

Rol de la ecocardiografía en el implante transcatóter valvular aórtico (TAVI)

The rol of echocardiography in the transcatheter aortic valve implantation

Drs. Daniela A. Castillo V¹, Luis E. Velazco C.² MTSVC, Luz E. Falcón R.¹ MASVC, Yris Flores G.¹ MASVC, Ana M. Ramírez D.¹, Ramón J. Aguilar V.¹ MASVC

¹Cardiólogo. Adjunto del Servicio de Ecocardiografía, Ascardio, Barquisimeto- RB de Venezuela. ²Cardiólogo. Coordinador Servicio de Ecocardiografía, Ascardio, Barquisimeto- RB de Venezuela.

RESUMEN

La estenosis valvular aórtica (EAO) es la patología más frecuente en personas de edad avanzada, con una alta prevalencia (8,1 %) a los 85 años. La búsqueda de una estrategia menos invasiva, menos mórbida, pero igual de eficaz que la cirugía de reemplazo valvular para el tratamiento de la EAO, motivó el desarrollo de otra opción terapéutica para el tratamiento de la EAO en pacientes de edad avanzada, con alto riesgo quirúrgico, que hayan sido rechazados para cirugía. De allí, surge como una nueva estrategia el desarrollo del implante valvular aórtico transcatóter (TAVI). La ecocardiografía juega un rol esencial en la identificación y selección adecuada de los pacientes candidatos al implante de endoprótesis valvulares aórticas, determina el tamaño ideal de la prótesis a implantarse, ayuda como una guía muy valiosa durante el procedimiento para evaluar inmediatamente el estado de la válvula liberada, así como las complicaciones inmediatas y tardías que puedan presentarse posterior al implante. Es fundamental una

obtención adecuada de las imágenes, de manera que permita realizar mediciones correctas, principalmente del anillo y raíz aórtica, con la finalidad de evitar complicaciones al momento del implante. El objetivo de esta revisión es describir las principales pautas en la evaluación ecocardiográfica en los pacientes candidatos que serán sometidos al TAVI.

Palabras clave: Estenosis aórtica severa, endoprótesis aórtica, ecocardiografía

SUMMARY

Aortic stenosis (AS) is the most common condition in older people with a high prevalence (8.1 %) at age 85. The search for a less invasive, less morbid yet similarly effective strategy as open aortic valve replacement, for the treatment of AS in elderly patients with high surgical risk, who have been rejected for surgery, prompted the search for a transcatheter option. To find a better option for these patients, the transcatheter aortic valve implantation (TAVI) emerged. Echocardiography plays an essential role in identifying and selecting proper candidates for the transcatheter aortic valve implantation, establishing the type and size of prosthesis to be implanted, and as a guide pre, intra and post-procedure. It also allows the assessment of immediate and late complications that may arise after the implantation, such as paravalvular regurgitation, migration and incorrect placement of the prosthesis. It is essential an adequate collection of images, so as to enable correct measurements, mainly of the annulus and aortic root, in order to avoid complications at the time of implantation. The aim of this review is to identify the main patterns in the evaluation of these patients through the different echocardiographic modalities in patients undergoing the TAVI.

Key words: Aortic stenosis, transcatheter aortic valve implantation, echocardiography.

CORRESPONDENCIA

Dr. Luis Emiro Velazco Cegarra
Servicio de Ecocardiografía. Centro Cardiovascular Regional Centro-Occidental Ascardio. Barrio La Feria. Carrera 17 con calle 12. Barquisimeto- RB de Venezuela.
Tel: +58-251-252.08.48 / +58-414-350.43.00
E-mail: luis.velazco@ascario.org / levelazco@interlink.net.ve

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS DE LOS AUTORES

Los autores declaran no tener ningún compromiso que les cree conflictos de carácter ético o moral a ellos o a la institución en donde trabajan, en la elaboración de este artículo de revisión.

Recibido en: mayo 03, 2012
Aceptado en: agosto 09, 2012

INTRODUCCIÓN

La estenosis valvular aórtica (EAo) es la patología más frecuente en personas de edad avanzada, aumentando su prevalencia con los años, siendo del 4,6 % a los 75 años⁽¹⁾, alcanzando el 8,1 % a los 85 años⁽²⁾.

Las guías de valvulopatías para el manejo de la estenosis aórtica severa en pacientes jóvenes o de mediana edad son claras, siendo clase Ib la indicación de reemplazo valvular cuando se desarrollan los síntomas de la enfermedad o se presenta deterioro de la función ventricular⁽³⁾. Sin embargo, la edad avanzada, se asocia con mayor frecuencia a comorbilidades que contribuyen al aumento del riesgo operatorio y dificulta la toma de decisiones sobre el manejo de esta patología, y como es bien sabido, a mayor edad, mayor incidencia de enfermedades valvulares degenerativas.

Hasta la actualidad, no existe ningún tratamiento médico efectivo que permita la resolución de la estenosis aórtica. Las estatinas, demostraron solo una disminución en la progresión de la misma, pero no su regresión⁽⁴⁾. La única terapéutica radical, es la cirugía de reemplazo valvular. Si bien la mortalidad en pacientes de edad avanzada es más elevada que la de la población general⁽⁵⁾, la tasa de sobrevida de los mismos es significativamente mayor que si se adopta una conducta conservadora, inclusive, en los que presentan función ventricular deteriorada⁽²⁾.

Muchos factores han sido definidos como predictores independientes para un incremento del riesgo de muerte peri o posprocedimiento⁽⁶⁾. Por ejemplo, en pacientes con fracción de eyección del ventrículo izquierdo reducida, la tasa de mortalidad aumenta el 10 %, siendo aún mayor en pacientes de edad avanzada. La necesidad de una alternativa de tratamiento para este tipo de pacientes con EAo severa, particularmente en combinación con sus comorbilidades, está justificada por el hecho de que a la gran mayoría de ellos se les niega la posibilidad de cirugía⁽⁵⁾.

La búsqueda de una estrategia menos invasiva, menos mórbida, pero igual de eficaz para el tratamiento de la EAo se inició poco después de

que se describiera el reemplazo valvular aórtico quirúrgico (RVAQ). El mejor diseño de las válvulas artificiales aumentó su duración, al tiempo que reducía el riesgo de mal funcionamiento y de trombosis. Los avances quirúrgicos han reducido también la morbimortalidad perioperatoria hasta sus valores actuales. Sin embargo, el RVAQ continúa incluyendo los riesgos inherentes al *bypass* cardiopulmonar, así como una rehabilitación considerable tras una esternotomía media. Estas limitaciones motivaron la búsqueda de una opción percutánea para el tratamiento de la EAo. El desarrollo de la valvuloplastia aórtica con balón (VAB) en 1986, fue considerada como una alternativa menos invasiva y más segura que el RVAQ, principalmente en pacientes de alto riesgo quirúrgico. Sin embargo, su aplicación en pacientes con EAo calcificada/degenerativa produjo una tasa elevada de reestenosis tempranas, así como otras complicaciones, sin que se obtuviera aumento alguno de la sobrevida⁽⁶⁾.

El hecho de que los resultados de la VAB no fueran óptimos llevó a una nueva evaluación de las opciones terapéuticas existentes y condujo al desarrollo del reemplazo valvular aórtico transcáteter (TAVI), aplicado en aquellos pacientes con estenosis aórtica severa, de edad avanzada, con alto riesgo quirúrgico, que hayan sido rechazados para cirugía^(5,6).

