

Artículo Original

EVALUACIÓN IMAGENOLÓGICA MULTIMODAL DE MEDICIONES PARA EL ABORDAJE DEL REEMPLAZO VALVULAR AÓRTICO PERCUTÁNEO (TAVI) EN UNA IPS DE CALI, COLOMBIA

¹Luis Miguel Benítez Gálvez, ²Carlos Alberto Nader, ³Juan Carlos Aristizábal Grisales, ⁴Rutger-Jan Nuis, ⁵Jaime Andrés Fonseca, ⁶Camilo Arana, ⁷Lidsa Cruz, ⁸Bernardo Caicedo, ⁹Eduardo J. de Marchena, ¹⁰Peter P. de Jaegere, ¹¹Antonio Enrique Dager

¹ MD. Cardiólogo, Hemodinamista. Clínica de Occidente. Cali, Colombia.

² MD. Cardiólogo, Hemodinamista. Clínica de Occidente.

³ Estadístico, Magíster en Epidemiología. Pontificia Universidad Javeriana, Cali.

⁴ MD. MSc. Departamento de Cardiología, Erasmus Medical Center, Rotterdam, Países Bajos.

⁵ MD. Grupo Angiografía de Occidente, Clínica de Occidente de Cali.

⁶ MD. Cardiólogo, Hemodinamista. Departamento de Cardiología, Clínica de Occidente de Cali

⁷ Enfermera. Departamento de Cardiología, Clínica de Occidente de Cali.

⁸ MD. Cardiólogo. Departamento de Cardiología, Clínica de Occidente de Cali.

⁹ MD. Miller School of Medicine, Universidad de Miami, Florida.

¹⁰ MD, PhD. Departamento de Cardiología, Erasmus Medical Center, Rotterdam, Países Bajos.

¹¹ MD. Cardiólogo. Departamento de Cardiología, Clínica de Occidente. Miller School of Medicine, Universidad de Miami, Florida.

RESUMEN

Introducción: la estenosis aórtica severa es una entidad que afecta a la población general y especialmente a individuos en edades avanzadas. El auge de la técnica percutánea para el reemplazo valvular aórtico (TAVI) ha permitido la inclusión e intervención de pacientes no candidatos a cirugía. La selección adecuada de los pacientes es fundamental y requiere de estudios imagenológicos, antes del implante percutáneo. **Objetivo:** validar para nuestra institución, las medidas requeridas por ecocardiografía transesofágica (TEE), angiotac de corazón (MDCT) y angiografía invasiva, que apoyen los criterios de elegibilidad de pacientes, las estrategias de intervención y el tamaño de válvula a implantar mediante TAVI. **Metodología:** de los 81 reemplazos percutáneos de válvula aórtica con la endoprótesis Corevalve (Medtronic CoreValve System – MCS), desde el 24 de marzo de 2008 hasta el 15 de febrero de 2012, a 53 de ellos (65%) se le realizaron los tres procedimientos imagenológicos antes del implante. El grupo total de pacientes fue dividido en dos: 40 pacientes

tradados entre marzo del 2008 y julio de 2010 (23 con mediciones por las tres técnicas diagnósticas), 41 pacientes tratados desde julio del 2010 hasta febrero de 2012 (30 incluidos por tener las tres técnicas de medición del anillo valvular). Se evaluaron: (i) las medidas diametrales del anillo valvular aórtico por las tres técnicas imagenológicas; (ii) se compararon entre sí, y (iii) se compararon con respecto al tamaño de la endoprótesis finalmente implantada, ya sea de 26mms, 29 mm, o 31 3 mms. Finalmente se (iiii) evaluó la caracterización morfológica del plano valvular aórtico de acuerdo al valor del score de calcio valvular y a la morfología esférica u ovoide del anillo valvular (según las diferencias entre el diámetro mayor y menor), las cuales se compararon entre el primer y segundo grupo de esta cohorte. **Resultados:** La correlación del diámetro del anillo valvular aórtico entre TEE y MDCT fue escasa ($r=0,11$; $p<0,47$); entre TEE y angiografía, fue moderada ($r=0,337$; $p<0,018$); y entre MDCT y angiografía fue igualmente moderada ($r=0,365$; $p<0,009$). No hubo cambios significativos entre las mediciones y correlaciones por TEE cuando entre el primero y el segundo grupo, pero las correlaciones por MDCT y angiografía mejoraron significativamente. Las correlaciones entre las medidas y el tamaño de la válvula implantada fueron: MDCT general ($r=0,67$; $p<0,001$), con el primer subgrupo ($r=0,65$; $p<0,001$), y con el segundo subgrupo ($r=0,78$; $p<0,001$); angiografía general ($r=0,50$; $p<0,005$), con el primer subgrupo ($r=0,39$; $p<0,005$), y el segundo subgrupo ($r=0,60$; $p<0,004$); y finalmente para TEE ($r=0,39$; $p<0,006$), con primer subgrupo ($r=0,41$; $p<0,03$), y el segundo subgrupo ($r=0,33$; $p<0,14$). El score de Agatston para el primer grupo fue de 2627 U en promedio, y para el segundo grupo de 3058 U ($p=0,108$). La diferencia del diámetro mayor y menor del anillo valvular fue de 4.9 cm en el primer grupo y de 3.1 cm en el segundo grupo ($p<0,047$). **Conclusiones:** Los resultados expresan una correlación mejor y que se incrementa con la curva de aprendizaje para el MDCT y la angiografía, a pesar de que en el primer grupo, los anillos valvulares tuvieron una mayor deformidad elipsoidal. La deformidad asimétrica del depósito de calcio no intervino en la capacidad de mediciones del anillo valvular.

