

Formación Continuada Cardiovascular

Implante de válvula aórtica transcáteter. Una revisión de las vías de abordaje



Oscar Gil Albarova^a, Marina Juez^a, Alberto Berenguer^b, Darío Sanmiguel^b y Javier Sirgo Gonzalez^{a,*}

^a Servicio de Cirugía Cardíaca, Hospital General Universitario de Valencia, Valencia, España

^b Servicio de Hemodinámica, Hospital General Universitario de Valencia, Valencia, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 15 de junio de 2016

Aceptado el 15 de junio de 2016

On-line el 19 de julio de 2016

Palabras clave:

Implante valvular aórtico transcáteter

Abordaje

Transfemoral

Heart team

RESUMEN

La técnica de implante valvular aórtico transcáteter (que denominaremos TAVI en esta revisión) demostró ser altamente eficaz en pacientes con estenosis aórtica severa inoperables o de alto riesgo y ha tenido un crecimiento exponencial, que todavía no se ha detenido. Las circunstancias especiales o las patologías concomitantes de los pacientes han llevado al desarrollo de nuevas vías de implante para el TAVI. El objetivo de la presente revisión es presentar las diversas posibilidades técnicas de abordaje para realizar el TAVI y queremos dejar claro que en nuestra opinión la selección de la vía de abordaje debe realizarse por un grupo multidisciplinar con experiencia («heart team») en el que prime la mayor eficacia y seguridad para el paciente por encima de los intereses de una u otra especialidad.

© 2016 Publicado por Elsevier España, S.L.U. en nombre de Sociedad Española de Cirugía Torácica-Cardiovascular. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Transcatheter aortic valve implantation. A review of the surgical approach

ABSTRACT

The technique of transcatheter aortic valve implantation (TAVI which we call in this review) proved to be highly effective in patients with severe aortic stenosis inoperable or high risk and has had an exponential growth, which has not yet been stopped. Special circumstances or comorbidities of patients have led to the development of new avenues for TAVI implant. The aim of this review is to present the various technical possibilities of approach for TAVI, and we want to make it clear that in our opinion the selection of the approach should be performed by a multidisciplinary team with experience ("Heart Team") in the that prime greater efficiency and patient safety above the interests of one or another specialty.

© 2016 Published by Elsevier España, S.L.U. on behalf of Sociedad Española de Cirugía Torácica-Cardiovascular. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

El primer implante percutáneo de una válvula artificial en un ser humano se realizó con una prótesis de yugular bovina en posición pulmonar y fue reportado por Bonhoeffer et al. en el 2000¹. Esta vía de tratamiento ofrecía un amplio panorama de posibilidades y en abril del 2002 Cribier et al.² realizaron el primer implante de una prótesis artificial aórtica en un paciente. En la presente revisión, detallamos de forma estructurada los diferentes tipos de abordaje actualmente realizados para el implante de TAVI.

Abordaje anterógrado transeptal (transvenoso)

Los primeros implantes realizados por Cribier et al. se realizaron por vía transeptal, siendo el abordaje vascular principal el de la vena femoral derecha, en el que se insertaba un introductor de 24 French

(unos 8 mm) de diámetro. Se realizaba una punción transeptal, a través de la cual las guías y los catéteres se deslizaban a través de la válvula aórtica nativa en sentido anterógrado. Posteriormente, se asoció un abordaje percutáneo arterial femoral para introducir en aorta un catéter Sones 7 French, que se ponía en contacto con la parte distal del dispositivo de implante de prótesis, para evitar el desplazamiento de la misma con el inflado del balón de expansión. Aunque esta vía es actualmente una curiosidad histórica, merece la pena recordarla porque nos puede ser útil para abordar un caso concreto si no disponemos de una posibilidad mejor.

Abordaje retrógrado transfemoral

Es el abordaje de elección en la actualidad. El acceso transfemoral (TF) se puede realizar con anestesia local y sedación en un gran número de pacientes y permite disminuir la agresividad de la intervención y mejorar notablemente los tiempos de recuperación postimplante de los pacientes. Desde los primeros implantes descritos por Cribier, tanto las válvulas como los introductores y los dispositivos de liberación han evolucionado considerablemente,

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: j.sirgo@hotmail.com (J. Sirgo Gonzalez).

lo que nos ha permitido ampliar el número de pacientes candidatos para TAVI^{3,4}. Dos tipos de válvulas transcáteter son las más utilizadas⁵ a nivel internacional para el abordaje TF: las prótesis Medtronic CoreValve, que son autoexpandibles, y las que precisan un dispositivo con balón para su implante (balón-expandibles), sistema SAPIEN de Edwards. La primera generación de Medtronic CoreValve se presentaba con un introductor de 24 French⁶. La primera generación de válvulas Edwards Sapien también requería dispositivos de hasta 24 French⁷.

Las complicaciones vasculares son frecuentes y están asociadas a un pronóstico desfavorable.