La ecocardiografía juega un papel importante en la evaluación e identificación de pacientes que serán llevados al TAVI, así como en el monitoreo durante y después del procedimiento. De allí, nace la importancia de conocer las características esenciales de los pacientes candidatos y los parámetros que deben ser cuidadosamente evaluados antes de tomar esta opción terapéutica. Recientemente, en el Centro Cardiovascular Regional Centro-Occidental, ASCARDIO, se realizó de manera exitosa, el primer implante transcáteter de válvula aórtica, en una paciente con EAo severa, de alto riesgo quirúrgico. El inicio de esta actividad abre las puertas al desarrollo y seguimiento de este procedimiento en la institución.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Los sistemas basados en catéteres percutáneos para el tratamiento de enfermedad cardíaca valvular, han sido diseñados y estudiados en modelos animales durante muchos años. El Dr. Bonhoeffer, en el año 2000, realizó el primer implante exitoso de válvula protésica por vía percutánea en humanos, usando una válvula de tejido de vena yugular de bovino, la cual era montada dentro de un stent. El procedimiento fue realizado en un niño de 12 años de edad, con estenosis e insuficiencia de un conducto protésico valvulado desde el ventrículo derecho a la valvular pulmonar ⁽⁷⁾.

Posteriormente, en abril de 2002, Cribier y col., reportaron el primer implante exitoso de bioprótesis de pericardio de bovino montada dentro de un stent balón- expandible de acero inoxidable, a través del acceso anterógrado transeptal, en un paciente con EAo severa que se presentaba en shock cardiogénico ⁽⁸⁾.

Durante los años siguientes, el procedimiento se intentó en muchos otros pacientes, con modificaciones del diseño original (pericardio de equino). En vista de que la vía de acceso inicial fue anterógrada transeptal y traía como consecuencia muchas complicaciones, se mejoraron técnicas en cuanto al tamaño y habilidad del sistema de liberación permitiendo entonces el desarrollo del acceso retrógrado transfemoral, así como de la técnica transapical para pacientes con pobre acceso vascular periférico ⁽⁹⁾. Se experimentaron cambios adicionales en la estructura de la válvula (con pericardio de bovino y aumento en la altura de la prótesis) lo cual resultó en el desarrollo de la válvula Edwards SAPIEN.

En el 2005, Grube y col., publicaron el primer reporte del implante percutáneo exitoso por vía retrógrada femoral de una novedosa bioprótesis valvular aórtica autoexpandible y parcialmente reposicionable, conocida como CoreValve, en 25 pacientes con EAo severa, sintomáticos, de edad avanzada y con múltiples comorbilidades que sumaban un alto riesgo quirúrgico de acuerdo al EuroScore logístico ⁽¹⁰⁾.

ESTUDIOS ACTUALES

Se han realizado estudios multicéntricos desde EE.UU (Estudio REVIVAL II), Unión Europea (REVIVE II), y Canadá (Canadian Special Access) en los que se incluyeron pacientes con área valvular aórtica $< 0,8 \text{ cm}^2$ y con alta mortalidad predictiva (según EuroScore Logístico de 20 %) con la finalidad de evaluar la seguridad y eficacia del procedimiento. Las series de implante retrógrado publicadas por Webb y col., demostraron un éxito inicial del procedimiento del 78 %, que aumentó a 96 % luego de los primeros 25 casos, reflejando una importante curva de aprendizaje. La mortalidad observada a los 30 días fue de 12 %, mientras que lo esperado era 28 %. Durante el seguimiento, no se evidenció deterioro, migración o insuficiencia de la válvula, y se reportó fuga paravalvular moderada al mes del procedimiento, solamente en 3 casos ⁽¹¹⁾.

En septiembre de 2007, la válvula Edwards SAPIEN, alcanzó la aprobación por el Comité Europeo (CE mark), permitiendo la difusión de la tecnología y uso de la misma en individuos de alto riesgo. El estudio PARTNER, publicado en el año 2010, fue un estudio aleatorizado, multicéntrico, cuyo punto final primario fue mortalidad por todas las causas al año del procedimiento, que incluyó pacientes con EAo severa sintomáticos, no candidatos a cirugía, en dos brazos o cohortes de tratamiento. La cohorte A [699 pacientes de alto riesgo quirúrgico, Society of Thoracic Surgeons (STS) Risk Score ≥ 10 o mortalidad operatoria predictiva ≥ 15 %, randomizados a cirugía y/o implante valvular vía transapical o transfemoral], demostró no inferioridad del reemplazo transcáteter con respecto al reemplazo quirúrgico valvular aórtico, en relación con mortalidad al primer año del procedimiento.

Por otro lado, la cohorte B [358 pacientes inoperables, aleatorizados a RVAT y terapia estándar, incluyendo valvuloplastia con balón], demostró sobrevivencia al año de 50,7 % en el grupo de RVAT vs 30,7 % en el grupo de terapia estándar, concluyendo que en pacientes con EAo severa no candidatos para cirugía, el RVAT comparado con la terapia estándar, reduce significativamente la tasa de muerte por cualquier causa, hospitalizaciones

repetidas y síntomas cardiovasculares ⁽¹²⁾.

El registro europeo de resultados a 30 días de la bioprótesis aórtica SAPIEN (Estudio SOURCE, publicado en el año 2010), fue diseñado para establecer los resultados clínicos iniciales de la válvula Edwards SAPIEN luego de su comercialización, e incluyó 1 038 pacientes sometidos a RVAT (575 transapical y 463 transfemoral), en 32 centros europeos, reportándose éxito del procedimiento a corto plazo del 93,8 %. Las complicaciones inherentes al procedimiento fueron pocas, destacando una incidencia de embolización de la válvula y obstrucción coronaria de 0,6 % y 0,3 %, respectivamente. La mortalidad a los 30 días fue menor en el grupo con la técnica transfemoral (6,3 %), que en los pacientes en quienes se utilizó la técnica transapical (10,3 %) ⁽¹³⁾.

En ambos estudios, PARTNER y SOURCE, las complicaciones vasculares al momento de la intervención fueron asociadas con reducción de la sobrevida ⁽¹⁴⁾.

En otro estudio, Piazza y col., en el año 2008, reportaron resultados a 30 días con el uso del sistema de Core Valve de tercera generación en 636 pacientes de EAo severa sintomática, con EuroScore logístico ≥ 15 % o edad > 75 años; y/o > 65 años con factores de riesgo asociados. Evidenciaron éxito del procedimiento en un 97,2 % de los pacientes, mientras que la muerte relacionada con el procedimiento fue observado en el 1,5 % de los casos, la incidencia de muerte por el procedimiento, infarto del miocardio y ECV fue de 2,5 %; la mortalidad por todas las causas a los 30 días fue de 8 %, el implante de marcapasos endocárdicos definitivos fue necesario en el 9,3 % de los casos, y se obtuvo una importante reducción del gradiente medio aórtico de 49 ± 14 a 3 ± 2 mmHg ⁽¹⁵⁾.

Recientemente, en este año (2012), se publicó el seguimiento a dos años del estudio PARTNER, con resultados clínicos y ecocardiográficos de las dos cohortes de pacientes. En la cohorte A (699 pacientes, de alto riesgo, aleatorizados a reemplazo quirúrgico vs RVAT), no se evidenciaron diferencias significativas en la mortalidad por cualquier causa en ambos grupos (RVAT: 33,9 % y reemplazo

quirúrgico: 35 %). La mortalidad cardiovascular a los dos años, fue también similar en el grupo de RVAT y RVAQ, con 21,4 % y 20,5 %, respectivamente. La frecuencia de eventos neurológicos, fue mayor para el grupo de RVAT, en comparación con el grupo quirúrgico, pero sin diferencia significativa. Las complicaciones vasculares y de sangrado mayor, fueron relacionados con el procedimiento (quirúrgico o transcáteter), sin embargo, luego del primer año, estos eventos fueron poco comunes y no difieren significativamente entre los dos grupos. Ningún paciente del estudio fue tratado con valvuloplastia aórtica por balón ni ameritó repetir el IVAT en los dos años de seguimiento. La presencia de endocarditis fue rara y no se reportó daño estructural importante de la válvula que requiriera posteriormente resolución quirúrgica ⁽¹⁶⁾.

Desde el punto de vista ecocardiográfico, también se observó que tanto en el grupo de reemplazo quirúrgico como de TAVI, no se evidenciaron cambios significativos en cuanto al área valvular o gradiente medio en los dos años de seguimiento. La presencia de regurgitación paravalvular moderada o severa, fue más frecuente en el grupo de TAVI que en el grupo quirúrgico, tanto al 1er como al 2do año ⁽¹⁶⁾.