Palabras Clave: Reemplazo Valvular Aórtico Percutáneo, angiotac de corazón (MDCT), ecocardiografía transesofágica (TEE), angiografía, estenosis aórtica severa

IMAGENOLOGICAL MULTIMODAL MEASUREMENT EVALUATION IN PERCUTANEOUS AORTIC VALVE REPLACEMENT (TAVI) IN A HEALTH CENTER IN CALI, COLOMBIA

ABSTRACT

Introduction: TAVI has increasingly become a viable treatment for patients with severe aortic stenosis (AS) at excessive surgical risk. Severe aortic stenosis is a condition that affects the general population, especially elderly individuals. Proper selection of patients is critical and requires imaging studies before percutaneous implant. **Objective:** with growing experience, our group has strengthened its pre-procedure assessment of anatomical valve annulus parameters, discrepancies have arisen in the measurements between the different imaging modalities used. We sought to validate and demonstrate the degree of correlation between these modalities and determine possible factors that might influence the results. **Methods:** between March 2008 and February 2012, a total of 81 consecutive patients underwent TAVI with the Medtronic-CoreValve System (MCS). All endpoints were defined in accordance with the Valve Academic Research Consortium recommendations. Fifty-eight patients had a MDCT done prior to implantation, but 53 patients (65%). The mean annulus diameter was calculated and compared between echo, MDCT (also included major and minor annulus diameters, and Agatston valve scoring) and angiographic measurements, and with the final size of the implanted valve. To address the learning curve issue, the group was divided: (a) the first early 40 TAVI cases (first 23 patients with MDCT performed), and (b) the second latest 41 patients (late 30 patients with

MDCT). **Results:** aortic annulus diameter correlations were: low for TEE vs. MDCT ($r=0,11$; $p<0,47$); moderate for TEE vs angiography ($r=0,337$; $p<0,018$); moderate for MDCT vs. Angiography ($r=0,365$; $p<0,009$). No significant changes regarding the early or late subgroups by echo, but MDCT and angiography significantly increased from $r=0,22$ in the early group to $r=0,70$ ($p<0,001$) in the late group. Correlations with the valve size finally implanted (26 mms, 29 mms, or 31 mms) were: MDCT general ($r=0,67$; $p<0,001$), with first subgroup ($r=0,65$; $p<0,001$), and second subgroup ($r=0,78$; $p<0,001$); angiography general ($r=0,50$; $p<0,005$), with first subgroup ($r=0,39$; $p<0,005$), and second subgroup ($r=0,60$; $p<0,004$); and finally for TEE general ($r=0,39$; $p<0,006$), with first subgroup ($r=0,41$; $p<0,03$), and second subgroup ($r=0,33$; $p<0,14$). The Agatston median score was: for early subgroup 2627 U, for late subgroup 3058 U ($p=0,108$). The annulus difference between the major and minor diameters 4.5 cms in the early subgroup and 3.1 cms in the late subgroup ($p=0,047$). **Conclusions:** with growing experience in TAVI procedures, the working groups are demonstrating that MDCT should be preferred over other imaging modalities for valve sizing. This study clearly shows that there is a learning curve that strengthens MDCT's reliability, although some geometric shape deformation of the aortic annulus could account for a less early correlation. Definitely, the calcium burden and its asymmetrical deformation should be no obstacle for an accurate assessment of the aortic valve annulus by MDCT. **Keywords:** Transcatheter Aortic Valve Implantation (TAVI); Multidetector Computed Tomography; Angiography; Echocardiography, Transesophageal; Aortic Valve Stenosis

INTRODUCCIÓN

El reemplazo valvular aórtico percutáneo (TAVI) es un procedimiento mínimamente invasivo para el tratamiento de pacientes con estenosis valvular aórtica severa, quienes tradicionalmente se han considerado como de riesgo muy alto para tratamiento quirúrgico. Los resultados de esta técnica son superiores frente al manejo médico quirúrgico tradicional, incluida la valvuloplastia aórtica (1). El TAVI es actualmente la terapia de elección para pacientes con estenosis valvular aórtica de alto riesgo quirúrgico.

