.

© 2024 Published by Elsevier España, S.L.U. on behalf of Sociedad Española de Cirugía Cardiovascular y Endovascular. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Planificación del implante

Aunque parezca obvio, la planificación del TAVI<sup>1</sup> sigue siendo probablemente la parte más importante del procedimiento, y es a veces olvidada, sobre todo conforme se amplía su uso. Es frecuente encontrar aún operadores que se meten en un caso sin haber estudiado o reconstruido la angio-TAC, comenzando el mismo con los datos reportados por la industria o casa comercial. Y no es tampoco raro ver tomografías incompletas que no sacan imágenes de troncos supraaórticos para tener previstas alternativas ante

posibles complicaciones. Esto genera un déficit de información que a veces puede ser importante. De aquí nuestro primer consejo: sin una angio-TAC completa y bien hecho sincronizada con el electrocardiograma al 35-40%, no deberíamos meternos a hacer un caso, y menos sin haberlo estudiado y medido.

Dentro de la planificación es importante el usos de programas de reconstrucción; muchos de ellos son gratuitos, como el Horos, que es una variante basada en el Osirix, y existen otros muchos parcialmente automatizados que facilitan muchos los cálculos, como el 3mension o el endosize o Heart navigator.

Es importante el orden en el que hagamos las mediciones, y debemos comenzar siempre por el anillo aórtico, porque es el que determinará fundamentalmente la talla de la prótesis que debemos implantar, y esto definirá el diámetro externo del dispositivo o

\* Autor para correspondencia. Paseo marítimo 8,11C. Cádiz 11010. Tlf956002331.  
Correo electrónico: [magovister@gmail.com](mailto:magovister@gmail.com)

<https://doi.org/10.1016/j.circv.2024.02.010>

1134-0096/© 2024 Publicado por Elsevier España, S.L.U. a nombre de Sociedad Española de Cirugía Cardiovascular y Endovascular. Este es un artículo Open Access bajo la CC BY-NC-ND licencia (<http://creativecommons.org/licencias/by-nc-nd/4.0/>).

introdutor necesario, y por tanto qué diámetros mínimos necesitamos en nuestra femoral. En general los anillos grandes necesitan prótesis mayores, y precisarán mayor calibre de vaso para un implante seguro y exitoso. Asimismo, a la hora de medir el anillo valvular colocamos 3 puntos en el anillo, concretamente en el nadir de cada velo; estos nos ayudan a trazar el anillo real y a calcular las posibles proyecciones de implantes: son proyecciones en las que los 3 puntos están alineados. Una de las más utilizadas es la proyección coplanar, en la que se alinean en orden seno no coronario (SNC), seno derecho y seno izquierdo, de izquierda a derecha en la imagen. Esta proyección es la que se utiliza en el implante de las válvulas balón expandibles. La otra proyección frecuentemente utilizada en las válvulas autoexpandibles es la llamada «de superposición de cúspides u *overlapping*», en la cual el seno no coronario queda a la izquierda y a la derecha se solapan seno izquierdo y derecho a la misma altura.

Junto al anillo, y a las proyecciones de implante, se miden el resto de estructuras de la raíz aórtica, como el tracto de salida del ventrículo izquierdo (TSVI), los senos de Valsava y la unión sinotubular (UST), así como la distancia o altura de las coronarias, todo ello para establecer el riesgo de oclusión coronaria, o para tomar decisiones como el tamaño de la prótesis en casos de perímetros o áreas del anillo limítrofes entre un tamaño y otro.

De esta forma en tamaños límites decidiremos elegir uno u otro en función del tamaño del resto de estructuras como TSVI o UST, además de otras características como grado de calcificación valvular y anular.

Asimismo veremos la angulación del plano valvular respecto al horizontal, ya que nos identificará posibles dificultades en el implante y a veces nos hará decantarnos por un tipo de prótesis u otra (fig. 1).

Los datos y medidas para planificar el implante se recogen en la figura 2:

Después de tener decidido el tamaño de la válvula y conocer el diámetro externo del dispositivo, es cuando vamos a analizar y seleccionar el acceso, tanto el principal (para la válvula) como el secundario (para el pigtail, que nos marcará el anillo valvular y nos guiará en el implante).

Ni qué decir tiene que debemos estar familiarizados con el diámetro externo de los dispositivos que vamos a implantar según el tamaño valvular, de forma que a la hora de analizar el acceso femoral seamos más o menos permisivos con la valoración de la luz e inconvenientes en el recorrido del vaso, como trombos o calcificaciones arteriales.

Este aspecto es a veces controvertido, ya que no siempre es fácil conocer el diámetro externo de los dispositivos, al no ser siempre el mismo y al depender en ocasiones de introductores que aumentan su diámetro al introducir el dispositivo. Como ejemplo, en la tabla 1 se señalan los diámetros externos de algunas válvulas del mercado y sus peculiaridades.

En este análisis del acceso femoral debemos tener en cuenta el recorrido que debe hacer el sistema desde la femoral común hasta el anillo valvular, como las iliacas o la aorta abdominal y torácica, y comprobar si existen estenosis o dificultades que puedan complicar el implante, como trombos, angulaciones o calcificaciones.

Respecto a la luz necesaria para que el dispositivo pase sin generar complicaciones de la arteria, hay muchas discrepancias entre expertos en la materia, y sobre todo con las recomendaciones de la industria, pero por lo general casi todos los dispositivos precisan al menos 6 mm de diámetro interno, pero este número no puede valorarse por sí solo sin tener en cuenta características a veces más subjetivas, como la presencia de alguna zona en el recorrido de calcio circunferencial, o trombo mural que reduzca la luz en un sector concreto, así como no es lo mismo una arteria de 5,5 mm en una arteria sin calcio ni trombo para colocar una prótesis de tamaño pequeño, que para colocar una prótesis más grande. Lo

que sí tenemos meridianamente claro es que la fiabilidad de las recomendaciones de la industria es relativa y hay que tomarlas con cierta cautela.