En una rama del estudio PARTNER, con válvulas de primera generación, las complicaciones vasculares mayores se presentaron en el 15,3% de los pacientes y el 11,9% de los pacientes tuvieron una complicación vascular menor. Las complicaciones vasculares mayores se asociaron con un mayor sangrado, transfusiones, fallo renal y un aumento significativo de la mortalidad⁸. En el estudio CHOICE⁹, a pesar de la selección de los pacientes, las complicaciones vasculares seguían estando en torno al 10% de los pacientes⁹.

Actualmente, la Medtronic CoreValve Evolut se presenta con un sistema de implante de 18 French. Según indicaciones de la compañía, la CoreValve Evolut R podría implantarse a través de arterias de diámetro >5 mm en algunos tamaños de prótesis. La última generación de prótesis Edwards SAPIEN 3, más flexible y de menor perfil, permite su implantación a través de un sistema de 14 French (tamaños 23-26) que permite el acceso a través de lechos vasculares de 5,5 mm. La evolución tecnológica ha sido como vemos muy importante y es de esperar que en los próximos años veamos mejoras de los diámetros y la navegabilidad de los dispositivos, lo que permitirá reducir las complicaciones vasculares.

Aunque se han reducido el número de eventos de sangrado mayor, complicaciones vasculares y traumatismo aórtico durante su paso intravascular, las complicaciones vasculares siguen siendo la principal limitación de este abordaje TF retrógrado, y en muchas ocasiones estas complicaciones se generan ya en la zona de punción si el implante es percutáneo, bien por daño arterial al pasar el sistema o por fallo de los sistemas de cierre percutáneo.

Necesitamos, por tanto, realizar un estudio exhaustivo de los diámetros, la tortuosidad y la calcificación de todo el eje vascular aorto-ilio-femoral para valorar la posibilidad de un abordaje TF satisfactorio.

Nosotros realizamos una angio-TAC toraco-abdomino-pélvica a los pacientes candidatos a TAVI con medición de los diámetros mínimos en todos los niveles para decidir la vía de abordaje. Hay que prestar especial atención no solo a los diámetros, sino a la distribución y la extensión de la calcificación del eje vascular, ya que es el único abordaje con posibilidad de embolización distal.

Un lecho vascular tortuoso y muy calcificado puede ser una contraindicación para el acceso femoral retrógrado (fig. 1). Los pacientes candidatos para TAVI suelen presentar una edad avanzada y comorbilidad asociada importante con riesgo considerable de presentar cierto grado de vasculopatía.

En nuestra experiencia, el abordaje con visión directa de los vasos femorales disminuye el número de complicaciones vasculares y permite solucionar de forma más rápida y sencilla estas complicaciones si se presentan. Para evitar el pinzado de la arteria femoral y la arteriotomía transversa, utilizamos un procedimiento sencillo que nos permite una hemostasia satisfactoria y con pocas complicaciones relacionadas con el abordaje arterial y que hemos reportado previamente¹⁰. Realizamos habitualmente una incisión en la piel de 4-5 cm sobre el trayecto femoral común, longitudinal o paralela y por encima del pliegue inguinal, según la anatomía del paciente. Utilizamos 2 suturas de polipropileno 4-0 en U apoyadas en parches de teflón, intramurales, a ambos lados de la zona de inserción, paralelas al eje longitudinal del vaso. Ambos puntos en

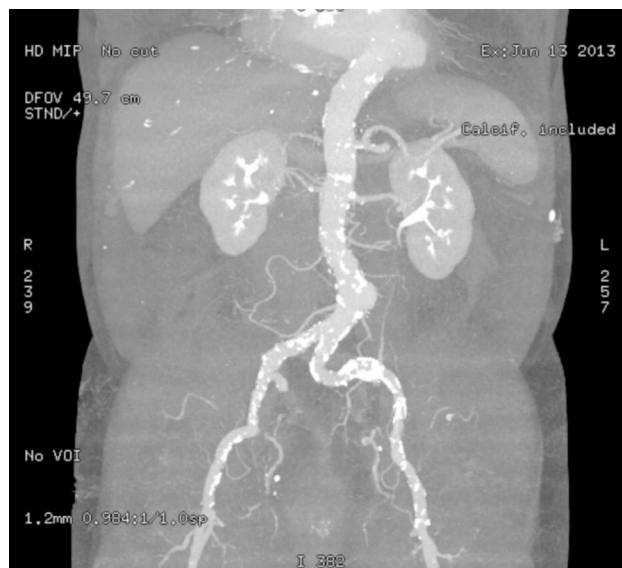


Figura 1. Acceso femoral retrógrado.

U serán adyacentes y tendrán una anchura que ocupe aproximadamente un cuarto de la circunferencia del vaso. Una vez efectuados, se apoyarán en sendos parches de teflón y se colocarán torniquetes. La inserción del sistema se realiza por técnica de Seldinger bajo visión directa equidistante a los pares de parches.