El primer caso manejado con TAVI fue reportado en Francia en 2002 (2). Al 2011 se habían realizado en el mundo más de 30.000 procedimientos, la mayoría en Europa y Canadá. En Latinoamérica existe una experiencia significativa y nuestro grupo es pionero en este procedimiento en Colombia desde el 2007 (3). Hasta el 15 de junio de 2012, 100 pacientes habían ido tratados con TAVI en nuestra institución gracias al trabajo de un grupo interdisciplinario. Este grupo de trabajo en su fase de consolidación encontró discordancia entre las mediciones morfológicas de la estructura valvular aórtica en las diversas modalidades imagenológicas, lo cual dificultaba la toma de decisiones en cuanto al tamaño de la válvula por implantar.

Este estudio tiene los propósitos de validar y comparar la toma de medidas de los parámetros morfológicos del

anillo valvular aórtico con las diversas modalidades imagenológicas. Intentar definir si la curva de aprendizaje del operador ha impactado en el afinamiento del registro de las mediciones, y si ciertas variables morfológicas pueden incidir en las diferencias encontradas.

METODOLOGÍA

El equipo multidisciplinario conformado inicialmente por 2 cardiólogos intervencionistas, 1 cirujano cardiovascular, 1 cirujano vascular, 1 anestesiólogo, 1 cardiólogo especialista en imágenes y 2 enfermeras, realizó entrenamiento en TAVI con el Medtronic CoreValve System (MCS) en 2007 (4). Los primeros 21 casos fueron intervenidos en presencia de un experto internacional, quien participaba activamente en la discusión de los casos (3,5).

Los criterios de elegibilidad de los pacientes están claramente definidos y publicados (6,7,8). Brevemente, los criterios de inclusión fueron: área valvular aórtica (AVA) ≤ 1 cm² o 0.6 cm²/m², anillo valvular aórtico nativo entre ≤ 20 y ≥ 27 mm, diámetro femoral común ≥ 6 mm, síntomas severos (NYHA Clase Funcional III o IV), edad ≥ 75 años y EuroSCORE logístico $\geq 20\%$ o edad ≥ 65 años; una o más de las siguientes comorbilidades: cirrosis hepática, EPOC severo (FEV1 < 1 litro), hipertensión pulmonar severa (> 60 mmHg), revascularización miocárdica previa, aorta en porcelana,

tromboembolismo pulmonar (TEP) recurrente, disfunción ventricular derecha, contraindicación para esternotomía o toracotomía (previa irradiación torácica), caquexia (IMC < 18 kg/m²).

Los criterios de exclusión fueron: expectativa de vida < 12 meses por comorbilidades, bioprótesis preexistente, infarto agudo de miocardio (IAM) < 14 días, enfermedad > 70% del tronco izquierdo no protegido, inestabilidad hemodinámica o choque cardiogénico, historia de endocarditis activa, úlcera péptica activa o hemorragia digestiva alta en los últimos 6 meses, diagnóstico o sospecha de infección activa en tratamiento antibiótico; hipersensibilidad o contraindicación a terapia antiplaquetaria o anticoagulante, al nitinol o al medio de contraste que no puedan premedicarse debidamente.

Previo al implante, en todos los pacientes se realizó cateterismo cardiaco con aortograma torácico, abdominal e ilíaco, y ecocardiografía transtorácica y transesofágica (TEE) (9,10). No en todos los pacientes realizó angiotac de corazón (Multidetector Computed Tomography - MDCT), específicamente en pacientes en falla cardiaca severa, en estado post-valvuloplastia aórtica, con función renal deteriorada. Adicionalmente, en un número importante de pacientes al inicio del programa no se consideraba rigurosamente el MDCT como estudio diagnóstico para definir la estrategia del procedimiento o el tamaño de válvula (11,12).

El MCS de tercera generación consiste en una válvula trivalva de pericardio porcino montada en un marco de nitinol autoexpandible, con dos tamaños de diámetro interno de 26 y de 29 mm, la cual está inserta en un sistema de introducción 18 Fr, para vía femoral o subclavia. Los detalles de la válvula implantada han sido publicadas (4,6).

El TEE se realizó antes del procedimiento TAVI (media de 43 días antes; IQR: 32-91). Incluyó medidas para el anillo valvular aórtico, el área valvular, las velocidades pico, gradientes pico y medio transvalvulares, grado de insuficiencia aórtica y mitral, dilatación y/o hipertrofia ventricular, y fracción de eyección.