En casos subóptimos es recomendable no forzar el acceso femoral y buscar alternativas.

Así mismo, y siguiendo con el análisis del acceso femoral, es importante centrarnos también en la zona de punción, ya que es en la actualidad la técnica de elección más ampliamente utilizada. Aconsejamos valorar cuidadosamente 2 características: la altura de la bifurcación femoral, que no es uniforme en todos los individuos, y la calidad de la pared en la zona de la femoral común, por debajo de la salida de la arteriola epigástrica. Situaciones con bifurcaciones muy altas o paredes con calcificación incipiente o capa de trombo en su interior predicen el fracaso de los cierres percutáneos o punciones bajas en femorales superficiales que están abocadas a complicaciones.

A veces para salir de dudas tenemos que recurrir a la ecografía, y esta razón podría hacer cambiar la técnica, pasando a un acceso femoral abierto o a un acceso alternativo axilar o carotídeo (fig. 3).

#### *Fase decisión: tipo de anestesia y lugar del implante*

Existen decisiones muy variables entre equipos de implantadores u hospitales, como son el tipo de anestesia o el sitio de implantación, la sala hemodinámica, el quirófano o quirófano híbrido y cómo vamos a supervisar el implante si con radioscopia solo o con ecocardiografía transesofágica, ya que influyen claramente en la técnica. También es importante valorar de antemano cuánto de permisivos vamos a ser con las fugas periprotésicas o con el riesgo de provocar un bloqueo auriculoventricular.

Hay equipos que lo tienen estandarizado y casi siempre lo hacen igual, bien por convencimiento sobre la mínima invasión o porque no tienen otra posibilidad por circunstancias organizativas o porque no trabajan en Cardioteam, y no tienen todas las posibilidades en todos los momentos.

Creemos que la técnica ya está muy estandarizada, y está descrita particularmente para dispositivos autoexpandibles y balón expandible paso a paso<sup>2-4</sup>, pero no debe ser la misma para todos los pacientes, y debe siempre adaptarse al tipo de paciente que tengamos delante, a la situación clínica en el momento de la actuación, a la edad, el riesgo y, sobre todo, si consideramos que el paciente es o no recuperable ante cualquier eventualidad y qué acciones contemplamos ante una complicación.

Esto también va a cambiar ligeramente la técnica y los preparativos. Su discusión excede el propósito de esta revisión.

#### *Fases del procedimiento de implante*

Vamos a estructurarlas en:

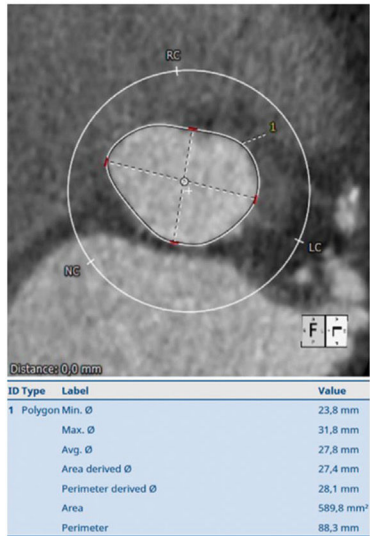
1. Accesos preparatorios o secundarios.
2. Acceso principal.
3. Cruce de la válvula aórtica.
4. Colocación de la guía rígida en el ventrículo izquierdo.
5. Valvuloplastia.
6. Selección de la proyección de trabajo.
7. Avance y despliegue de la válvula transcáteter.
8. Recogida del sistema de liberación y evaluación del resultado.
9. Cierre femoral percutáneo.

#### *Accesos preparatorios o secundarios*

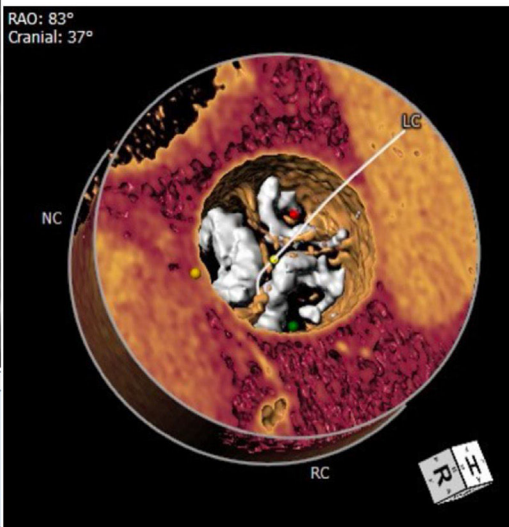
Aunque sean tan importantes como el principal, nos referimos con ellos al acceso para el pigtail, así como para el electrodo de marcapasos, o incluso para un acceso venoso secundario para tener acceso rápido a una eventual CEC de urgencia.

Todos ellos se deben realizar con punción ecoguiada.