La extracción del introductor la realizamos tras una aortografía distal que descarte complicaciones vasculares a nivel aorto-iliaco, mediante anudado simultáneo de cada sutura en U a la vez que se retira el sistema.

La selección meticulosa y razonada de los pacientes para la vía TF por parte del «heart team» junto con la utilización de la vía abierta para el abordaje TF han hecho que las complicaciones vasculares en nuestra serie sean anecdóticas y ningún paciente ha requerido intervención en el lado del abordaje. Un paciente (cirrótico) que desarrolló un pseudoaneurisma en el lado de punción contralateral al abordaje y una paciente que ha requerido revisión de la herida quirúrgica por linforragia son los únicos pacientes de nuestra serie que han requerido tratamiento quirúrgico de la complicación vascular en más de 100 abordajes TF. Los resultados obtenidos con el abordaje femoral nos permiten recomendar este acceso para todos los pacientes considerados candidatos a TAVI y que no presenten contraindicaciones claras para el mismo.

Abordaje transapical

El abordaje transapical (TAP) es uno de los clásicos en el TAVI. Diseñado inicialmente para solucionar aquellos casos en que la vía TF no era posible, siempre se lo ha asociado a una mayor mortalidad y morbilidad que la vía TF. La vía apical se ofrecía habitualmente a pacientes con patología vascular periférica (o generalizada) severa y que en general podían tener mayor riesgo de inicio que aquellos en los que la vía TF era adecuada. Se ha indicado que, si se realiza en pacientes de riesgo similar, la vía TAP puede conseguir resultados bastante similares a la TF^{11,12} e incluso algunos estudios indican que podría verse favorecida en cuanto a presentar menores tasas de embolismo cerebral¹³. No obstante, similar no es lo mismo que igual o mejor. En un subestudio del PARTNER-I¹⁴ la vía TAP se asocia con mayor mortalidad inicial, más eventos adversos y un tiempo de recuperación más largo que en pacientes comparables intervenidos por vía TF. La vía TAP se vio favorecida en este subestudio por presentar menor regurgitación perivalvular postimplante. Por lo anteriormente expuesto, en nuestra opinión la vía TAP debería

ser realizada solo si la TF no es adecuada. La vía TAP exige intubación orotraqueal y la recuperación tras la vía TF es más rápida, especialmente si se realiza con anestesia local o con otros sistemas de ventilación poco invasivos (mascarilla laríngea. . .)

La técnica ha sido bien descrita^{15,16} y se realiza a través de una minitoracotomía anterior, habitualmente a través del 6.º espacio intercostal, si bien se recomienda que la incisión se realice guiada por la zona de palpación del ápex, confirmada con ecografía o con fluoroscopia.

El campo quirúrgico debe estar dispuesto para permitir un abordaje por esternotomía si fuera necesario y las femorales accesibles para trabajar por ellas. Si bien algunos autores realizan el abordaje con intubación selectiva para poder colapsar temporalmente el pulmón izquierdo, en nuestra experiencia no ha sido necesario, aunque puede ser de ayuda en casos especiales. Tras abrir el pericardio y referenciarlo, se procede a localizar el ápex verdadero del ventrículo izquierdo, que es una zona de pared muy fina y cubierta habitualmente por una capa grasa. El ápex verdadero es muy frágil e inadecuado para el abordaje por que se desgarra con facilidad, y debe ser evitado.

En una zona lateral y craneal al ápex verdadero, sobre tejido muscular no cubierto de grasa, se realizan a continuación 2 bolsas de tabaco (sutura de mattress ortogonal), habitualmente con polipropileno de 3/0, apoyando cada paso de aguja en un parche de teflón. La punción del centro de la bolsa, hasta alcanzar la cavidad ventricular, permite, mediante técnica de Seldinger, el paso de guías y catéteres hasta la aorta descendente. El paso de la válvula aórtica, en sentido anterógrado y por tanto a favor de flujo, es sensiblemente más fácil y rápido que en las vías retrógradas. El procedimiento a partir de este momento es similar a cualquier procedimiento de implante de una prótesis aórtica balón-expandible, y no nos vamos a extender al estar muy protocolizado y bien descrito en la literatura.

Hay que destacar el hecho de que, al ser el sistema de implante mucho más corto que en la vía TF, la prótesis tiende a desplazarse menos durante el posicionamiento y el implante, lo que puede ser la causa de que la vía TAP se asocie a menos regurgitación perivalvular que la TF.