El angiotac de corazón se efectuó previo al procedimiento (media de 30 días antes; IQR: 2-60), se evaluaron las medidas del anillo valvular aórtico, el diámetro mayor y menor del anillo valvular, el grado de calcificación del plano valvular determinado por el score de calcio (expresado en unidades Agatston), el área valvular planimétrica, el diámetro de la raíz aórtica, la altura de los senos de Valsalva, el diámetro de la aorta ascendente, y la fracción de eyección del ventrículo izquierdo.

sado en unidades Agatston), el área valvular planimétrica, el diámetro de la raíz aórtica, la altura de los senos de Valsalva, el diámetro de la aorta ascendente, y la fracción de eyección del ventrículo izquierdo.

En la angiografía diagnóstica se obtuvieron cálculos de la raíz aórtica, del anillo valvular aórtico, de los gradientes transvalvulares pico y medio, la altura de los senos de Valsalva y la fracción de eyección.

El punto más crítico para la toma de decisiones era la medida del anillo valvular aórtico; esta medida fue comparada en las tres técnicas imagenológicas (TEE, angiotac y angiografía). La discusión en las juntas de decisiones médicas usualmente se centra en la definición del tamaño de la prótesis y en la identificación de las estrategias procedimentales. Lo anterior sustentado en la interpretación de los estudios diagnósticos y en el reconocimiento de las características clínicas de los pacientes, se optó por comparar además los anillos valvulares calculados por cada método imagenológico con el tamaño final de la válvula MCS implantada, sus tamaños de 26 mm, 29 mm o 31 mm. Sin embargo, por la misma novedad del procedimiento, se consideró la posibilidad de que la curva de aprendizaje determinara la mejoría en la correlación de las medidas y también se pretendió evaluar hasta que punto, además de la curva de aprendizaje, otros aspectos como el grado de deformidad del plano valvular pudiera incidir en estas correlaciones. Por lo tanto, el grupo se dividió en un primer grupo y segundo grupo de pacientes, a los cuales también se compararon los niveles de calcificación valvular (representado en el valor del score de calcio valvular medido en unidades Agatston) y el grado de mayor deformidad geométrica del anillo valvular según la diferencia entre el diámetro mayor y menor del anillo sea mayor (más elipsoide que ovoide).

Recolección de la información

La información se registró en una base de datos, teniendo en cuenta las recomendaciones del Valve Academic Research Consortium (VARC) que fueron recientemente validadas por Consensos de Expertos en TAVI (7,8). VARC se inició en 2009 y publicó en forma estandarizada, los criterios y definiciones para estudios clínicos para TAVI, con miras a garantizar la comparabilidad entre los estudios.

Análisis estadístico

Se utilizaron el Coeficiente de Correlación de Pearson en el análisis de variables cuantitativas (escala mínima de intervalo) y el procedimiento de análisis simple de varianza ANOVA.

RESULTADOS

Entre marzo 24 de 2008 y febrero 15 de 2012, 81 pacientes fueron consecutivamente sometidos a TAVI con la válvula Corevalve (MCS), se incluyeron 53 pacientes (65%) a quienes se les realizaron los tres métodos diagnósticos previos al implante. Al realizar la división de la cohorte, el primer grupo incluyó los primeros 40 pacientes consecutivos (49%), desde el inicio del programa hasta el 29 de julio de 2010 (2 años y 4 meses después de la primera sesión). De estos primeros 40 pacientes, a 23 de ellos (57,5%) se les realizó MDCT y los demás estudios diagnósticos.

La segunda mitad incluyó 41 pacientes (51%), desde el 30 de julio hasta febrero de 2012 (1 año y 7 meses), 30 pacientes (73,2%) fueron incluidos en el proceso de correlación de medidas. Al aplicar la metodología de correlación de las medidas, y como puede observarse en la Tabla 1, la correlación para la medida del anillo valvular es moderada entre angiotac (MDCT) y angiografía ($r = 0,365$; $p < 0,009$);

moderada entre TEE y MDCT ($r = 0,337$; $p < 0,018$); y escasa entre TEE y angiografía ($r = 0,11$; $p < 0,47$), con valores para TEE inferiores a los encontrados por angiografía. Como puede verse también en la Tabla 1, cuando las correlaciones se discriminan de acuerdo con el grupo de la primera mitad y la segunda mitad de pacientes, en la medida en que la correlación entre MDCT y angiografía se afina, pasa de ser leve ($r = 0,22$; $p < 0,25$) a ser alta ($r = 0,70$; $p < 0,0004$). La correlación entre las medidas de la anillo por angiotac y TEE se disminuye (de ser sustancial $r = 0,43$; $p < 0,02$, pasa a ser escasa en la segunda mitad ($r = 0,11$; $p < 0,35$). La medida del diámetro del anillo valvular aórtico entre angiografía y TEE permanece prácticamente invariable. Para efectos de la capacidad que tuvieron los métodos diagnósticos para predecir el tamaño de la válvula a implantar, puede apreciarse en la Tabla 2, que entre el angiotac y las válvulas implantadas, de 26 mm, 29 mm, o 31 mm, la correlación fue alta ($r = 0,67$; $p < 0,0001$), sustancial para angiografía ($r = 0,50$; $p < 0,005$) y moderada para TEE ($r = 0,39$; $p < 0,006$).