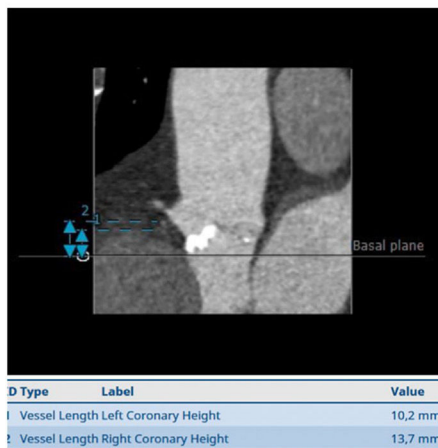
Medidas del anillo valvular



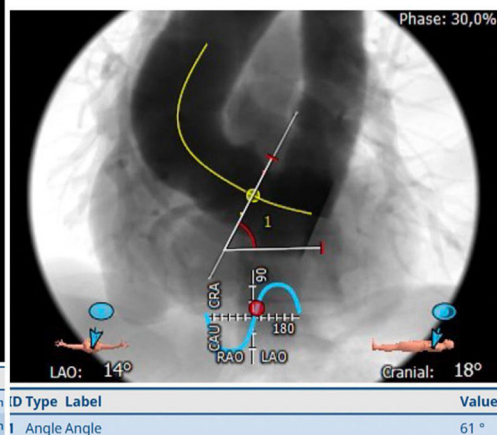
Distribución del calcio valvular



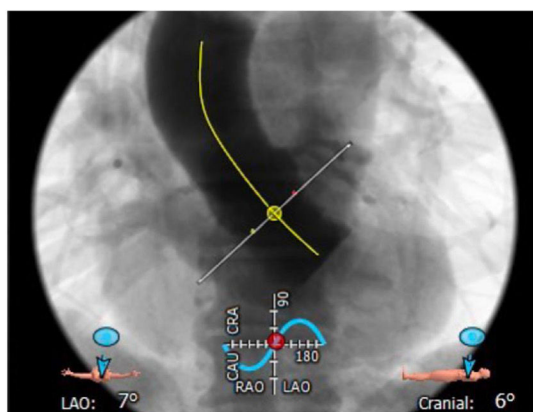
Medición de altura de las coronarias



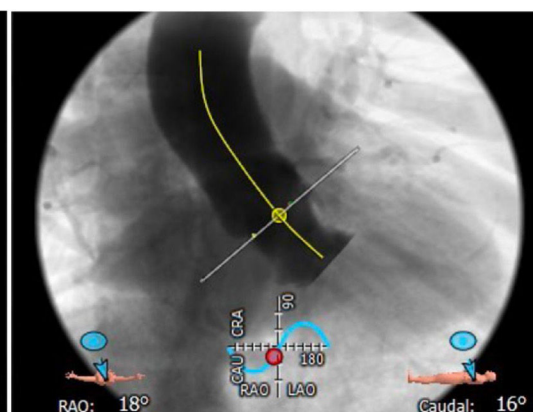
Angulación valvular



Proyección de implante coplanar



Proyección de implante superposición de cúspides



**Figura 1.** Datos y medidas para planificar el implante: anillo, calcio valvular, altura de coronarias, proyecciones coplanar y *overlapping* y angulación del plano valvular. Guía de recomendación de tamaños de válvula transcáteter en función del área o perímetro valvular:

A. Prótesis de ABBOTH: Navitor /Portico (modelo anterior). B. Prótesis de Edwards: Sapiens 3/Sapiens Ultra. C. Prótesis Medtronic: Evolut-pro-plus. D. Prótesis Boston: Acuratte Neo2.

Portico Valve Size	Annulus Range (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	Perimeter (mm)
23 mm	19-21	277-346	60-66
25 mm	21-23	338-415	66-73
27 mm	23-25	405-491	72-79
29 mm	25-27	479-573	79-85

Protésis de ABBOTH : Navitor /Portico (modelo anterior)

	20 mm	23 mm	26 mm	29 mm
Inflation Volume	11 mL	17 mL	23 mL	33 mL
Area (CT)	273 - 345 mm <sup>2</sup>	338 - 430 mm <sup>2</sup>	430 - 546 mm <sup>2</sup>	540 - 683 mm <sup>2</sup>
Area-derived Diameter (CT)	18.6 - 21.0 mm	20.7 - 23.4 mm	23.4 - 26.4 mm	26.2 - 29.5 mm
Crimped Height*	21 mm	24.5 mm	27 mm	31 mm
Expanded Height	15.5 mm	18 mm	20 mm	22.5 mm
Foreshortening	5.5 mm	6.5 mm	7 mm	8.5 mm
Inner Skirt Height†	7.9 mm	9.3 mm	10.2 mm	11.6 mm
Outer Skirt Height - SAPIEN 3 THV	5.2 mm	6.6 mm	7.0 mm	8.1 mm
Outer Skirt Height - SAPIEN 3 Ultra THV*	7.3 mm	9.0 mm	9.7 mm	

Prótesis de Edwards : Sapiens 3/Sapiens Ultra

Valve Size Selection		Evolut™ PRO+ Bioprosthesis			
Size		23 mm	26 mm	29 mm	34 mm
Annulus Diameter	23,3 mm	18-20 mm	20-23 mm	23-26 mm	26-30 mm
Annulus Perimeter†	73,3 mm	56.5-62.8 mm	62.8-72.3 mm	72.3-81.7 mm	81.7-94.2 mm
Sinus of Valsalva Diameter (Mean)	31,1 mm	≥ 25 mm	≥ 27 mm	≥ 29 mm	≥ 31 mm
Sinus of Valsalva Height (Mean)	19,6 mm	≥ 15 mm	≥ 15 mm	≥ 15 mm	≥ 16 mm
Oversizing Percentage		-1%	12%	24%	46%

Prótesis Medtronic: Evolut-pro-plus

Valve Size	S – 23 mm	M – 25 mm	L – 27 mm
Aortic annulus diameter*	21 mm ≤ annulus ≤ 23 mm	23 mm < annulus ≤ 25 mm	25 mm < annulus ≤ 27 mm
Aortic annulus perimeter	66 mm ≤ annulus ≤ 72 mm	72 mm < annulus ≤ 79 mm	79 mm < annulus ≤ 85 mm

Prótesis Boston : Acuratte Neo2

**Figura 2.** Recomendaciones de las principales válvulas transcáteter de áreas sapiens y perímetros de Medtronic y ABBOTT. Principales medidas para planificar implante de TAVI:

A. Medidas del anillo valvular. B. Distribución del calcio valvular. C. Medición de altura de las coronarias. D. Angulación valvular. E. Proyección de implante coplanar. F. Proyección de implante de superposición de cúspides.