El implante se realiza bajo estimulación ventricular rápida, como en todos los procedimientos con prótesis balón-expandibles, y en este sentido en la vía TAP podemos utilizar electrodos epicárdicos izquierdos, que dejaremos exteriorizados al terminar el procedimiento, como es práctica habitual en la cirugía abierta por si se produce un bloqueo (fig. 2). Un pequeño truco que se utiliza en algunos centros, y que a nosotros nos ha sido de utilidad, es utilizar de nuevo la estimulación ventricular rápida para la retirada del introductor y el anudado de bolsas. Ello reduce la tensión de la pared



Figura 2. Cirugía abierta.

en el ventrículo izquierdo en esta fase y disminuye el riesgo de desgarro de bolsas que puede ser una complicación difícil de solucionar. En general, y excepto por el riesgo de desgarro del ventrículo izquierdo, que obliga a una realización de bolsas meticulosa, el procedimiento en sí suele resultar incluso más sencillo que el implante TF en algunos aspectos: paso de la válvula, implante de electrodo para estimulación ventricular y menor tendencia a la movilización de la prótesis durante el implante.

En nuestro centro tendemos a evitar la vía TAP en pacientes respiratorios severos, si hay adherencias pleurales por cirugías torácicas izquierdas previas o en los casos de disfunción ventricular muy severa, en los que incluso la mínima disfunción producida por las bolsas en ventrículo pueda deteriorar la función de ventrículo izquierdo hasta un punto de no viabilidad. La presencia de estos factores tiende a dirigirnos a las otras vías alternativas, como la transaórtica o la transaxilar (TAX). Debemos también recordar que, en pacientes de alto riesgo, la vía TAP ha demostrado ser útil en el tratamiento de bioprótesis disfuncionantes en posición mitral^{17,18} mediante el implante en el interior de la misma de una prótesis TAVI. Nuestra experiencia inicial con esta indicación ha sido muy satisfactoria y creemos que es una herramienta útil que debemos tener a punto en nuestros servicios, en especial si consideramos el progresivo envejecimiento de la población.

Abordaje transaxilar

El abordaje TAX era una opción lógica en la evolución del TAVI ya que, dadas las evidentes ventajas del acceso endovascular, en determinados pacientes en los que la angio-TAC mostraba patología iliofemoral severa podían visualizarse arterias axilares relativamente sanas y, en ocasiones, con calibres adecuados para el paso de la prótesis. La arteria axilar es comúnmente utilizada en la práctica habitual de cirugía cardíaca para la canulación arterial en determinadas patologías, por ejemplo, el tratamiento quirúrgico de la disección de aorta tipo A o en la cirugía del arco aórtico. Aunque es posible utilizar tanto la arteria axilar derecha como la izquierda como vía de acceso para TAVI, se suele utilizar habitualmente la izquierda, ya que presenta mejor ángulo para avanzar el dispositivo hacia la raíz aórtica. Aunque se han descrito implantes exitosos vía TAX tanto con prótesis balón-expandibles (Edwards SAPIEN) como autoexpandibles (CoreValve), de momento solo la CoreValve ha recibido la certificación CE para este abordaje^{19,20}.

Aunque la vía axilar se realiza habitualmente con abordaje quirúrgico, también se ha descrito con abordaje percutáneo²¹. En el caso del abordaje percutáneo, la complicación hemorrágica sobre una arteria difícilmente compresible por su situación anatómica puede producir una complicación vascular grave y se recomienda disponer medidas de precaución adicionales, como tener preparado una guía larga en aorta descendente. La guía puede ser dirigida al interior de la subclavia y servir de rail para colocar temporalmente un balón ocluidor o dirigir un stent cubierto de tamaño adecuado para tratar la axilar dañada. En la «red de seguridad» requerida para el abordaje percutáneo, se suele añadir la canulación de la arteria radial ipsilateral para el paso y/o captura de guías si es preciso.

Aunque no requirieron de intervención quirúrgica para el control de la hemostasia, en la serie inicial un porcentaje alto de los pacientes (29%) requirieron el implante de un stent en axilar y un 8% de los pacientes presentaron un segundo procedimiento endovascular por disección o trombosis de stent. Por el contrario, el abordaje quirúrgico es sencillo y poco invasivo²², y permite un mejor control y manejo del vaso en caso de lesión. Se puede realizar con abordaje directo de la arteria controlada con torniquetes y arteriotomía directa, puncionando a través de bolsas de tabaco o anastomosando

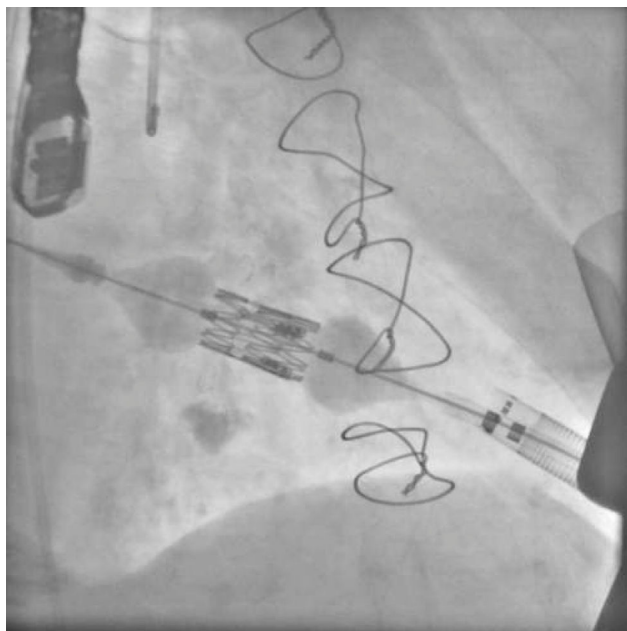


Figura 3. Prótesis TAVI.

terminolateralmente un injerto de dacrón o Gore-Tex, a través del cual se introducirán las guías, los catéteres y las prótesis.