De igual manera, Makkar y col., publicaron recientemente en el 2012, los resultados a los dos años de seguimiento de la cohorte B del estudio PARTNER (358 pacientes, inoperables, aleatorizados a terapia estándar vs TAVI), evidenciándose que la tasa de muerte por cualquier causa fue de 43,3 % en el grupo de TAVI y de 68 % en el grupo de terapia estándar. La tasa de muerte por causa cardíaca también fue mayor en el grupo de terapia estándar que en el grupo de reemplazo transcáteter, con 62,4 % y 31 %, respectivamente. El análisis ecocardiográfico, demostró de igual manera los beneficios del TAVI, los cuales además, se mantienen a los dos años. Aunque se evidenció regurgitación paravalvular leve o trivial en la mayoría de los pacientes que se sometieron al procedimiento transcáteter, solo en el 10 % de los casos se observó algún grado significativo de regurgitación (moderada o severa) ⁽¹⁷⁾.

El seguimiento a dos años demuestra que

tanto el tratamiento quirúrgico como el transcáteter fueron similares en cuanto a mortalidad, mejoría de los síntomas y hemodinamia de los pacientes. De manera que se puede concluir en base a estos importantes estudios, que el TAVI es una alternativa adecuada para pacientes de alto riesgo quirúrgico, o considerados inoperables, en base a una selección adecuada de los mismos ⁽¹⁶⁾.

SISTEMAS DE PRÓTESIS VALVULARES PARA IMPLANTE AÓRTICO TRANSCATÉTER

Existen actualmente dos dispositivos disponibles: la válvula de Edwards SAPIEN de la casa Edwards Lifesciences y la CoreValve de Medtronic, cada una con sus propias características y requerimientos aórticos anatómicos diferentes.

VÁLVULA EDWARDS SAPIEN

Basada en el modelo original de Alain Cribier, consiste en una válvula montada en un stent de acero inoxidable, de balón expandible, que contiene tres valvas simétricas hechas de pericardio de bovino. El stent posee a su vez tejido unidireccional de polietileno con el fin de reducir fuga paravalvular. Los tamaños de la prótesis que existen actualmente, son levemente sobrestimados en relación al anillo aórtico (que debe ser evaluado o medido en la inserción de las cúspides aórticas) con el fin de reducir el grado de regurgitación paravalvular (RPV) posterior al implante ⁽¹⁴⁾.

La válvula está disponible en tamaños de 23 mm (para diámetros anulares de 18-21 mm) y de 26 mm (para diámetros anulares de 22-25 mm) en Estados Unidos, mientras que en Europa se encuentran tamaños de 23, 26 y 29 mm ⁽¹⁸⁾. En Venezuela disponemos de los tamaños de 23 y 26 mm, y se han implantado hasta la fecha aproximadamente 40 válvulas.

Los dispositivos iniciales requerían de un sistema de liberación de 22 o 24 French, sin embargo, actualmente se ha creado una nueva generación: la válvula Edwards SAPIEN XT (Novaflex), la cual tiene menor calibre (18 F), un stent más delgado y posee una cubierta de cobalto

cromado, que le permite mejor fuerza radial y circularidad ^(14,18). La primera y segunda generación de estos dispositivos han sido probados en estudios controlados aleatorizados tanto para el implante por vía transapical como transfemoral (Figura 1).

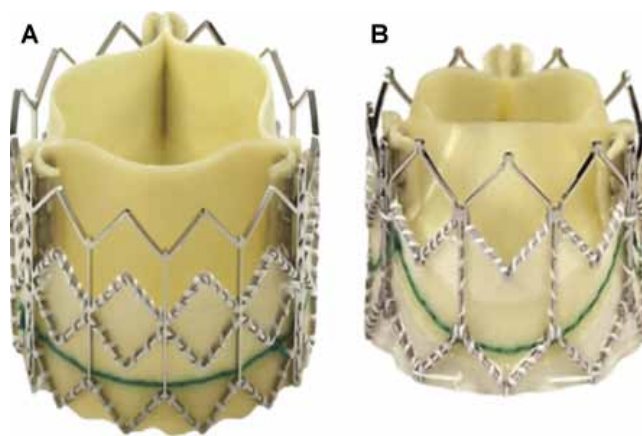


Figura 1. A: Válvula Edwards SAPIEN. B: Válvula Edwards SAPIEN XT o Novaflex.

SISTEMA COREVALVE

Se trata de una bioprótesis con tres velos de tejido pericárdico porcino, montada en un stent de nitinol autoexpansible ⁽¹⁹⁾. Una vez desplegada, el punto de coaptación de las valvas es supra-anular, y se extiende desde el tracto de salida del ventrículo izquierdo (TSVI) hasta la raíz aórtica. En la generación actual, el stent de nitinol es mayor de 50 mm de longitud y tiene forma de reloj de arena, describiéndose tres porciones con las siguientes características (Figura 2):

- La porción más baja tiene la mayor fuerza radial, para la fijación en el anillo y en el TSVI, y empujar hacia los lados las sigmoideas calcificadas, para evitar su retroceso y minimizar la posibilidad de fuga paravalvular. Debe ser fijada cuidadosamente para evitar que pueda afectar a la valva anteroseptal de la válvula mitral ^(14, 20).
- La porción media de la prótesis tiene una cintura

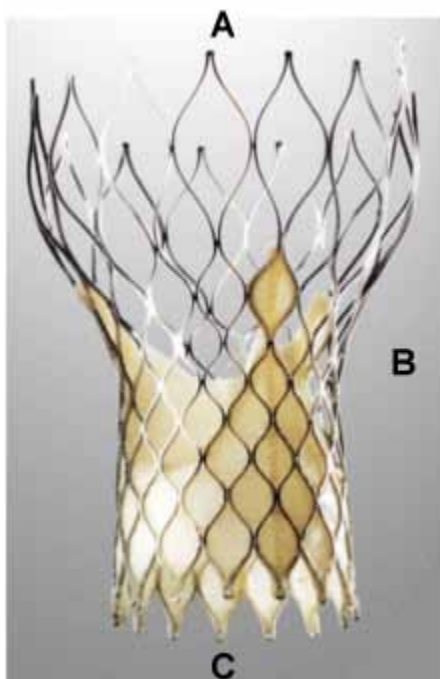


Figura 2. Prótesis CoreValve. A: Porción alta: Aorta ascendente. B: Porción media: Senos de Valsalva. C: Porción baja: TSVI.

apretada, que debe ser plegada a nivel de los senos de Valsalva y ostium de las arterias coronarias, de manera de no obstruir el flujo coronario. Esta parte tiene una alta fuerza radial para anclar de manera firme la prótesis y prevenir migración o fuga paravalvular.

- La porción superior tiene la más baja fuerza radial, y está diseñada para fijar y estabilizar la prótesis en la aorta ascendente ^(11,14).

Posee la ventaja de tener un centrado más confiable y de fácil reposición, permitiendo mayor libertad durante el procedimiento ⁽¹¹⁾. Existen tres tamaños de esta prótesis: la de 26 mm, está diseñada para pacientes con diámetro del anillo aórtico entre 20 y 23 mm; 29 mm para pacientes con diámetro anular aórtico entre 24 y 27 mm; y la prótesis de 31 mm, para anillos aórticos entre 26 y 29 mm ⁽¹⁸⁾. En Venezuela, se dispone de los 3 tamaños de la prótesis, de los cuales se han implantado aproximadamente 63 válvulas, hasta el momento de la realización de este artículo.

El diseño de estas prótesis, con un segmento superior más ancho para asegurarlo en la pared de la aorta ascendente, determina que la altura y el ancho de los senos aórticos y el diámetro de la aorta ascendente deben ser cuidadosamente medidos. Si el diámetro de la aorta ascendente es mayor de 45 mm y/o el diámetro de la anillo aórtico es < de 20 mm o > de 27 mm, no debería implantarse este dispositivo.