**Tabla 1**  
Características de distintas válvulas transcáteter: diámetro externo y necesidad de uso de introductor

VT	Diámetro externo	Introductor	OE	Recapturable
NAVITOR 23-25	6 mm	No-18 F		Sí
NAVITOR 27-29	6,3 mm	No-19 F		Sí
EVOLUT PRO+ 23 26 29	6 mm	No-18 F		Sí
EVOLUT PRO+ 34	7,3 mm	No-22 F		Sí
EVOLUT PRO 23-26-29	6,7 mm	No-21 F		Sí
EVOLUT R 34	6,7 mm	No-21 F		Sí
ACURATE NEO 2	6 mm	14 F expandible eSheath	6,7 $\zeta^b$	No
SAPIENS 3 20-23-26 COMANDER TF	??	14 F expandible eSheath	6-7,6 <sup>a</sup>	No
SAPIENS 3 29 COMANDER TF	??	16 F expandible	6,7-8,2 <sup>a</sup>	No
MYVAL 23-32	??	14 expandible	$\zeta^b$	No
SAPIENS 3 23-26 CERTITUDE	6 mm	18 F Certitude	7	No
SAPIENS 3 29 CERTITUDE	6,9 mm	21 F Certitude	8	No

OE: diámetro externo introductor; VT: válvula transcáteter.

<sup>a</sup> Diámetro medio al extraer el introductor.

<sup>b</sup> Diámetro desconocido al extraer introductor, depende del tamaño de la prótesis y no viene definido por el fabricante ni por ninguna publicación realizada.

*El acceso del pigtail:* el pigtail es fundamental para todos los implantes de TAVI, salvo para los *Valve in Valve*, donde adoptan un papel poco relevante. Nos sirven principalmente para señalarnos en todo momento el nivel del plano valvular, siendo nuestra referencia principal durante el implante. Normalmente con un introductor de 6 F es suficiente, ya que solemos usar pigtail de 5 F y podemos hacerlo a través de la arteria femoral contralateral, ósea la izquierda. Este acceso femoral contralateral también nos permite con un catéter adecuado IMA o Simons 4 pasar fácilmente una guía al acceso principal, ósea la femoral derecha, bien para guiarnos en la punción de la misma, bien para dejarla durante todo el procedimiento como posible rescate en caso de una complicación en el cierre. Este se hace pasando una guía hidrofílica hacia la femoral derecha que intercambiamos por otra guía de 0,18 steel core<sup>5</sup> y que dejaremos durante el procedimiento. Estas maniobras que hace unos años se utilizaban de forma rutinaria prácticamente se han dejado para casos individualizados en los que podamos prever alguna complicación en el acceso principal.

El acceso más utilizado suele ser la arteria radial izquierda o derecha, y cada una tiene sus ventajas. La radial derecha queda muy cerca del acceso principal mayoritario, que es el femoral derecho, y es muy cómodo. La radial izquierda tiene la ventaja de que suele presentar menos tortuosidades a la entrada en el arco aórtico para el pigtail y es más fácil desde esta localización poder acceder a la femoral derecha en el caso de un hipotético fallo del cierre percutáneo o complicación en el mismo. En general, las tendencias minimalistas son usar la arteria radial, ya que esta es potencialmente es menos agresiva, y con mínimas posibilidades de complicarse tras el alta. Están descritos casos de pseudoaneurismas y también sangrados activos, incluso 5-6 días después del procedimiento, por fallo del cierre percutáneo del acceso secundario femoral que han precisado intervención urgente.

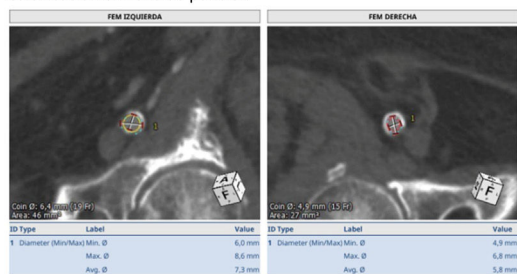
*El acceso para el electrodo de marcapasos:* normalmente suele ser la vena femoral izquierda, aunque a veces hay grupos que utilizan la vena yugular derecha cuando esta se deja canalizada desde el principio por el anestesiólogo. Personalmente preferimos la primera opción y colocarlo justamente al iniciar el procedimiento, ya que a veces la colocación de este electrocáteter no está exenta de complicaciones que pudieran inestabilizar al paciente, y conviene estar monitorizando cuidadosamente estas maniobras. Algunos grupos obvian la colocación del electrodo y estimulan directamente la guía cuando esta está alojada en el VI. Creemos oportuno reservar esta técnica para casos en los que el electrodo se resiste a su colocación efectiva en el ventrículo derecho, ya que la utilización de un marcapasos de determinados momentos del implante podría ser muy útil, como en crisis de tensión arterial muy alta que pueda coincidir con maniobras de cierre, sin descartar la posibilidad de un bloqueo postimplante, que sigue teniendo una incidencia nada despreciable.

### Acceso principal

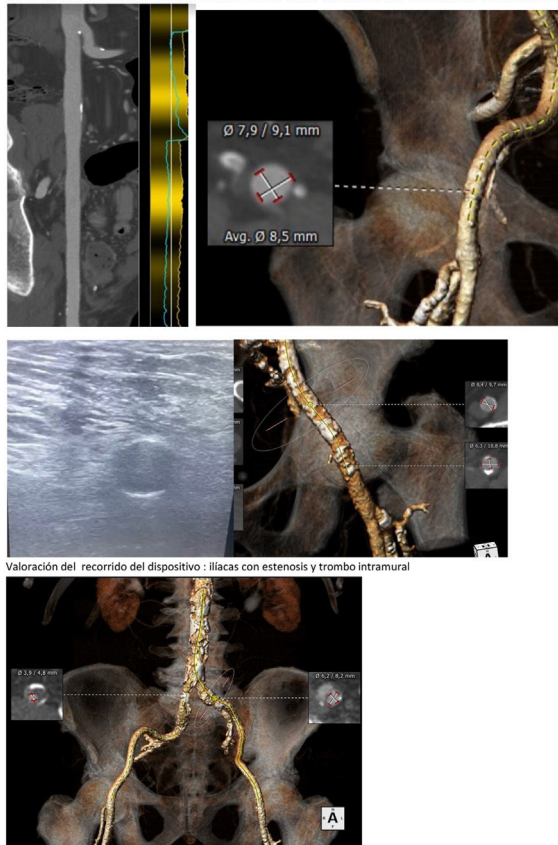
Es aquel por el que vamos a hacer el implante valvular, y suele ser la arteria femoral derecha, básicamente porque la mayoría de los operadores son diestros y las salas suelen estar diseñadas para hacerlo desde el lado derecho del paciente, pero no obedece a una bondad anatómica de esta arteria, sino más bien a una costumbre y comodidad del operador.