Al discriminar por primer y segundo grupo de pacientes, se identifica que la correlación mejora con el paso de tiempo y la experiencia entre MDCT y el tamaño de la válvula implantada ($r = 0,78$; $p < 0,0001$), al igual que la medición por angiografía ($r = 0,60$; $p < 0,004$). Sin embargo,

TABLA 1. COEFICIENTES DE CORRELACIÓN DE PEARSON PARA MEDIDAS DEL ANILLO VALVULAR AÓRTICO, ENTRE LAS MODALIDADES DIAGNÓSTICAS PARA LA COHORTE GENERAL Y DISCRIMINANDO POR GRUPOS SEGÚN ANTIGÜEDAD

RELACIÓN ENTRE	GENERAL n=53		PRIMER GRUPO n=23		SEGUNDO GRUPO n=30	
	CORRELACIÓN	SIGNIFICANCIA (BILATERAL)	CORRELACIÓN	SIGNIFICANCIA (BILATERAL)	CORRELACIÓN	SIGNIFICANCIA (BILATERAL)
ANGIO-TAC	0,37	0,0091	0,22	0,2466	0,7	0,0004
TAC-ECO	0,34	0,0179	0,43	0,0225	0,11	0,6449
ANGIO-ECO	0,11	0,4759	0,11	0,5665	0,22	0,3459

TABLA 2. COEFICIENTES DE CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE LA MEDIDA DEL DIÁMETRO DEL ANILLO VALVULAR AÓRTICO POR CADA MODALIDAD DIAGNÓSTICA, COMPARADO CON EL TAMAÑO DE LA MCS IMPLANTADA, PARA LA COHORTE GENERAL Y DISCRIMINADO POR GRUPOS SEGÚN ANTIGÜEDAD

RELACIÓN ENTRE	GENERAL n=53		PRIMER GRUPO n=23		SEGUNDO GRUPO n=30	
	CORRELACIÓN	SIGNIFICANCIA (BILATERAL)	CORRELACIÓN	SIGNIFICANCIA (BILATERAL)	CORRELACIÓN	SIGNIFICANCIA (BILATERAL)
ANGIO-VALV	0,5	0,0054	0,39	0,39	0,6	0,0043
TAC-VALV	0,67	0,0000	0,65	0,0001	0,78	0,0000
ANGIO-VALV	0,39	0,0062	0,41	0,0307	0,33	0,1432

por TEE, la correlación para la medida del anillo valvular calculada y el tamaño de válvula finalmente implantada, disminuye levemente entre la primera mitad y la segunda mitad ($r = 0,33$; $p < 0,142$).

Ahora bien, con respecto a la morfología del plano valvular y el anillo valvular, se definieron las variables de grado de calcificación (en general, produce deformidad asimétrica), según el score medido en unidades Agatston y la mayor deformidad geométrica o simétrica del anillo según su morfología más ovoide o elipsoide. Esta última estaría relacionada con una mayor o menor diferencia entre el diámetro menor y mayor del anillo valvular.

La media del grado de calcificación para el primer grupo fue de 2627 Unidades Agatston y para el segundo grupo fue de 3058 Unidades Agatston, sin que se observe una diferencia significativa entre los dos grupos ($p = 0,108$). Sin embargo, cuando se valora la diferencia entre el diámetro mayor y menor del anillo valvular, se observa que en el primer grupo, la diferencia media fue de 4.5 cm, y en el segundo grupo de 3.1 cm ($p < 0,047$).

DISCUSIÓN

Esta es una experiencia pionera en Latinoamérica y en Colombia. Se encontró una mortalidad del 9%, con un éxito primario de 96% (3), sin que haya evidencia de menor supervivencia a pesar de que se ha incluido un grupo de pacientes con baja función ventricular (13), parámetros que se encuentran dentro de los diversos registros mundiales con la utilización del MCS (14-17).

Nuestra población en general se caracteriza por presentar un EuroSCORE de 25% y pobre función ventricular hasta en un 17% de los casos (3,8,13). El programa de TAVI se inició en 2007, como una opción terapéutica para el creciente número de pacientes con estenosis aórtica severa sintomática y riesgo quirúrgico alto, a quienes sólo se les ofrecía manejo médico, semejante a lo que ocurría en la experiencia TAVI en otras latitudes (18-20).