El resto del procedimiento es similar al implante de prótesis por vía TF. En nuestro centro hemos realizado en todos los casos el abordaje TAX utilizando un injerto de dacrón de 8 mm anastomosado a la axilar. A pesar de que se invierte algo de tiempo en la anastomosis de la prótesis, el resto del procedimiento es muy cómodo y permite un excelente control arterial y un fácil cierre suturando el pequeño manguito residual de dacrón «a ras» de arteria al terminar la técnica. Se han aducido una serie de ventajas potenciales de la vía TAX: en los casos en que no hay abordaje femoral disponible, permite el implante de la prótesis sin realizar miniesternotomía ni minitoracotomía, lo que permite una más rápida movilización del paciente. En un paciente con patología respiratoria grave, el abordaje axilar afecta menos a la función respiratoria que la minitoracotomía.

Posiblemente también lo afecte menos que la miniesternotomía, aunque este último punto aún está por demostrar²³. Se ha indicado también que el menor recorrido endovascular en este abordaje permite un mejor control del desplazamiento de la prótesis durante el implante, y una más fácil recaptura de la prótesis autoexpandible si fuese necesario. Las contraindicaciones al abordaje TAX son el calibre inadecuado, la tortuosidad excesiva o la calcificación severa del vaso.

El antecedente de un pontaje permeable realizado con mamaria interna izquierda no contraindica el abordaje axilar izquierdo²⁴, aunque en este caso concreto se deberían extremar las precauciones: en nuestra opinión, debería darse prioridad a otras vías si son adecuadas, y hay que asegurarse de que el calibre del vaso permite ampliamente el paso de la prótesis. En nuestra experiencia, hemos tenido un caso de oclusión de la axilar varios meses después del abordaje para TAVI (fig. 3), en un paciente en que se utilizó la vía axilar como último recurso. Afortunadamente, la oclusión de la axilar fue distal a la salida de la mamaria (fig. 4). La oclusión de pontajes de mamaria ha sido también reportada como complicación en la literatura²⁵. El hecho de que en la vía TAX solo disponga de certificación CE la prótesis CoreValve puede tener, en nuestra opinión, una desventaja adicional, ya que este dispositivo se asocia a un mayor porcentaje de bloqueos cardíacos con necesidad de implante definitivo de marcapasos^{9,26}, lo que no es una complicación banal por sus implicaciones en cuanto



Figura 4. Salida de la mamaria.

a costes, y lo que es más importante, calidad de vida e incluso supervivencia.

Abordaje transaórtico

El abordaje a través de la aorta ascendente (TAO) es una alternativa que ha ganado rápidamente terreno para el implante TAVI cuando la vía TF no es apta^{27,28}. Dentro de este apartado, podemos considerar 2 opciones. El abordaje con miniesternotomía en «J» o con minitoracotomía derecha.

La *miniesternotomía en «J»* se ha popularizado desde hace años para el recambio valvular aórtico convencional; este abordaje es práctica habitual desde hace años en muchos centros en España²⁹ y su uso se ha extendido al implante de TAVI si la vía TF no es adecuada³⁰. El abordaje consiste en una incisión de pequeño tamaño, con hemiesternotomía que se abre hacia el tercer o cuarto espacio intercostal derecho, habitualmente. Permite una excelente exposición de la aorta y también de la vena cava superior y aurícula derecha. Cuando se realiza un TAVI por esta vía, el acceso del sistema se realiza a través de una doble bolsa de tabaco, similar a las de canulación convencional. Debe realizarse en una zona sana de la parte más distal de aorta ascendente, a poder ser ligeramente lateralizada hacia la curvatura mayor de la aorta para orientar mejor el introductor.

Como el sistema introductor es algo mayor que las cánulas que habitualmente empleamos, es recomendable que el cirujano que empieza a realizar esta técnica lo visualice para realizar las bolsas de un tamaño algo mayor de lo habitual, evitando excesos.

A partir de aquí, y por técnica de Seldinger, se pasan guías y catéteres, cruzando la válvula en sentido retrógrado. El resto del procedimiento es superponible a un implante por vía TF, con la ventaja de que los sistemas introductores más cortos facilitan que la prótesis no se desplace en el posicionamiento o el despliegue. Este abordaje puede utilizarse tanto con prótesis balón-expandibles como autoexpandibles.