- Se recomienda la punción ecoguiada<sup>6</sup> con aguja para asegurar que el sitio de punción esté en el segmento femoral común sobre la cabeza femoral, evitando la bifurcación femoral y la rama epigástrica, y en un segmento libre de calcificación de la cara anterior de la misma. A pesar de ello algunos grupos siguen haciendo el acceso con la punción radioguiada. Tras la punción de la arteria se coloca un introductor de 6,7 u 8 F. Tras hacer las punciones se recomienda inyectar la heparina sódica, normalmente 1 mg/kg.
- El acceso principal usualmente se *prepara* en este momento para el cierre posterior, mediante el uso de 2 dispositivos de cierre vascular basados en suturas (ProGlide, Abbott, Abbott Park, Illinois). Normalmente para el cierre de calibres por encima de 8 F se utilizan 2 sistemas de Proglide, uno se despliega en una dirección (ángulo horario 2:00) y otro en otra (angulación horaria 10:00). También se pueden utilizar dispositivos de cierre alternativos, como el dispositivo de cierre vascular basado en un tapón de colágeno (MANTA, Teleflex, Wayne, Pensilvania), aunque este no lo pondríamos ahora, sino al final del procedimiento, como el conocido angioseal, utilizado para sistemas de 6 F o 8 F<sup>7</sup>.
- Una vez colocados los cierres percutáneos y el introductor de 7 u 8 F en la arteria femoral derecha, tenemos 2 opciones: pasar directamente a las fases de cruzar la válvula y alojar la guía rígida en el VI, y una vez hecho esto, colocaremos el introductor que vayamos a utilizar para hacer la valvuloplastia y/o el implante definitivo. Sin embargo, la opción más utilizada y recomendada es pasar una guía rígida tipo Amplatz superstiff o la misma que usaremos para el implante de la válvula, como la Safari, y dejarla en la aorta torácica para colocar el introductor que vayamos a utilizar para la valvuloplastia y/o el implante, y a través de este introductor realizar esas maniobras de cruce valvular. La estrategia de selección de este introductor se hará en función del tipo de válvula y de la decisión o no de hacer la valvuloplastia. Normalmente los balones necesitan introductores de al menos 12-14 F para pasar con facilidad, colocando este introductor o directamente alguno mayor que nos permita también que pase el sistema de la VT que vayamos a colocar. Como ejemplo ilustrativo: si queremos hacer valvuloplastia con balón de 22 mm, y colocar posteriormente una válvula navitor 25, o evolut-pro+ de 26, podríamos optar por colocar de entrada un introductor

Calcificación en zona de punción



Valoración de zona de punción : TAC ECO. En el center-line del acceso iliofemoral se aprecia densidad periférica distinta, pero no se aprecia calcificación clara . la ecografía in-situ confirmó la calcificación de la cara anterior de la arteria femoral común



Valoración del recorrido del dispositivo : ilíacas con estenosis y trombo intramural

Figura 3. Imágenes y mediciones para el acceso femoral.

A. Calcificación en la zona de punción. B. Valoración de zona de punción: TAC eco. En el center-line del acceso iliofemoral se aprecia densidad periférica distinta, pero no se aprecia calcificación clara. La ecografía in-situ confirmó la calcificación de la cara anterior de la arteria femoral común. C. Valoración del recorrido del dispositivo: ilíacas con estenosis y trombo intramural.

de 18 F que nos permita hacer todas las maniobras valvuloplastia preimplante, el implante y una posible valvuloplastia post, a través del mismo introductor, o podemos decidir colocar un introductor de 14 F para hacer la valvuloplastia y posteriormente retirarlo y colocar directamente el sistema de las VT que hemos mencionado, cuyo diámetro externo (6 mm) coincide prácticamente con el diámetro externo de este introductor, por lo que evitamos sangrado durante el procedimiento.

Cruce de la válvula aórtica

Una vez canalizada la arteria del acceso principal, con el introductor, hacemos llegar un catéter-guía adecuado a través de una guía teflonada o hidrofílica curva. Los catéteres más usados son el Amplatz left 1 (AL 1) para raíces de aorta estrechas o verticales y Amplatz left 2 (AL 2) para raíces grandes o más horizontales. Se

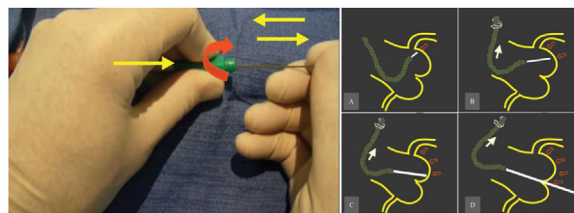


Figura 4. Maniobras de cruce valvular.

pueden utilizar catéteres alternativos, como el Judkins derecho (JR 4), multipropósito, o incluso el pigtail, dependiendo de la horizontalidad y tamaño de la raíz aórtica.