La conformación de un grupo interdisciplinario para el desarrollo del proyecto TAVI fue crucial para el logro de esta terapia en Colombia y en Latinoamérica (5). Gracias al desarrollo de este estudio y a la discusión académica y científica de los casos, con expertos en cada una de las modalidades imagenológicas, se adquirió una conceptualización comprensiva de esta patología y de la correcta

utilización de la información morfo-funcional de las ayudas diagnósticas (21).

Los resultados del presente estudio indican que a medida que el grupo de trabajo fue ganando experiencia, se vio la necesidad de recurrir al apoyo diagnóstico por imágenes multimodal. Esto se expresa claramente en la proporción mayor de pacientes con este abordaje que incluía la toma de angiotac de corazón dentro del proceso de selección de pacientes, si se compara el primer grupo de 40 pacientes con el segundo grupo más reciente de 41 pacientes.

Para efectos de la decisión sobre el tamaño de la válvula a implantar, resulta más confiable el dato de medición por MDCT que el dato entregado por ecocardiografía, sin que esto quiera decir que deba sustituirse, la información arrojada por el TEE es fundamental para la definición de otras estrategias intervencionistas diferentes al tamaño de la válvula.

El MDCT, al igual que la angiografía diagnóstica, provee información precisa sobre otras variables de medición importantes, entre ellas las variables de medición de la raíz aórtica y de la altura de los senos de Valsalva, y en particular, la relación de la emergencia de los vasos coronarios a partir de los senos de Valsalva. Aunque estas variables no fueron objeto de este trabajo, son de gran utilidad para definir en algunos casos el lugar más bajo en que pueda implantarse el MCS.

Hubo una correlación moderada entre los datos del TEE y el MDCT; se demostró que con el paso del tiempo y de la experiencia, la correlación del dato sobre el anillo valvular entre MDCT y angiografía aumentó, mientras que la correlación de la medida de este diámetro entre ecocardiografía (TEE), tanto con angiotac como con angiografía diagnóstica, disminuyó. La posibilidad de reconstrucción multisegmentaria y multidimensional de los equipos de escanografía, asociado seguramente a una curva de aprendizaje, son factores que pudieron influir en el mayor afinamiento de medición. Ahora bien, aunque no fue objeto de estudio en este trabajo, la ecocardiografía también habrá afinado las diversas estrategias para precisión diagnóstica de otras variables morfológicas y funcionales alrededor de la valvulopatía aórtica.

En lo que se refiere a la capacidad de predecir o definir el tamaño de la válvula a implantar de acuerdo con el diámetro del anillo, se conoce que por lo general las mediciones por

ecocardiografía entre 18-22 mm, la válvula a usar puede ser la MCS No. 26, y que las mediciones por encima de 22 mm, requieren la utilización de la válvula No. 29 (11). Sin embargo, cuando se utiliza MDCT para medir el anillo, se ha establecido que la subestimación del valor es menor, por lo que para escoger una MCS de 26 mm, se tomarían datos de anillos valvulares por MDCT entre 18 y 23 mm. Esto ya ha sido también demostrado en otro tipo de válvulas percutáneas como la de Edward-sapiens, con correlaciones modestas entre las medidas por ecocardiografía y por MDCT (22). De alguna manera, esto fue también revelado en el presente estudio, como complemento de las mejores correlaciones generales y por la curva de aprendizaje, entre la medida por MDCT y angiografía con respecto al tamaño de la válvula implantada.

Se determinó la necesidad de evaluar dos variables que pudieran estar incidiendo en la mayor o menor correlación de las medidas tanto entre la aproximación multimodal como en la capacidad de predecir el tamaño de la válvula a implantar. Esto especialmente en su relación con los dos grupos de pacientes que reflejan el tránsito habitual de una curva de aprendizaje. Se encontró que en cuanto al grado de calcificación de la válvula, no hubo diferencia significativa entre el primer grupo y el segundo grupo de pacientes. Esto tiene importancia, dado que la carga y la disposición del calcio valvular genera una deformidad casi siempre asimétrica del anillo valvular y el plano valvular, y puede ser una razón para obtener mediciones imprecisas del diámetro del anillo valvular. El no hallar diferencia significativa en el volumen de calcio entre los dos grupos implica que este factor puede no estar relacionado con los cambios en las correlaciones encontradas.

La deformidad geométrica del anillo valvular (de forma ovoide a forma elipsoide), es fuente también de mediciones imprecisas del diámetro real, especialmente para la ecocardiografía. Se encontró que en el primer grupo, la

deformidad geométrica (casi siempre simétrica a diferencia del volumen de calcio que por su distribución errática en el plano valvular produce cambios asimétricos) fue mayor en el primer grupo que en el segundo grupo. Por tanto, se puede afirmar que si bien la mejoría en las correlaciones entre MDCT y angiografía, al igual que sus respectivas correlaciones con el tamaño de válvula implantada pudieran estar en relación con anillos menos deformados simétricamente en el segundo grupo, como factor adicional a la natural curva de aprendizaje, esto no sucede con las correlaciones ecocardiográficas por TEE que se deterioran a pesar de que los anillos en el segundo grupo son menos deformados (más ovoides). Esto podría darle mayor peso al factor de la curva de aprendizaje que a las variaciones geométricas del anillo valvular para la adquisición más precisa o no de las medidas en torno al anillo valvular aórtico.