A pesar de que resulta sencillo, este abordaje debe planificarse con meticulosidad: es conveniente comprobar que disponemos de una longitud de al menos 6 cm entre la zona donde vamos a practicar las bolsas y el plano valvular. Longitudes menores pueden dar problemas de montaje y despliegue, especialmente en las prótesis de tamaño grande. La aorta ascendente debe estar libre de calcio y de placas de ateroma en la zona de manipulación. De hecho, entre las contraindicaciones de esta técnica están la aterosclerosis o calcificación severa de la aorta ascendente, la dilatación significativa de aorta ascendente, la presencia de injertos aórticos coronarios de

implante alto, o la presencia de injertos muy próximos o adheridos al esternón, que puedan lesionarse con la esternotomía.

En comparación a la minitoracotomía derecha, la miniesternotomía permite un mejor control de la aorta, es fácilmente convertible a esternotomía completa si surgen complicaciones y no requiere intubación con tubo de doble luz.

Respecto a la *minitoracotomía derecha*, es un abordaje que se ha utilizado para la cirugía de recambio valvular aórtico^{31,32}. Se realiza habitualmente a través del segundo espacio intercostal, sin resección de costilla, aunque en ocasiones pueda ser necesario seccionar el cartílago si el abordaje no es suficiente. La técnica se ha utilizado como abordaje en el TAVI TAO con buenos resultados^{33,34}. Si la comparamos con la miniesternotomía, el abordaje por minitoracotomía puede tener un acceso más limitado a las estructuras cardiacas en caso de complicación y requiere intubación selectiva. A su favor podría tener el evitar las complicaciones de la esternotomía. También puede permitir un mejor posicionamiento y coaxialidad del introductor del dispositivo, si el plano valvular aórtico está muy horizontalizado, o si la aorta ascendente está muy desplazada a la derecha del esternón. No obstante, si el plano valvular aórtico está extremadamente horizontalizado, ambos abordaje transaórticos están en desventaja respecto al TAP para el correcto posicionamiento y despliegue de la prótesis.

A la hora de decidir la realización del abordaje TAO (y el tipo del mismo) respecto a otras vías, la TAC puede darnos información muy precisa sobre la calidad, la posición relativa de la aorta, los injertos coronarios y la horizontalización del plano valvular^{35,36}.

Otros abordajes

El implante de prótesis transcáteter ofrece otras posibilidades, que si bien no están tan regularizadas como las descritas previamente (y, por tanto, deben ser consideradas con precaución), pueden ser aplicadas en casos excepcionales. Así, se ha descrito el implante de TAVI a través de un abordaje carotídeo³⁷, el implante TAO a través de un abordaje supraesternal³⁸ o el implante de prótesis transcáteter sobre anuloplastias mitral y tricuspídea a través de una minitoracotomía anterior derecha³⁹. Por tanto, debemos asumir que aún veremos otras posibilidades técnicas de las prótesis transcáteter para el tratamiento de la enfermedad valvular o combinaciones de las anteriores en los próximos años.

Conclusiones

El implante de prótesis transcáteter es una alternativa terapéutica en expansión. La vía TF es actualmente la de elección si es factible. En el reciente estudio PARTNER-II, algo más del 75% de los pacientes del estudio se trataron por esta vía. La progresiva mejora en la navegabilidad de los dispositivos, junto con la progresiva reducción del diámetro de los mismos, puede hacer que este porcentaje aumente en el futuro. Si la vía TF no es factible, tenemos un abanico de posibilidades, con 3 opciones claras hoy en día, la TAP, la TAX y transaórtica. Los servicios de Cirugía Cardiovascular y Hemodinámica deben estar familiarizados con todos estos abordajes.

En nuestra opinión, no hay que pensar en términos de una «opción alternativa favorita» a la TF, sino que es función del grupo multidisciplinar («heart team») realizar una valoración individualizada a cada paciente. Así, por ejemplo, la presencia de un injerto de mamaria izquierda permeable puede dar prioridad a otras vías respecto a la transaxilar, a pesar de un buen diámetro del vaso. La disfunción ventricular izquierda o la patología pulmonar severa pueden desaconsejar la vía TAP, y la presencia de patología aórtica o injertos coronarios en mala posición pueden desaconsejar la transaórtica. De hecho, en la práctica clínica podemos encontrar