Al llegar a la raíz aórtica se cambia a una guía de punta recta y se cruza la válvula aórtica. Esta guía recta puede ser teflonada o hidrofílica (terumo), y otros preferimos guía teflonada recta con núcleo retráctil que permite darle cambios de rigidez a la punta de la guía.

Entre las técnicas o trucos para cruzar la válvula aórtica calcificada están (fig. 4):

1. Utilizar en la proyección una oblicua anterior izquierda LAO 20-40 grados.
2. En la técnica del mapeo de la válvula aórtica se deja la punta del catéter a unos 2-3 cm del plano valvular y vamos girando el catéter elegido, mapeando a cierta distancia el plano valvular, haciendo avanzar la guía recta lentamente unos 3-4 cm hasta que atravesase el plano valvular.
3. Un segundo método utilizado consiste en avanzar el catéter AL 1, casi hasta llegar al ostium izquierdo (este catéter se diseñó para este menester), apoyando la parte convexa en el nadir del velo; posteriormente vamos retirando suavemente el catéter y haciendo intentos de avanzar la guía recta, teóricamente en el momento en el que el catéter en su retirada encuentre el borde libre del velo, estaremos en la zona central u orificio para atravesar la válvula calcificada.

Una vez que la guía cruza la válvula, el catéter se avanza con cuidado hacia el VI y la guía de punta recta se retira para cambiar a la guía en forma de J o teflonada curva.

Habitualmente nosotros comenzamos probando con AL 1 o AL 2, en función de la horizontalidad y tamaño de la raíz de la aorta, y con la guía teflonada recta con núcleo móvil, si tras varios intentos no logramos cruzar la válvula, cambiamos a la guía hidrofílica recta, y si no lo logramos cambiamos de catéter, normalmente al JR-4. Con estas configuraciones de cambios de forma de catéter y de rigidez de las guías lograremos cruzar la válvula.

Colocación de la guía rígida en el ventrículo izquierdo

Una vez que el AL 1 está en el VI se retira la guía recta y se suele avanzar una guía teflonada curva, para intercambiar el AL-1 por un pigtail, el cual se dirige hacia el vértice del VI. En este momento la evaluación simultánea de la presión en el VI y la aorta permite medir y registrar el gradiente transvalvular. Hay algunos grupos con cierta experiencia que colocan la guía rígida directamente después de que el catéter AL-1 halla atravesado la válvula aórtica, y solo hacen el intercambio con un pigtail si no logran una buena colocación de la guía en el VI de esta forma.

Posteriormente se inserta una guía rígida preformada en el VI a través del catéter pigtail. Esta maniobra se suele realizar en la proyección oblicua anterior derecha RAO 30 grados. Se debe prestar mucha atención para evitar que la guía quede atrapada en el aparato de la válvula mitral subvalvular, lo que normalmente se facilita con esta proyección, pero sobre todo mediante la ETE, guiando el procedimiento. Hay veces que el paciente se inestabiliza hemodi-

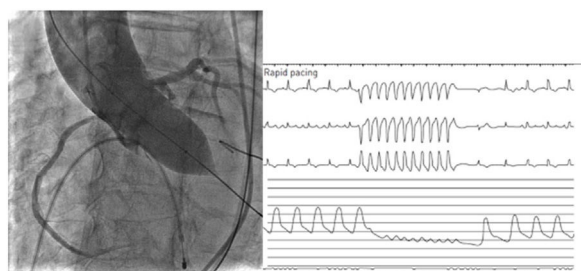


Figura 5. Valvuloplastia.

námicamente y la ETE nos corrobora la aparición de una IM severa previsible que no se materializa, lo que nos hace pensar que la guía del VI es la responsable de la aparición de la IM.

Respecto a las guías rígidas existen diferentes tipos según su rigidez y las hay rectas o preformadas, aunque todas coinciden en que su punta es más suave. Debemos elegir normalmente una de rigidez intermedia de 0,035" y 260 cm de longitud stiff wire (Amplatz extrastiff 3 cm soft tip J; Cook Medical Inc., Bloomington, IN, EE. UU. DK), y la tendencia es a preformarlas con una cierta curvatura antes de introducirlas, pero la opción actual más generalizada es usar las guías preformadas en forma de caracol, como la Confida o la Safari. La guía Confida™ Brecker fue específicamente diseñada para la Evolut R® system (Medtronic, Inc., Minneapolis, MN). La guía Amplatz Extra-Stiff APEX tiene un diseño de doble curva compuesto por una curva más grande con la punta distal formando un doblez en J de 3 cm; puede maniobrar fácilmente en ventrículos más pequeños. La guía Safari2™ (Boston Scientific, Marlborough, MA) está disponible en 3 tamaños de bucle diferentes, para usar en función del tamaño del VI. En última instancia los operadores consideran las características de cada caso al determinar la elección de la guía, pero la que recomendamos es la Safari de bucle pequeño o extra-small.

#### Valvuloplastia aórtica

En primer lugar debemos valorar la necesidad o no de valvuloplastia previa y con qué tamaño y tipo de balón, para saber qué tamaño mínimo de introductor debemos meter en la arteria (fig. 5). Las válvulas balón-expandibles casi nunca precisan de predilatación, y todas necesitan obligatoriamente un introductor que viene determinado por el tamaño de la válvula y está diseñado específicamente por la casa comercial de la misma, por lo que esta cuestión que ahora analizamos es poco relevante. Sin embargo, casi todas las autoexpandibles sí la precisan, salvo en válvulas poco calcificadas.