CONCLUSIONES

Los resultados encontrados muestran, por un lado, la necesaria complementariedad de la información morfofuncional diagnóstica que arrojan los diversos métodos de diagnóstico cardiológico modernos. Angiografía de Occidente, y los demás servicios de Imagen Cardiovascular no invasiva de la Clínica de Occidente de Cali, son precursores en Colombia y en Latinoamérica en esta técnica moderna de TAVI. Esta exploración para validar las mediciones de las diversas modalidades imagenológicas (TEE, MDCT y angiografía) no pretende definir la sustitución de unos métodos de diagnóstico por otros, sino identificar elementos que permitan interpretar comprensivamente cada método y tomar decisiones asertivas frente al paciente con estenosis aórtica sintomática severa, no elegible para cirugía.

AGRADECIMIENTOS

A todo el personal médico, paramédico y administrativo de los diversos servicios de la Clínica de Occidente.

REFERENCIAS

1. Leon M, Smith C, Mack M, Miller D, Moses J, Svensson L, Tuzcu E, Webb J, Fontana G, Makkar R, Brown D, Block P, Guyton R, Pichard A, Bavaria J, Herrmann H, Douglas P, Petersen J, Akin J, Anderson W, Wang D, Pocock S, Investigators PT. Transcatheter aortic-valve implantation for aortic stenosis in patients who cannot undergo surgery. *N Engl J Med* 2010; 363(17):1597-1607.
2. Cribier A, Eltchaninoff H, Bash A, Borenstein N, Tron C, Bauer F, Derumeaux G, Anselme F, Laborde F, Leon M. Percutaneous transcatheter implantation of an aortic valve prosthesis for calcific aortic stenosis: first human case description. *Circulation* 2002; 106(24):3006-3008.
3. Dager AE, Nuis RJ, Caicedo B, Fonseca J, Arana C, Cruz L, Benitez LM, Nader CA, Dueñas E, de Marchena E, O'Neill W, de Jaegere P. Clinical Results