diversas condiciones desfavorables en un mismo caso, y deberemos optar por el «mal menor». Es necesario, con todos los datos en mano, seleccionar la mejor opción para cada paciente.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Bonhoeffer P, Boudjemline Y, Saliba Z, Mercks J, Aggoun Y, Bonnet D, et al. Percutaneous replacement of pulmonary valve in right-ventricle to pulmonary-artery prosthetic conduit with valve dysfunction. *Lancet*. 2000;356:1403–5.
- Cribier A, Eltchaninoff H, Bash A, Borenstein N, Tron C, Bauer F, et al. Percutaneous transcatheter implantation of an aortic valve prosthesis for calcific aortic stenosis. First human case description. *Circulation*. 2002;106:3006–8.
- Leon MB, Smith CR, Mack MJ, Miller DC, Moses JW, Svensson LG, et al. Transcatheter aortic-valve implantation for aortic stenosis in patients who cannot undergo surgery. *N Engl J Med*. 2010;363:1597–607.
- Smith CR, Leon MB, Mack MJ, Miller DC, Moses JW, Svensson LG, et al. Transcatheter versus surgical aortic-valve replacement in high risk patients. *N Engl J Med*. 2011;364:2187–98.
- Cribier A, Eltchaninoff H, Tron C, Bauer F, Agatiello C, Sebah L, et al. Early experience with percutaneous transcatheter implantation of heart valve prosthesis for the treatment of end-stage inoperable patients with calcific aortic stenosis. *J Am Coll Cardiol*. 2004;43:698–703.
- Grube E, Laborde JC, Gerckens U, Felderhoff T, Sauren B, Buellesfeld L, et al. Percutaneous implantation of the Core-Valve selfexpanding valve prosthesis in high-risk patients with aortic valve disease: The Siegburg first-in-man study. *Circulation*. 2006;114(15):1616–24.
- Webb JG, Chandavimol M, Christopher R, Ricci DR, Carere RG, Munt BI, et al. Percutaneous aortic valve implantation retrograde from the femoral artery. *Circulation*. 2006;113:842–50.
- Généreux P, Webb JG, Svensson LG, Kodali SK, Satler LF, Fearon WF, et al. Vascular complications after transcatheter aortic valve replacement: Insights from the PARTNER (placement of aortic transcatheter valve) trial. *J Am Coll Cardiol*. 2012;60:1043–52.
- Abdel-Wahab M, Mehili J, Frerker C, Neumann FJ, Kurz T, Tölg R, et al. Comparison of balloon-expandable vs selfexpandable valves in patients undergoing transcatheter aortic valve replacement. The CHOICE randomized clinical trial. *JAMA*. 2014;311:1503–14.
- Martín E, Cánovas S, Paredes F, Hornero F, Gil O, García-Fuster R, et al. Experiencia con un método simple, rápido y seguro en el acceso arterial periférico en cirugía cardiaca mínimamente invasiva. *CIRCV*. 2013;20(4):206–9.
- Walther T, Kempfert J. Transapical vs transfemoral aortic valve implantation: Wich approach for wich patient, from a surgeon's standpoint. *Ann Cardiothorac Surg*. 2012;1:216–9.
- Schymik G, Würth A, Bramlage P, Herbig T, Heimeshoff M, Pilz L, et al. Long term results of transapical vs transfemoral TAVI in a real world population of 1000 patients with severe symptomatic aortic stenosis. *Circ Cardiovasc Interv*. 2015;8:e000761.
- Engelbrecht H, Schermuund A, Voigtländer T, Kahlert P, Erbel R, Mehta RH. Risk of stroke after transcatheter aortic valve implantation (TAVI): A meta-analysis of 10,037 published patients. *EuroPCR*. 2012;8:129–38.
- Blackstone EH, Suri RM, Rajeswaran R, Babaliaros V, Douglas PS, Fearon WF, et al. Propensity-matched comparisons of clinical outcomes after transapical or transfemoral transcatheter aortic valve replacement. A placement of aortic transcatheter valves (PARTNER)-I Trial substudy. *Circulation*. 2015;131:1989–2000.
- Walther T, Dewey T, Borger MA, Kempfert J, Linke A, Becht R, et al. Transapical aortic valve implantation: Step by step. *Ann Thorac Surg*. 2009;87:276–83.
- Cheung A, Lichtenstein KM. Illustrated techniques for transapical aortic valve implantation. *Ann Cardiothorac Surg*. 2012;1:231–9.
- Seiffert M, Conradi L, Baldus S, Schirmer J, Knap M, Blankenberg S, et al. Transcatheter valve-in-valve implantation in patients with degenerated bioprostheses. *J Am Coll Cardiol Interv*. 2012;5:341–9.