- En la selección del balón se recomienda no superar el diámetro mínimo, aunque muchos grupos tienden a predilatarse con balones que se aproximan más al diámetro medio, predilatando con menos volumen al principio, y si necesitan posdilatarse usan el volumen nominal de inflado.
- Una vez que nos hayamos decidido por el balón y conozcamos el tamaño que nos recomiendan para su introducción, ya sabemos el introductor mínimo que debemos seleccionar, que suele estar entre 12-14F.
- Normalmente este introductor grande y largo por el que vamos bien a hacer la valvuloplastia, bien a directamente implantar la VT, se inserta en el acceso principal utilizando una guía rígida que proporciona soporte y endereza la tortuosidad iliofemoral. Tal y como hemos comentado en la fase del acceso principal, algunos grupos preferimos hacer esta maniobra con la guía alojada ya en el VI, salvo que las tortuosidades del acceso femoral hagan prever una maniobra compleja.
- Respecto a los balones y su preparación, normalmente lo llenamos con contraste al 15% con suero fisiológico, lo suficiente

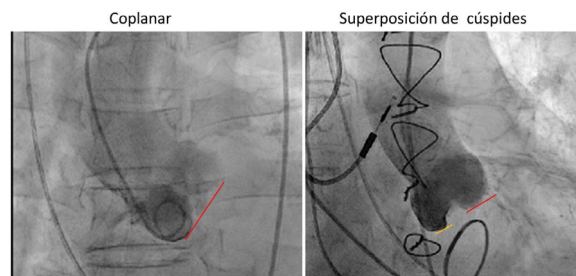


Figura 6. Angiografía y proyecciones de implante. A. Coplanar. B. Superposición de cúspides.

para que se contraste en la imagen radioscópica, pero no sea muy viscosa la mezcla y permita un rápido inflado y desinflado. Es importante no parar el marcapasos hasta el total desinflado del balón, sobre todo en las valvuloplastias postimplante, si esta fuera necesaria.

- Una vez avanzado el balón colocamos entre sus 2 o 3 marcas el plano valvular y realizaremos una valvuloplastia con marcapasos rápido, a frecuencias de 160 a 200 latidos por minuto (lpm) durante un máximo de 20 a 30 segundos, para facilitar el implante posterior de la prótesis. Normalmente para la valvuloplastia utilizamos frecuencias 180 lpm, esperando conseguir presión arterial media por debajo de 60 mm Hg. Si no lo conseguimos probamos con 200 lpm o con 160 lpm.

#### Selección de la proyección de trabajo

Estas proyecciones se calculan en el estudio de la TAC, aunque a veces necesitan ajustes en el procedimiento.

Se suele utilizar la proyección coplanar, o de 3 cúspides, que se confirma mediante angiografía de la raíz aórtica. Los nadires de las 3 cúspides aórticas deben estar a lo largo de una sola línea en este ángulo de implantación. Esta es la proyección que se utiliza en el implante de válvulas balón-expandibles y suele ser izquierda y craneal. Para el implante de VT autoexpandible se suele utilizar la proyección de superposición de las cúspides, que superpone la cúspide coronaria derecha y la cúspide coronaria izquierda<sup>8</sup>.

El implante en esta vista, llamada *overlapping* o superposición de cúspides, es la tendencia actual en las válvulas autoexpandibles, dado que implantes sucesivos comparando el implante en las 2 vistas han demostrado —al conseguir implantes más altos— disminuir la tasa de implante de marcapasos. Asimismo, el implante en esta vista es fundamental para el alineamiento de las comisuras que cada vez se considera más importante para tener futuros accesos a las coronarias en estos pacientes, aunque también es conveniente decir que a veces la vista *overlapping* da lugar a una posición forzada de la radioscopia (caudal y derecha), que es a veces incómoda y empeora la imagen respecto a la coplanar, que suele ser menos forzada (fig. 6).

#### Avance y despliegue de la válvula transcáteter

- Comprobación:** se comprueba que la prótesis esté engarzada y cargada correctamente en el catéter de entrega, así como también la orientación correcta. El prensado, la carga y la verificación de la orientación de cada plataforma de válvula se pueden encontrar en las instrucciones de cada VT. Básicamente necesitan la verificación de la orientación visualmente en las balón-expandibles, y la evolut-pro debe comprobarse radioscópicamente, debiendo valorar previamente determinadas marcas que verifiquen el homogéneo prensado y colocación de los 3 postes que engarzan la prótesis al sistema de liberación.
- Avance hasta la válvula aórtica:** la prótesis se introduce sobre la guía preformada rígida, con especial atención a la posición de la guía en el vértice del VI. El sistema se hace avanzar con



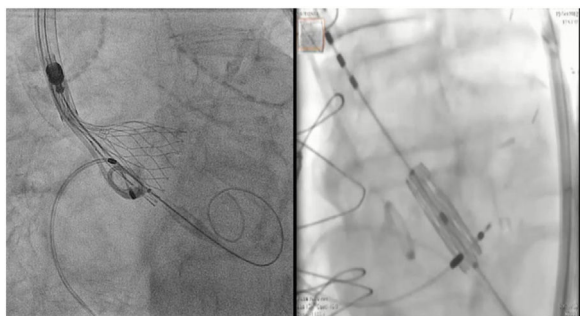


Figura 7. Despliegue de la VT.

cuidado a través del arco aórtico, para lo cual utilizamos una proyección oblicua izquierda, evitando la interacción directa con la pared aórtica mediante la deflexión y/o rotaciones apropiadas del conjunto. Las prótesis balón-expandibles tienen un sistema para angular el extremo del dispositivo para su mejor navegación en el arco y que ayudan a colocarse dentro del anillo aórtico. Normalmente las autoexpandibles presentan gran navegabilidad y menor perfil y cruzan el arco sin dificultades.

- c) *Despliegue de la válvula:* Una vez que el sistema TAVI ha pasado el arco aórtico, el ángulo fluoroscópico se cambia a la vista coplanar de 3 cúspides o la vista de superposición de cúspides (típicamente para dispositivos autoexpandibles). Posteriormente, la prótesis se avanza con cuidado a través de la válvula aórtica, tomando como referencia el pigtail colocado en la cúspide no coronaria (o coronaria derecha) como referencia. Luego se realiza una angiografía de la raíz aórtica para confirmar la posición adecuada (fig. 7).