- Of The Cali Colombian Transcatheter Aortic Valve Implantation Medtronic CoreValve Registry. *Tex Heart Inst J* 2012; 39(3): 351-8.
4. Grube E, Schuler G, Buellesfeld L, Gerckens U, Linke A, Wenaweser P, Sauren B, Mohr F, Walther T, Zickmann B, Iversen S, Felderhoff T, Cartier R, Bonan R. 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(1):69-76.
 5. Nuis RJ, Dager AE, van der Boon R, Jaimes MC, Caicedo B, Fonseca J, Van Mieghem NM, Benitez L, Umana JP, O'Neill W, de Marchena E, de Jaegere P. Patients with Aortic Stenosis Referred for TAVI: Treatment Decision, In-hospital Outcome and Determinants of Survival. *Neth Heart J* 2012; in press.
 6. Buellesfeld L, Wenaweser P, Gerckens U, Mueller R, Sauren B, Latsios G, Zickmann B, Hellige G, Windecker S, Grube E. Transcatheter aortic valve implantation: predictors of procedural success - the Siegburg-Bern experience. *Eur Heart J* 2010; 31(8):984-991.
 7. Leon MB, Piazza N, Nikolsky E, Blackstone EH, Cutlip DE, Kappetein AP, Krucoff MW, Mack M, Mehran R, Miller C, Morel MA, Petersen J, Popma JJ, Takkenberg JJ, Vahanian A, van Es GA, Vranckx P, Webb JG, Windecker S, Serruys PW. Standardized endpoint definitions for transcatheter aortic valve implantation clinical trials: a consensus report from the valve academic research consortium. *J Am Coll Cardiol* 2011; 57(3):253-269.
 8. Holmes DR, Mack MJ, Kaul S, et al. 2012 ACCF/AATS/SCAI/STS Expert Consensus Document on Transcatheter Aortic Valve Replacement. *J Am Coll Cardiol*. 2012 in press.
 9. Schiller N, Shah P, Crawford M, DeMaria A, Devereux R, Feigenbaum H, Gutgesell H, Reichek N, Sahn D, Schnittger I. Recommendations for quantitation of the left ventricle by two-dimensional echocardiography. American Society of Echocardiography Committee on Standards, Subcommittee on Quantitation of Two-Dimensional Echocardiograms. *J Am Soc Echocardiogr* 1989; 2(5):358-367.
 10. Moss, RR, Ivens E, Sanjeevan P, Humphries K, Thompson CR, Munt B, Sinhal A, Webb JG. Role of Echocardiography in Percutaneous Aortic Valve Implantation. *J Am Coll Cardiol Img.* 2008; 1: 15-24.
 11. Lepic J, Gurvitch R, LaBounty TM, Min JK, Wood D, Johnson A, Ajlan AM, Wijesinghe N, Webb JG. *J Am Coll Cardiol Img.* 2011; 4: 416-429.
 12. Schoenhagen P, Kapadia S, Halliburton S, Svensson LG, Tuzcu EM. Computed Tomography Evaluation for Transcatheter Aortic Valve Implantation (TAVI): Imaging of the Aortic Root and Iliac Arteries. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 2011; 5(5): 239-300.
 13. Van der Boon, RM; Nuis, RJ; van Mieghem, N; Benitez, LM; van Geuns, RJ; Tjebbe, WG; van Domburg, RT; Serruys, PW; de Marchena, E; Geleijnse, ML; Dager, AE; de Jaegere, PPT. Clinical Outcome following Transcatheter Aortic Valve Implantation in Patients with Impaired Left Ventricular Systolic Function. *Cath Interv.* 2012; in press.
 14. Zahn R, Gerckens U, Grube E, Linke A, Sievert H, Eggebrecht H, Hambrecht R, Sack S, Hauptmann K, Richardt G, Figulla H, Senges J, Investigators obotGTAVIR. Transcatheter aortic valve implantation: first results from a multi-centre real-world registry. *Eur Heart J* 2010.
 15. Tamburino C, Capodanno D, Ramondo A, Petronio AS, Ettore F, Santoro G, Klugmann S, Bedogni F, Maisano F, Marzocchi A, Poli A, Antonucci D, Napolitano M, De Carlo M, Fiorina C, Ussia GP. Incidence and predictors of early and late mortality after transcatheter aortic valve implantation in 663 patients with severe aortic stenosis. *Circulation* 2011; 123(3):299-308.
 16. Eltchaninoff H, Prat A, Gilard M, Leguerrier A, Blanchard D, Fournil G, Lung B, Donzeau-Gouge P, Tribouilloy C, Debrux J, Pavié A, Guéret P, Investigators obotFR. Transcatheter aortic valve implantation: early results of the FRANCE (French Aortic National CoreValve and Edwards) registry. *Eur Heart J* 2010.
 17. Nuis R-J, Van Mieghem N, Van der Boon R, Van Geuns R-J, Schultz C, Oei F, Galema T, Bol Raap G, Koudstaal P, Geleijnse M, Kappetein AP, Serruys P, De Jaegere P. Effect of Experience on Results of Transcatheter Aortic Valve Implantation Using a Medtronic CoreValve System. *Am J Cardiol*; 2011.
 18. Webb J, Pasupati S, Humphries K, Thompson C, Altwegg L, Moss R, Sinhal A, Carere R, Munt B, Ricci D, Ye J, Cheung A, Lichtenstein S. Percutaneous transarterial aortic valve replacement in selected high-risk patients with aortic stenosis. *Circulation* 2007; 116(7):755-763.
 19. Thielmann M, Wendt D, Eggebrecht H, Kahlert P, Massoudy P, Kamler M, Erbel R, Jakob H, Sack S. Transcatheter aortic valve implantation in patients with very high risk for conventional aortic valve replacement. *Ann Thorac Surg* 2009; 88(5):1468-1474.
 20. Piazza N, de Jaegere P, Schultz C, Becker AE, Serruys PW, Anderson RH. Anatomy of the Aortic Valvar Complex and Its Implications for Transcatheter Implantation of the Aortic Valve. *Circ Cardiovasc Intervent.* 2008;1:74-81.
 21. Ng ACT, Delgado V, van der Kley F, Shanks M, van de Veire NRL, Bertini M, Nucifora G, van Bommel RJ, Tops LF, de Weger A, Tavilla G, de Roos A, Kroft LJ, Leung DJ, Schuijff J, Schalij MJ, Bax JJ. Comparison of Aortic Root Dimensions and Geometries Before and After Transcatheter Aortic Valve Implantation by 2- and 3 Dimensional Transesophageal Echocardiography and Multislice Computed Tomography. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2010;3:94-102.
 22. Messika-Zeitoun D, Serfaty JM, Brochet E, Ducrocq G, Lepage L, Detaint D, Hyafil F, Himbert D, Pasi N, Laissy JP, Lung B, Vahanian A. Multimodal Assessment of the Aortic Annulus Diameter Implications for Transcatheter Aortic Valve Implantation. *J Am Coll Cardiol* 2010;55:186-94.