Los diseños iniciales usaron un sistema de liberación de 24 F, lo cual, requería anestesia general, circulación extracorpórea e incisión quirúrgica para el implante del dispositivo. La nueva generación de dispositivos se acompañó rápidamente de la disminución del tamaño del introductor de 21 a 18 F, para posteriormente convertir el procedimiento completamente percutáneo ⁽¹¹⁾.

En cuanto a durabilidad de la válvula no hay registros a largo plazo, por tratarse de un procedimiento de desarrollo relativamente reciente ⁽¹⁸⁾.

TÉCNICAS DEL IMPLANTE

El TAVI se realiza actualmente a través de dos vías de acceso diferentes: transfemoral retrógrado y transapical anterógrado, los cuales comparten los mismos principios ⁽²¹⁾.

TÉCNICA DE LIBERACIÓN RETRÓGRADA “TRANSFEMORAL”

El acceso femoral se obtiene usando un introductor de calibre interno de 22 a 24 F, dependiendo del tamaño de la válvula; posteriormente se realiza una valvuloplastia con balón durante estimulación rápida ventricular con marcapasos transitorio ⁽²¹⁾, dirigiendo el stent valvular a través de visión fluoroscópica, usando de forma manual un catéter guía que facilita la navegación no traumática de la válvula alrededor del arco aórtico y permite centrar el cable guía a través de las comisuras de la válvula nativa ^(14,22). Seguidamente la válvula es colocada en una posición subcoronaria, guiándose por ecocardiografía transesofágica (ETE) o fluoroscopia. Una vez que

se ha alcanzado la posición correcta, la válvula es plegada bajo estimulación ventricular rápida (de 160 a 220 lat/min mediante marcapasos temporal), siendo necesario para los dispositivos con balón expandible. El objetivo es crear de manera reversible y transitoria la disminución de la eyección ventricular, y por tanto reducir las fuerzas que pueden conllevar a migración o embolización de la válvula durante el implante^(11,18). La visualización de la válvula durante el momento de la estimulación rápida y el inflado del balón (para la válvula SAPIEN) o despliegue de la CoreValve, permite la verificación inmediata de la colocación correcta de la prótesis.

En pacientes con enfermedad arterial periférica o de pequeños vasos, no es posible el uso de ésta técnica, por lo que se han reportado casos con otras opciones para estos pacientes como el acceso axilar y punción directa de aorta ascendente⁽¹⁸⁾.

TÉCNICA DE LIBERACIÓN TRANSA-PICAL

Es una técnica más invasiva, que requiere de una mínima toracotomía anterolateral izquierda, preferiblemente realizado en una sala de hemodinamia o en un quirófano híbrido, con anestesia general y sin circulación extracorpórea. Previo a la colocación de los campos estériles, se identifica la localización del ápex por palpación y se confirma con el ecocardiograma transtorácico (ETT). Luego, se abre el pericardio cerca del ápex del ventrículo izquierdo (VI) y se inserta un catéter directamente hacia la cavidad del VI, y se usa un cable guía para cruzar la válvula aórtica bajo visión fluoroscópica y ETE⁽¹⁴⁾. El uso de un catéter balón puede ayudar a facilitar la colocación de la guía al evitar el aparato subvalvular mitral. El sistema de despliegue posteriormente se pasa a una profundidad de 3 a 4 cm, tras lo cual, previo a la valvuloplastia aórtica, se realiza el implante de la prótesis⁽¹⁸⁾.

Se ha descrito una técnica más reciente, que ha ganado interés y aceptación, como es el acceso directo aórtico o transaórtico. Está siendo empleado tanto con las técnicas de balón expandible y autoexpandible. El abordaje se hace a través de una esternotomía parcial superior o de

una mínima toracotomía en el segundo o tercer espacio intercostal. Se utilizan suturas reforzadas a nivel de la aorta ascendente, aproximadamente a 5 cm por encima de la válvula. Se coloca un cable guía retrógrado a través de la válvula, realizándose posteriormente la valvuloplastia aórtica por balón y el despliegue de la prótesis de manera similar a las otras técnicas de implante. Las ventajas de este abordaje incluyen la corta distancia desde la válvula aórtica, permitiendo un control adecuado y comodidad al cirujano con una técnica que rutinariamente utiliza para la canulación del *bypass* cardiopulmonar, al compararlo con el acceso transapical. Otra ventaja es que causa menor dolor a la incisión que con la toracotomía anterior izquierda. Sin embargo, la desventaja se presenta en que hay que manipular la aorta ascendente, cuyo riesgo incluye la embolización de placas ateroscleróticas que puedan estar presentes. La generación actual de los sistemas de liberación, están siendo modificados para este acceso^(18,23).

FACTORES PREDICTORES DE MORTALIDAD DEL PROCEDIMIENTO

El TAVI es un procedimiento complejo que hasta el momento se ha realizado exclusivamente en pacientes con muy alto riesgo. Además, la tecnología ha evolucionado muy rápidamente en los últimos 5 años, y ha dado lugar a catéteres transportadores de perfil más bajo y mejores sistemas de implante de la válvula. Webb y col.⁽²⁴⁾ comunicaron su experiencia con 168 pacientes tratados con la válvula de Edwards (Cribier-Edwards, Edwards SAPIEN) implantada por vía transfemoral (n = 113) o transapical (n = 55), observando que la mortalidad a 30 días disminuyó desde el 14,3 % en los primeros 84 pacientes, al 8,3 % en la segunda mitad de la serie. La curva de aprendizaje en relación con la experiencia inicial de un centro es también uno de los factores más importantes asociado a la mortalidad hospitalaria, a corto y a mediano plazo tras un procedimiento de TAVI⁽⁹⁾. En relación con esto, se ha comunicado de igual manera, que la combinación de experiencia y mejoras sustanciales en el diseño del catéter transportador de la válvula pueden conllevar resultados tan excepcionales como

un éxito del procedimiento del 100 % y la ausencia de mortalidad a 30 días ⁽²⁵⁾.

Rodés-Cabauy col. ⁽²⁶⁾, han evaluado los factores pronósticos en la experiencia multicéntrica canadiense de TAVI con la válvula de Edwards, con un total de 345 procedimientos consecutivos. Los predictores de mortalidad a los 30 días del procedimiento fueron la hipertensión pulmonar, la insuficiencia mitral severa y la necesidad de soporte hemodinámico (balón intraaórtico o *bypass* cardiopulmonar) durante el procedimiento. Incluso, Buellesfeld y col. ⁽²⁷⁾, demostraron que el estado funcional del paciente antes del procedimiento, evaluado mediante el índice de Karnofsky (escala de evaluación funcional, usada generalmente en pacientes oncológicos), fue el único predictor independiente de mortalidad intrahospitalaria tras TAVI mediante el sistema Core Valve; lo que destaca una vez más la gran importancia del proceso de selección de los pacientes en los resultados de este procedimiento.

CRITERIOS CLÍNICOS DE SELECCIÓN DEL PACIENTE

La selección de los pacientes candidatos para el TAVI, especialmente para la evaluación del riesgo de los mismos, debe incluir un equipo multidisciplinario, que cuente con cardiólogos, cirujanos cardiovasculares, especialistas en imágenes, anestesiólogos y otras especialidades que sean necesarias. El TAVI está indicado en pacientes con estenosis aórtica pura o predominante, secundaria a calcificación de la válvula (degenerativa) ⁽²¹⁾. La declaración del consenso europeo sobre TAVI en el 2008, recomienda el uso de este procedimiento en pacientes de alto riesgo o con contraindicaciones para la cirugía de reemplazo, a través de los siguientes pasos para su selección:

1. Confirmación de la severidad de la EAo.
2. Evaluación de los síntomas.
3. Análisis del riesgo quirúrgico, así como evaluación de la expectativa y calidad de vida.
4. Establecimiento de la factibilidad y exclusión de contraindicaciones para el procedimiento.