#### Recogida del sistema de liberación y evaluación del resultado

Después del despliegue todos los sistemas deben retirarse mediante una maniobra con la guía rígida que haga entrar la nariz del sistema de liberación, para no arrastrar o chocar en su retirada con la VT implantada. Muchos grupos dejan el pigtail hasta el final del despliegue y después del mismo lo retiran, mientras que otros los retiran taxativamente antes del despliegue final, y es recomendado en la Acurate Neo2.

Posteriormente evaluamos el resultado del implante:

- a) *Comprobación hemodinámica:* normalmente se vuelve a introducir el pigtail directamente en la cavidad del VI y se obtienen mediciones de presión simultáneas a través de la válvula protésica. Las mediciones del gradiente transvalvular y la presión diastólica son importantes para determinar el resultado hemodinámico.
- b) *Comprobación angiográfica y/o ecocardiográfica:* normalmente se coloca el pigtail en la aorta ascendente y se realiza una angiografía de la raíz aórtica para evaluar la presencia y la gravedad de la regurgitación paravalvular (RPV), así como para asegurarse de que la VT se implanta en una posición adecuada, sin rotura de la raíz aórtica ni obstrucción coronaria aguda. La ecocardiografía se puede utilizar para la evaluación de RPV de forma adicional o alternativa.

Cada sistema tiene un sistema de recogida específico.

#### Cierre femoral percutáneo

En esta fase del implante se procede al cierre percutáneo, pero siempre con la guía teflonada curva de 0,35" dentro.

A medida que vamos retirando el sistema de liberación o el introductor, y sin retirar la guía, vamos tensando el hilo sin marca del primer sistema Perclose ProGlide<sup>9</sup> que colocamos al inicio del procedimiento, seguido de la tensión del hilo sin marca del segundo proglide que colocamos, es decir, en el mismo orden en el que se colocó. Posteriormente repetimos la operación con el baja nudos del sistema. Una vez comprobado que el sistema es hemostático, se retira la guía teflonada de 0,35" y procedemos a una última bajada de nudos y al cierre del mismo tensando el hilo con la marca blanca, cortando posteriormente los hilos. Si vemos que el cierre no ha sido del todo hemostático, antes de sacar la guía podemos optar por colocar otro sistema proglide o un angioseal de 6 F o 8 F.

Una vez concluidas las maniobras de cierre solemos comprobar por un catéter, que normalmente hemos dejado con anterioridad en la iliaca derecha, la permeabilidad y estanqueidad de la arteria femoral derecha.

La retirada de los accesos secundarios se realizan normalmente con sistemas de cierre percutáneos de tapón, tipo Angioseal o Femoseal, que son los más utilizados.

El catéter del marcapasos femoral solemos dejarlo 24 h, ante la eventualidad de la aparición de bloqueos en el postoperatorio, y el paciente es despertado en la misma sala antes de llevarlo a la sala de cuidados postoperatorios.

#### Conflicto de intereses

El autor es proctor de Abbott y de Edwards para válvulas transcatheter.

#### Bibliografía

1. Saadi RP, Tagliari AP, Saadi EK, Miglioranza MH, Polanczyck CA. Preoperative TAVR planning: How to do it. *J Clin Med.* 2022;11:2582. <http://dx.doi.org/10.3390/jcm11092582>.
2. Kalra A, Reardon M, Barker C, Kleiman N, Reyes M. Chapter 11: Step-by-step guide: Transfemoral Corevalve Evolut TAVR [Internet]. Acc.org. [consultado: 25 Nov 2023]. Disponible en: <https://www.acc.org/~media/Non-Clinical/Files-PDFs-Excel-MS-Word-etc/Membership/TAVR-Handbook/Chapter-11-Step-by-step-guide-transfemoral-corevalve-evolut-TAVR-March-2-2018.pdf>
3. Al Abri Q, Reardon MJ, von Ballmoos MCW. Step-by-step transcatheter aortic valve replacement with a self-expanding valve. *CTSNet, Inc.* 2022. <http://dx.doi.org/10.25373/ctsnet.19858030>.
4. Hadidi OF, Nguyen TC, Houston UT. Chapter 10: Step-by-step guide: Transfemoral Sapien S3 TAVR [Internet]. Acc.org. [consultado 25 Nov 2023]. Disponible en: <https://www.acc.org/~media/Non-Clinical/Files-PDFs-Excel-MS-Word-etc/Membership/TAVR-Handbook/Chapter-10-Step-by-Step-TF-March-2-2018.pdf>
5. Sharp AS, Michev I, Maisano F, Taramasso M, Godino C, Latib A, et al. A new technique for vascular access management in transcatheter aortic valve implantation. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2010;75:784-93.
6. Vincent F, Spillemaeker H, Kyheng M, Belin-Vincent C, Delhay C, Pierache A, et al. Ultrasound guidance to reduce vascular and bleeding complications of percutaneous transfemoral transcatheter aortic valve replacement: A propensity score-matched comparison. *J Am Heart Assoc.* 2020;9:e014916.
7. Montalto C, Munafò AR, Arzuffi L, Soriano F, Mangieri A, Nava S, et al. Large-bore arterial access closure after transcatheter aortic valve replacement: a systematic review and network meta-analysis. *Eur Heart J.* 2022;2:1-9.
8. Tang GHL, Zaid S, Michev I, Ahmad H, Kaple R, Udemir C, et al. Cusp-overlap view simplifies fluoroscopy-guided implantation of self-expanding valve in transcatheter aortic valve replacement. *JACC Cardiovasc Interv.* 2018;11:1663-5.
9. Video: dispositivo de cierre de acceso vascular Perclose ProGlide [Internet]. TaviSpain. 2021 [consultado 25 Nov 2023]. Disponible en: <https://tavispain.com/video-dispositivo-cierre-acceso-vascular-perclose-proglide/>.