18. Wilbring M, Alexiou K, Tugtekin SM. Transapical transcatheter valve-in-valve implantation for deteriorated mitral valve bioprotheses. *Ann Thorac Surg.* 2013;95:111–8.
19. Schofer N, Deuschl F, Conradi L, Lubos E, Schirmer J, Reichensperner H, et al. Preferential short cut or alternative route: The transaxillary acces for transcatheter aortic valve implantation. *J Thorac Dis.* 2015;7:1543–7.
20. Laflamme M, Mazine A, Demers P, Lamarche Y, Ibrahim R, Asgar A, et al. Transcatheter aortic valve implantation by the left axillary approach: A single centre experience. *Ann Thorac Surg.* 2014;97:1549–54.
21. Schäfer U, Ho Y, Frerker C, Schewel D, Sanchez-Quintana D, Schofer J, et al. Direct percutaneous access technique for transaxillary transcatheter aortic valve implantation: "The Hamburg Sank Georg approach". *J Am Coll Cardiol Interv.* 2012;5:477–86.
22. Mack MJ. Acces for transcatheter aortic valve replacement. Wich is the prefered route? *J Am Coll Cardiol Interv.* 2012;5:487–8.
23. Gotzmann M, Knoop H, Ewers A, Mügge A, Walther JW. Impact of lung diseases on morbidity and mortality after transcatheter aortic valve implantation: insights from spirometry and body plethysmography. *Am Heart J.* 2015;170:837–42e1.
24. Cioni M, Tamarasso M, Giacomini A, Montorfano M, Latib A, Colombo A, et al. Transaxillary approach. Shortand mid-term results in a single-center experience. *Innovations.* 2011;6:361–5.
25. Godino C, Maisano F, Montorfano M, Latib A, Chieffo A, Michev I, et al. Outcomes after transcatheter aortic valve implantation with both Edwards-SAPIEN and CoreValve devices in a single center. *J Am Coll Cardiol Interv.* 2010;3:1110–21.
26. Gênéreux P, Head SJ, Van Mieghem NM, Kodali S, Kirtane AJ, Xu K, et al. Clinical outcomes after transcatheter aortic valve replacement using valve academic research consortium definitions: A weighted metaanalysis of 3,519 patients from 16 studies. *J Am Coll Cardiol.* 2012;59:2317–26.
27. Bapat V, Thomas M, Hancock J, Wilson K. First successful trans-catheter aortic valve implantation through ascending aorta using Edwards SAPIEN THV system. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2010;38:811–3.
28. Amrane H, Porta A, van Boven AJ, Boonstra PW, Hofma SH, Head SJ, et al. Transcatheter aortic valve implantation using a direct approach: A single-centre Heart Team experience. *Interac Cardiovasc Thorac Surg.* 2014;19:777–81.
29. Paredes FA, Cánovas S, Gil O, García-Fuster R, Hornero F, Vazquez A, et al. Cirugía mínimamente invasiva para el recambio valvular aórtico. Una técnica segura y útil más allá de lo estético. *Rev Esp Cardiol.* 2013;66:695–9.
30. Castillo Y, Manrique R, Mainar V, Bordes P, Climent V, Arenas J, et al. Implantación de prótesis aórtica transcáteter por vía transaórtica. Experiencia inicial. *Cir Cardio.* 2013;20:35–8.
31. Araj OA, Gordillo A, Fernández A, Barquero JM, Castro A. Descripción paso a paso de la técnica transaórtica para el tratamiento transcáteter de la estenosis aórtica severa. *Cir Cardio.* 2016 [disponible online 20 Jun 2016].(en prensa).
32. Gilmanov D, Solinas M, Farneti PA, Cerillo AG, Kallushi E, Santarelli F, et al. Minimally invasive aortic valve replacement: 12 year single-centre experience. *Ann Cardiothorac Surg.* 2015;4:160–9.
33. Gilmanov D, Farneti, Ferrarini M, Santarelli F, Murzi M, Miceli A, et al. Full sternotomy versus right lateral thoracotomy for isolated aortic valve replacement in octogenarians: A propensity matched study. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2015;20:732–41.
34. Latsios G, Gerkens U, Grube E. Transaortic transcatheter aortic valve implantation: A novel approach for the truly "no-access option" patients. *Cathet Cardiovasc Intervent.* 2010;75:1129–36.
35. Bruschi G, De Marco F, Botta L, Barosi A, Colombo P, Mauri S, et al. Right anterior mini-thoracotomy direct aortic self-expanding transcatheter aortic valve implantation: A single-center experience. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2013;17 Suppl 2:S103–4.
36. Abu Saleh WK, Goswami R, Chinnadurai P, Al Jabbari O, Barker CM, Lin CH, et al. Direct aortic acces trans-catheter aortic valve replacement: Three dimensional computed tomography planning and real-time fluoroscopic image guidance. *J Heart Valve Disease.* 2015;24:420–5.
37. Modine T, Sudre A, Amr G, Delhay C, Koussa M. Implantation of a SapienXT aortic bioprotheses throught the left carotid artery. *J Card Surg.* 2014;29:337–9.
38. Kiser AC, O'Neill WW, de Marchena E, Stack R, Zarate M, Dager A, et al. Supraes-ternal direct aortic approach transcatheter aortic valve replacement avoids sternotomy and thoracotomy: First-in-man experience. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2015;48:778–84.
39. Mazzitelli D, Bleiziffer S, Noebauer C, Ruge H, Mayr P, Opitz A, et al. Transatrial antegrade approach for double mitral and tricuspid "valve-in-ring" implantation. *Ann Thorac Surg.* 2013;95:e25–7.