La evaluación de riesgo, se realiza mediante el Sistema Europeo Logístico para la Evaluación de Riesgo Quirúrgico Cardíaco (EuroScore) y/o el predictor de riesgo de mortalidad de la Sociedad de Cirugía de Tórax (STS), definiéndose como alto riesgo quirúrgico un EuroScore logístico de 15 %-20 %; o una puntuación de riesgo de mortalidad de STS de 10 %. Sin embargo, estos resultados, tienen claras limitaciones y su capacidad predictiva para pacientes de alto riesgo estaría limitada basándonos en que estos representaron una pequeña proporción de la población de donde fueron construidas estas puntuaciones. Por otra parte, la idoneidad de estos resultados para evaluar el riesgo en TAVI ha sido cuestionada, debido a que las comorbilidades que son menos importantes para TAVI, aumentan considerablemente el riesgo de la cirugía de reemplazo de la válvula aórtica, especialmente en pacientes de edad avanzada ^(14,21).

El TAVI se indica actualmente solo a un grupo de pacientes altamente seleccionados, estableciendo sus características y los beneficios que obtendrán con el tratamiento. Los criterios de inclusión y exclusión se presentan de acuerdo al último consenso americano sobre TAVI del año 2012, basados en la experiencia y tecnología empleada en los diferentes estudios reportados ⁽¹⁸⁾.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

1. Pacientes con estenosis aórtica calcificada, con criterios ecocardiográficos dados por: gradiente medio > 40 mmHg o pico de velocidad > 4,0 m/s, y un AVAo inicial < 0,8 cm², o indexada a < 0,5 cm²/m²/SC.
2. Que exista un acuerdo entre un cardiólogo intervencionista y dos cirujanos cardiorácicos de que los factores médicos excluyen la cirugía o son de alto riesgo para el reemplazo quirúrgico, basados en la probabilidad de muerte o graves morbilidades irreversibles, que exceden la posibilidad de mejoría. Los cirujanos deben especificar los factores médicos o anatómicos del paciente, así como el cálculo del score del STS para identificar los riesgos del paciente. Al menos un cirujano cardíaco debería evaluar

físicamente al paciente.

3. El paciente debe estar sintomático por su estenosis valvular, diferenciado de síntomas relacionados con sus comorbilidades, con clase funcional NYHA II o más.

Se consideran también, de acuerdo al último consenso americano sobre el TAVI del 2012, algunas condiciones que excluyen a los candidatos en caso de estar presentes como:

1. Evidencia de infarto agudo del miocardio un mes antes del procedimiento.
2. Válvula aórtica congénitamente unicúspide o bicúspide, o no calcificada.
3. Enfermedad mixta de la válvula aórtica (estenosis y regurgitación, con regurgitación predominante).
4. Inestabilidad hemodinámica o respiratoria del paciente, que amerite apoyo inotrópico o ventilación mecánica, o necesidad de cirugía de emergencia por cualquier razón.
5. Miocardiopatía hipertrófica con o sin obstrucción.
6. Disfunción ventricular izquierda severa (FE < 20%), así como hipertensión pulmonar severa y disfunción del VD.
7. Evidencia ecocardiográfica de trombos, masas o vegetaciones intracavitarias.
8. Anillo aórtico < 18 mm o > 25 mm medido por ecocardiografía (datos con tendencia al cambio, de acuerdo al desarrollo futuro de los diferentes tamaños de los dispositivos, que se encuentran en pleno desarrollo) ⁽¹⁸⁾.
9. Insuficiencia mitral severa.
10. Insuficiencia renal (creatinina > 3,0 mg/dL) o que amerite diálisis.
11. Enfermedad significativa de la aorta como aneurisma abdominal o de aorta ascendente, marcada tortuosidad, ateromatosis del arco aórtico.
12. Contraindicación para la anticoagulación.

Existen también algunos factores extracardíacos que incrementan el riesgo del paciente, siendo estos a su vez las características de los pacientes que hablan

a favor del TAVI sobre la cirugía de reemplazo valvular, como son:

- Cirugía previa con injertos o adhesiones (puentes).
- Terapia de radiación torácica previa.
- Aorta en porcelana.
- Cirrosis hepática.
- Hipertensión pulmonar.
- Disfunción del ventrículo derecho.

Marcada fragilidad del paciente (pacientes muy ancianos y/o muy delgados, que ameritan asistencia continua).

El TAVI no se recomienda en pacientes cuya expectativa de vida es menor de 1 año, o en quienes no se espera una mejoría significativa en su calidad de vida.

OTRAS TÉCNICAS DE IMAGEN UTILIZADAS EN LA EVALUACIÓN DEL TAVI

El implante transcatóter de la válvula aórtica incluye la utilización de diferentes técnicas de imágenes invasivas y no invasivas para establecer los requerimientos anatómicos esenciales de la válvula, y guiar el procedimiento. Se debe por tanto, planificar la combinación de la ecocardiografía, angiografía, angiotomografía y resonancia magnética cardíaca, lo cual, permitirá completar la evaluación y la selección adecuada de los pacientes, garantizando un tratamiento exitoso ⁽²⁸⁾. De manera que se recomienda en aquellos pacientes candidatos a un TAVI, el uso combinado de cada una de esas técnicas para evaluar los diferentes aspectos que son esenciales en la toma de decisión y en la ayuda del procedimiento:

- Ecocardiograma transtorácico: diagnóstico de la patología valvular aórtica y de otras entidades cardíacas.
- Ecocardiograma transesofágico (ETE): para evaluar la anatomía de la raíz aórtica, guiar el procedimiento de implante y manejo de complicaciones intraoperatorias.

- Angiografía: diagnóstico y tratamiento de la enfermedad coronaria, establecer la anatomía de la raíz aórtica, aorta y arterias iliofemorales, así como también guía en el procedimiento y manejo de complicaciones.
- Angiotomografía: para confirmar las mediciones de la raíz aórtica y aorta ascendente, principalmente cuando la ventana ecocardiográfica no es adecuada, así como para evaluar las vías arteriales de acceso periférico.

EVALUACIÓN ECOCARDIOGRÁFICA

La ecocardiografía juega un importantísimo rol en la selección adecuada de los pacientes así como en la evaluación intraprocedimiento y seguimiento posterior al mismo.

a. Ecocardiograma basal

1. Establecer severidad de la estenosis valvular aórtica

El ETT, permite estimar el área valvular aórtica, lo cual puede realizarse por planimetría y a través de la ecuación de continuidad. Para este cálculo, se debe estimar el área del TSVI y registrar la ITV (integral tiempo-velocidad) con Doppler de onda pulsada en el TSVI y Doppler de onda continua a través de la válvula⁽¹⁸⁾. La planimetría se ve limitada por el grado de calcificación y desestructuración que pueda tener la válvula nativa, así como una ventana inadecuada del paciente, que no permita delimitar adecuadamente los bordes de la válvula.

De acuerdo a las guías actuales, la EAo severa, se define por un pico de velocidad $\geq 4,0$ m/s, gradiente medio ≥ 40 mmHg y/o AVAo < 1 cm² (indexada a la superficie corporal del paciente $0,6$ cm²/m²), cuando la función ventricular sistólica es normal^(3,18). El estudio PARTNER, para el implante de la válvula SAPIEN, requirió áreas valvulares aórticas $< 0,8$ cm², características de pacientes con estenosis crítica⁽¹²⁾.

Es importante reconocer a aquellos pacientes con estenosis aórtica de bajo gradiente, lo que pudiera sugerir de que se trata de una estenosis menos severa, en relación al área valvular, debido

principalmente al bajo volumen latido, tanto en ventrículos dilatados con baja fracción de eyección (FE) o ventrículos pequeños con FE normal. En estos casos, puede ser útil la realización de un eco estrés con dobutamina (con dosis máxima de hasta 20 μ g/kg/min). Si la máxima velocidad alcanza más de 4 m/s con la inducción de dobutamina, se incrementa el volumen latido, mientras que el AVAo se mantiene menor de $1,0$ cm², resultado en una verdadera estenosis severa. Por el otro lado, si el volumen latido se incrementa con pequeño aumento del gradiente (originando incremento substancial del área valvular), entonces la EAo es de severidad leve o moderada, y la disfunción del VI es debida a otras causas (estenosis pseudosevera)⁽¹⁸⁾.

El ETT es superior al ETE en el establecimiento de la severidad de la EAo, debido a que permite una alineación adecuada con el flujo aórtico y la incidencia del haz de ultrasonido del Doppler aporta con mayor exactitud los datos para el cálculo del AVAo por la ecuación de continuidad⁽²⁸⁾. El ETE al no permitir una alineación adecuada, subestima las velocidades obtenidas (tanto aórtica como del TSVI), por lo que el uso de la ecuación de continuidad no permitirá estimar adecuadamente el área valvular aórtica^(18,29). El ETE es indispensable y superior para la determinación del AVAo por planimetría.

2. Evaluación del anillo

La ayuda de la ecocardiografía, es fundamental para la evaluación de este parámetro en la decisión de un TAVI. Las medidas deben realizarse con extrema exactitud, ya que de esto depende en gran porcentaje el éxito del implante. La dimensión del anillo aórtico es una medida clave que determina la elegibilidad para el TAVI, y orienta en la selección del tamaño de la válvula a usar^(14,18). Inicialmente, se debe realizar un ecocardiograma transtorácico tecnológicamente adecuado, que permita elegir e identificar el sitio exacto en que la evaluación del anillo sea lo más confiable posible. La medida es tomada en el punto de inserción de las cúspides aórticas, inmediatamente por debajo del punto de coaptación de las sigmoideas coronaria derecha y no coronaria (de una válvula aórtica tricúspide), de borde a borde, en un marco ampliado (zoom),

en mesosístole, con la máxima excursión valvular, tomado desde la vista del eje largo medio-esofágica, a una rotación aproximada de 110-150°, como se muestra en la Figura 3 ⁽¹⁴⁾.



Figura 3. Medida del diámetro del TSVI. Fuente: Laboratorio de Ecocardiografía de Ascardio.

Existen algunas limitaciones para esto, como son la presencia de septum interventricular muy engrosado, tracto de salida del VI muy estrecho, las malas ventanas transtorácicas y las calcificaciones severas en la base de la válvula. Estas razones y el hecho de que se han demostrado pequeñas diferencias en el diámetro y geometría del anillo aórtico evaluado por ETT y ETE, hacen indispensable realizar un ecocardiograma transesofágico (ETE) basal que nos permita evaluar exactamente el tamaño real del anillo. Podemos encontrarnos con anillos pequeños (menores de 18 mm) y anillos grandes (aquellos mayores de 24 mm). Cuando obtengamos valores dudosos de diámetros de anillos aórticos por ETT, es cuando adquiere mayor valor la evaluación por ETE. En casos de extrema duda con la evaluación ecocardiográfica, es recomendable recurrir a la ayuda de otro método de imagen como la tomografía, debido a que permitiría mayor seguridad en la evaluación del TSVI, al poder realizar cortes más fidedignos de la válvula en eje transversal.

3. Evaluación de aorta

Posteriormente, se evalúa la raíz aórtica, la cual, es una continuación directa del TSVI y se extiende desde la unión basal de las cúspides de la válvula aórtica hasta el nivel de la unión sinotubular. Con el fin de minimizar el riesgo de oclusión coronaria, es necesario identificar los ostium de las arterias coronarias, lo cual se puede lograr con el ETE y vistas modificadas del eje largo apical de 3 cámaras y así, de esta manera conocer la distancia desde estos hasta el anillo aórtico. Esta medida debe ser comparada con la longitud de sus cúspides medidas en la vista del eje largo, durante la fase de máxima apertura. Aunque las cúspides son mucho más pequeñas que la distancia anillo-ostium, se establece que en pacientes en quienes el tamaño de las cúspides sea mayor que la distancia anillo-ostium, existe un mayor riesgo de oclusión coronaria al momento del implante de la válvula ⁽¹⁴⁾.

El diámetro del seno de Valsalva, también debe ser medido, y es perpendicular al eje largo de la raíz aórtica y típicamente paralelo al AVAo. Es medido como la distancia intraluminal más ancha entre los senos de Valsalva ⁽²⁸⁾ (Figura 4). El diámetro de la porción sinotubular es paralelo al diámetro del seno de Valsalva, donde la raíz aórtica se une a la porción ascendente de la aorta. El diámetro de la aorta ascendente debe ser medido en el segmento más ancho visible por ETE en la vista de eje largo.



Figura 4. Medidas del anillo aórtico (A), raíz aórtica (B), porción sinotubular (C) y distancia entre el anillo y el seno de Valsalva (D).

Utilizando la vista apical de 3 cámaras, (por lo general con vistas de 110-130°), se debe evaluar la porción superior de septum IV y el TSVI, con el fin de descartar la presencia de membrana subaórtica, lo cual, puede crear un obstáculo para la colocación correcta de la prótesis aórtica ⁽²⁴⁾.

A través de la vista del eje corto, se debe evaluar la apertura de la válvula aórtica y clasificarse como central o excéntrica, así como también, describir con exactitud la severidad, localización, simetría, extensión y distribución de la calcificación aórtica. Se deben evaluar las características anatómicas detalladas de la válvula aórtica, incluyendo el número, movilidad y engrosamiento de las cúspides. Actualmente, la presencia de una válvula aórtica bicúspide es tomada como un criterio de exclusión para el TAVI, debido a que el orificio elíptico puede aumentar el riesgo de plegamiento incompleto e incorrecto de la prótesis ⁽¹⁴⁾.

De igual manera, es importante evaluar las características de la aorta ascendente, arco aórtico y aorta descendente, debido a la presencia de placas de ateromas que pueden incrementar el riesgo de embolización periprocedimiento. En estos casos, la técnica transapical para el TAVI, sería la más recomendable y segura.

El ETE 3D es una importante modalidad de imagen en la evaluación pre e intraprocedimiento de los pacientes que van a TAVI. De manera similar a la tomografía o resonancia cardíaca, permite evaluar la raíz y anillo aórticos, permitiendo reducir los errores en la selección del tamaño de las prótesis, aunque se ha demostrado que hay diferencias significativas en las medidas realizadas por ETT, ETE, 2D y 3D. El ETE 3D en tiempo real puede ser útil en precisar el jet de regurgitación aórtica luego del implante de la prótesis ⁽¹⁸⁾.

Por último, se insiste en que es necesario realizar una evaluación ecocardiográfica completa, determinando dimensiones y función tanto del VI como del VD, descartando la presencia de regurgitación aórtica, así como la estructura y función de otras válvulas. Se deben evaluar y tener en cuenta datos de posibles referencias que nos permitan analizar rápidamente complicaciones

futuras (conocer bien el grado de la función ventricular izquierda, la presencia o no de derrame pericárdico, la presencia de insuficiencia mitral, entre otras).

b. Ecocardiograma durante el implante

Durante el implante, la prótesis se ancla de acuerdo a la resistencia del tejido subvalvular; las cúspides nativas son aplastadas contra la pared aórtica y la diferencia en la tensión y fuerza a través de la válvula puede causar el despliegue asimétrico de la prótesis, contribuyendo al riesgo de obstrucción de las arterias coronarias durante el procedimiento ⁽¹⁴⁾. El ETT es útil principalmente durante el implante por vía transapical, ya que permite localizar y marcar la posición de la porción apical del VI previo a la toracotomía, teniendo en cuenta que para realizar este sencillo paso, se deben utilizar las vistas apicales. La ubicación del ápex, debe realizarse en conjunto con el cirujano, con el fin de que ambos estén de acuerdo en el espacio intercostal óptimo. Es importante, que una vez que se ha marcado en la piel la posición óptima del ápex, el paciente ni dicha zona deben ser movidas, ya que puede cambiar la ubicación ya determinada ^(14, 28).

El uso del ETE durante el procedimiento es variable, ya que permite visualizar el posicionamiento del balón durante la valvuloplastia, así como el posicionamiento de la prótesis, confirmar su funcionamiento inmediatamente posimplante, y detectar complicaciones. No obstante, su uso tiene algunas desventajas, ya que la sonda puede obstruir parcialmente la visión fluoroscópica, aunque esto puede evitarse al retraer la sonda durante el implante de la prótesis en sí, y reposicionarla rápidamente luego del plegamiento de la misma ^(14, 28).

Luego de que se ha realizado la valvuloplastia, el catéter de liberación que transporta la prótesis es guiado de manera retrógrada a través de la válvula aórtica por fluoroscopia o por ETE. El ETE debe mostrar el plano del eje largo de la raíz aórtica, rotando un poco la sonda hacia la derecha con el fin de observar la punta del catéter. Existe entre un 2,3 % a un 6 % de error al momento de atravesar la válvula nativa con el catéter de liberación. El posicionamiento preciso de la prótesis requiere de

una excelente calidad de imagen transesofágica, ya que el mal posicionamiento o embolismo de la prótesis puede ocurrir con una tasa de 1,2 % a 4 %, pudiendo resultar posteriormente en cirugía ⁽²⁸⁾.

La ecocardiografía transesofágica es sumamente importante en el momento de confirmar la posición correcta de la válvula, en conjunto con la fluoroscopia. La posición óptima de la prótesis Edwards SAPIEN debe ser con el lado ventricular de la misma ubicado de 2 a 4 mm por debajo del anillo aórtico, en el TSVI. Con respecto a la prótesis CoreValve, desde que su estructura fue modificada, el borde ventricular debe localizarse de 5 a 10 mm por debajo del anillo aórtico. Si la prótesis es posicionada muy abajo, puede afectar el aparato valvular mitral, o puede ser difícil estabilizarla en pacientes con hipertrofia basal marcada del septum interventricular. Por el contrario, si la prótesis es implantada muy arriba, puede migrar hacia la aorta, obstruir el ostium de las arterias coronarias o asociarse a regurgitación paravalvular significativa.

El subestimar las medidas de la prótesis, puede resultar en la migración de la misma o en regurgitación paravalvular significativa y aun cuando no haya complicaciones, puede ocurrir desproporción prótesis-paciente o “mismatch” protésico. Mientras que al sobreestimar la prótesis, las complicaciones están relacionadas con el acceso vascular, así como con las dificultades que se pueden presentar al atravesar la válvula aórtica nativa con el sistema de liberación. De igual manera, existe el riesgo de poca expansión, con la consecuencia de tejido valvular redundante, pudiendo generarse regurgitación central o reducción en la durabilidad de la válvula protésica ⁽¹⁴⁾.

Se han descrito otras técnicas para el monitoreo intraprocedimiento como el innovante eco transnasal y el eco intracardiaco, sin embargo, su uso aún no está bien establecido, debido a la carencia de imágenes de buena calidad y la dificultad en obtener ventanas adecuadas ⁽¹⁴⁾.

c. Ecocardiograma posterior al implante

Inmediatamente luego del plegamiento, el ETE permite confirmar la posición satisfactoria y funcionamiento de la válvula. Se debe evaluar y confirmar igualmente que las cúspides protésicas se mueven adecuadamente, que el stent valvular ha asumido una configuración circular, y que no existe regurgitación valvular o paravalvular significativa (Figura 5 y 6) ⁽¹⁴⁾.



Figura 5. Configuración circular final posterior al implante de Prótesis CoreValve, vista en eje corto por ETE. Fuente: Laboratorio de Ecocardiografía de Ascardio.

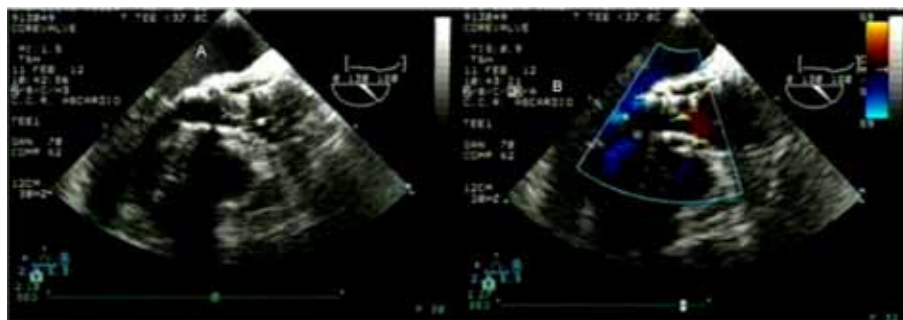


Figura 6. A y B: Vista apical 3C por ETE que muestra el implante de Prótesis CoreValve, con una regurgitación trivial residual (no significativa). Fuente: Laboratorio de Ecocardiografía de Ascardio.

Se puede observar algún grado de regurgitación (generalmente leve) persistente mientras que el sistema de liberación y/o el cable guía permanecen a través de la válvula, lo cual debe resolverse luego de que el sistema es removido ^(14,18). Es importante distinguir entre regurgitación valvular y paravalvular, así como reconocer rápidamente la severidad de la misma en la sala de hemodinamia, de manera que permita un posible rebalonamiento, el implante de una segunda válvula o que incluso requiera de una intervención quirúrgica inmediata si la regurgitación es severa y no es posible corregirse de otro modo.

Se pueden visualizar con frecuencia, pequeñas fugas paravalvulares debido a la extensa calcificación irregular de la válvula nativa, que deja brechas entre el anillo y la prótesis. Si se trata de jets pequeños, que no pasen del TSVI y sin zonas de convergencia proximal visibles por encima de la prótesis o flujo reverso en el arco aórtico, no es necesario intervenir. Si por el contrario, se observan flujos regurgitantes que se extienden más allá del TSVI y la velocidad del aliasing es vista por encima de la prótesis, debe procederse a rebalonamiento o bien al implante de una segunda válvula ⁽¹⁸⁾.

Es indispensable realizar vistas transgástricas por ETE que permitan utilizar Doppler de onda pulsada y continua, así como Doppler color, para confirmar el funcionamiento satisfactorio de la prótesis antes de retirar finalmente la sonda. Esta vista es esencial para asegurar que todos los jets regurgitantes puedan ser detectados ⁽¹⁴⁾.

El ETE es una herramienta esencial en el reconocimiento rápido de complicaciones que puedan presentarse después del TAVI, ante la presencia de inestabilidad hemodinámica ^(14,18), como son:

- Hipotensión severa persistente: puede ser el resultado de obstrucción del TSVI, así como por oclusión arterial coronaria causada por el dispositivo o por placas de calcio, lo cual, puede ser reconocido por hipocinesia regional, mejor observado en la vista transgástrica y/o al evaluar el flujo en las arterias coronarias.
- Disfunción global del VI.

- Insuficiencia mitral severa.
- Desprendimiento de la prótesis.
- Taponamiento pericárdico.
- Perforación del VD por el electrodo de marcapasos.
- Embolismo aéreo.
- Disección aórtica.

La evaluación ecocardiográfica posterior al TAVI permite evaluar el funcionamiento de la prótesis, a través de diferentes técnicas, dentro de las cuales, el uso de la medida del diámetro del TSVI y velocidad inmediatamente proximal al stent, es la que ha sido más resaltada. En el seguimiento a corto y a largo plazo, las endoprótesis, proveen de una mejoría sostenida desde el punto de vista hemodinámico al generar gradientes transvalvulares medios más bajos y área de orificio efectivo (AOE) mayores que el de las válvulas implantadas quirúrgicamente (generalmente con gradientes medios por debajo de 10 mmHg y AOE mayores de 1,5 cm²) ⁽¹⁸⁾.

Por todas las razones antes expuestas, la utilidad del ecocardiograma en cualquiera de sus modalidades está más que demostrada en la evaluación y selección de los pacientes candidatos a TAVI, así como en determinar de manera adecuada el tamaño del dispositivo, guiar correctamente el implante de la prótesis, determinar RPV, detectar complicaciones inmediatas al procedimiento y hacer seguimientos al funcionamiento de la prótesis ⁽²⁹⁾.

CONCLUSIÓN

El TAVI ha surgido para convertirse en una opción terapéutica adecuada en pacientes con EAo severa, de alto riesgo quirúrgico o considerados inoperables. Uno de los principales factores predictores de éxito es la selección apropiada de los pacientes candidatos al procedimiento, así como la experiencia del centro donde se lleve a cabo el implante. La ecocardiografía así como otras técnicas de imagen, sigue siendo uno de los principales métodos para evaluar la severidad de la estenosis aórtica, así como la herramienta que va de la mano

en el pre, peri y posprocedimiento, permitiendo diagnosticar rápidamente las complicaciones inmediatas o tardías que se puedan presentar. Las mediciones realizadas son sumamente importantes, así como la toma adecuada de imágenes, que permitan al equipo médico, decidir el tamaño de prótesis que se implantará y cuál será la vía de acceso para ello. Consideramos que esta novedosa técnica seguirá evolucionando y ampliando sus indicaciones como hasta ahora se ha observado desde su desarrollo, llevando de la mano las técnicas de imagen para su evaluación.

REFERENCIAS

1. Grube E, Schuler G, Buellesfeld L, Gerckens U, Linkel A, Wenaweser P, et al. Percutaneous aortic valve replacement for severe aortic stenosis in high-risk patients using the second- and current third-generation self-expanding CoreValve prosthesis: device success and 30-day clinical outcome. *J Am Coll Cardiol*. 2007;50:69-76.
2. Varadarajan P, Kapoor N, Bansal RC, Pai RG. Survival in elderly patients with severe aortic stenosis is dramatically improved by aortic valve replacement: Results from a cohort of 277 patients aged > or =80 years. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2006;30:722-727.
3. Bonow RO, Carabello BA, Chatterjee K, de Leon AC Jr, Faxon DP, Freed MD, et al. 2008 focused update incorporated into the ACC/AHA 2006 guidelines for the management of patients with valvular heart disease: A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to revise the 1998 guidelines for the management of patients with valvular heart disease). Endorsed by the Society of Cardiovascular Anesthesiologists, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and Society of Thoracic Surgeons. *J Am Coll Cardiol*. 2008;52:e1-142.
4. Rosenhek R, Rader F, Loho N, Gabriel H, Heger M, Klar U, et al. Statins but not angiotensin-converting enzyme inhibitors delay progression of aortic stenosis. *Circulation*. 2004;110:1291-1295.
5. Alexander KP, Anstrom KJ, Muhlbaier LH, Grosswald RD, Smith PK, Jones RH, et al. Outcomes of cardiac surgery in patients > or = 80 years: Results from the National Cardiovascular Network. *J Am Coll Cardiol*. 2000;35:731-738.
6. Cribier A, Zajarias A. [Transcatheter aortic valve replacement: The future is here!]. *Rev Esp Cardiol*. 2008;61:1123-1125.
7. Bonhoeffer P, Boudjemline Y, Saliba Z, Merckx J, Aggoun Y, Bonnet D, et al. Percutaneous replacement of pulmonary valve in a right-ventricle to pulmonary-artery prosthetic conduit with valve dysfunction. *Lancet*. 2000;356:1403-1405.
8. 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;106:3006-3008.
9. Himbert D, Descoutures F, Al-Attar N, Iung B, Ducrocq G, Détaint D, et al. Results of transfemoral or transapical aortic valve implantation following a uniform assessment in high-risk patients with aortic stenosis. *J Am Coll Cardiol*. 2009;54:303-311.
10. Grube E, Laborde JC, Gerckens U, Felderhoff T, Sauren B, Buellesfeld L, et al. Percutaneous implantation of the CoreValve self-expanding valve prosthesis in high-risk patients with aortic valve disease: The Siegburg first-in-man study. *Circulation*. 2006;114:1616-1624.
11. Zajarias A, Cribier AG. Outcomes and safety of percutaneous aortic valve replacement. *J Am Coll Cardiol*. 2009;53:1829-1836.
12. Leon MB, Smith CR, Mack M, 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;363:1597-1607.
13. Thomas M, Schymik G, Walther T, Himbert D, Lefèvre T, Treede H, et al. Thirty-day results of the SAPIEN aortic Bioprosthesis European Outcome (SOURCE) Registry: A European registry of transcatheter aortic valve implantation using the Edwards SAPIEN valve. *Circulation*. 2010;122:62-69.
14. Zamorano JL, Badano LP, Bruce C, Chan KL, Gonçalves A, Hahn RT, et al. EAE/ASE recommendations for the use of echocardiography in new transcatheter interventions for valvular heart disease. *J Am Soc Echocardiogr*. 2011;24:937-965.
15. Piazza N, Grube E, Gerckens U, den Heijer P, Linke A, Luha O, et al. Procedural and 30-day outcomes following transcatheter aortic valve implantation using the third generation (18 Fr) corevalve revalving system: Results from the multicentre, expanded evaluation registry 1-year following CE mark approval. *EuroIntervention*. 2008;4:242-249.
16. Makkar RR, Fontana GP, Jilalawi H, Kapadia S, Pichard AD, Douglas PS, et al. Transcatheter aortic-valve replacement for inoperable severe aortic stenosis. *N Engl J Med*. 2012;366:1696-1704.
17. Kodali SK, Williams MR, Smith CR, Svensson LG, Webb JG, Makkar RR, et al. Two-year outcomes after transcatheter or surgical aortic-valve replacement. *N Engl*

- J Med. 2012;366:1686-1695.
18. Holmes DR Jr, Mack MJ, Kaul S, Agnihotri A, Alexander KP, Bailey SR, et al. 2012 ACCF/AATS/SCAI/STS expert consensus document on transcatheter aortic valve replacement. *J Am Coll Cardiol.* 2012;59:1200-1254.
 19. Rodés-Cabau J. Avances en la implantación percutánea de válvulas en posición aórtica. *Rev Esp Cardiol.* 2010;63:439-450.
 20. Jilaihawi H, Bonan R. Self-expanding percutaneous valve implantation. An update on the CoreValve system. *Cardiac Interventions Today.* 2009;43-49.
 21. Vahanian A, Alfieri OR, Al-Attar N, Antunes MJ, Bax J, Cormier B, et al. Transcatheter valve implantation for patients with aortic stenosis: A position statement from the European Association of Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) and the European Society of Cardiology (ESC), in collaboration with the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI). *Eur J Cardiothorac Surg.* 2008;34:1-8.
 22. Webb JG, Chandavimol M, Thompson CR, Ricci DR, Carere RG, Munt BI, et al. Percutaneous aortic valve implantation retrograde from the femoral artery. *Circulation.* 2006;113:842-850.
 23. Etienne PY, Papadatos S, El Khoury E, Pieters D, Price J, Glineur D. Transaortic transcatheter aortic valve implantation with the Edwards SAPIEN valve: Feasibility, technical considerations, and clinical advantages. *Ann Thorac Surg.* 2011;92:746-748.
 24. Webb JG, Altwegg L, Boone RH, Cheung A, Ye J, Lichtenstein S, et al. Transcatheter aortic valve implantation: Impact on clinical and valve-related outcomes. *Circulation.* 2009;119:3009-3016.
 25. Webb JG, Altwegg L, Masson JB, Al Bugami S, Al Ali A, Boone RA. A new transcatheter aortic valve and percutaneous valve delivery system. *J Am Coll Cardiol.* 2009;53:1855-1858.
 26. Rodés-Cabau J, Webb JG, Cheung A, Ye J, Dumont E, Feindel CM, et al. Transcatheter aortic valve implantation for the treatment of severe symptomatic aortic stenosis in patients at very high or prohibitive surgical risk: Acute and late outcomes of the multicenter Canadian experience. *J Am Coll Cardiol.* 2010;55:1080-1090.
 27. Buellesfeld L, Wenaweser P, Gerckens U, Mueller R, Sauren B, Latsios G, et al. Transcatheter aortic valve implantation: Predictors of procedural success--the Siegburg-Bern experience. *Eur Heart J.* 2010;31:984-991.
 28. Chin D. Echocardiography for transcatheter aortic valve implantation. *Eur J Echocardiogr.* 2009;10:i21-29.
 29. Moss RR, Ivens E, Pasupati S, Humphries K, Thompson CR, Munt B, et al. Role of echocardiography in percutaneous aortic valve implantation. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2008;1:15-24.