

Artículo Original

Diferencias entre las dimensiones sistólica y diastólica del anillo valvular aórtico en la angiotomografía computarizada en pacientes sometidos a implante percutáneo de prótesis valvular aórtica por catéter

Rafael Cavalcante Silva, José Mariani Jr., Breno de Alencar Araripe Falcão, Antônio Esteves Filho, Cesar Higa Nomura, Luiz Francisco Rodrigues de Ávila, José Rodrigues Parga, Pedro Alves Lemos Neto*

Instituto do Coração, Hospital das Clínicas, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

Informaciones sobre el artículo

Historial del artículo:

Recibido el 19 de enero de 2015

Aceptado el 28 de marzo de 2015

Palabras clave:

Reemplazo de la válvula aórtica
transcatéter

Tomografía computarizada por rayos X

Estenosis de la válvula aórtica

Resumen

Introducción: La medida precisa del tamaño del anillo valvular aórtico tiene importancia fundamental para la planificación del implante percutáneo de prótesis valvular aórtica transcatheter (TAVI) en pacientes con estenosis valvular aórtica grave. Si bien hay recomendación de realizar la medición en la sístole, poco se sabe acerca de la importancia de las diferencias entre las dimensiones sistólica y diastólica del anillo.

Métodos: Pacientes consecutivos derivados a TAVI fueron evaluados con tomografía computarizada para medición del anillo valvular en la sístole y la diástole. El área, circunferencia, diámetros máximo y mínimo, y sus diámetros medios derivados fueron obtenidos en ambas fases del ciclo cardíaco. Gráficos de Bland-Altman fueron construidos para que se evaluaran las diferencias entre las medidas.

Resultados: Se incluyeron en el análisis 41 pacientes con estenosis aórtica severa. Las medias del área, circunferencia y diámetros medios fueron discretamente mayores en la sístole. Sin embargo, en el 35% de los pacientes las dimensiones diastólicas fueron mayores. Estas diferencias, aunque son significativas en términos estadísticos, fueron pequeñas (la mayor diferencia fue de 0,6 mm en el diámetro medio). Gráficos de Bland-Altman revelaron buenos niveles de concordancia entre las medidas sistólicas y diastólicas en todos los parámetros evaluados.

Conclusiones: Observamos pequeñas diferencias en las dimensiones sistólicas y diastólicas del anillo valvular aórtico mediante tomografía computarizada, las cuales, a pesar de que son significativas en términos estadísticos, probablemente no tienen impacto en la selección de la prótesis ni tampoco en el resultado del procedimiento.

©2015 Sociedade Brasileira de Hemodinâmica e Cardiologia Intervencionista. Publicado por Elsevier Editora Ltda.

Este es un artículo Open Access bajo la licencia de CCBY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Differences between systolic and diastolic dimensions of the aortic valve annulus in computed tomography angiography in patients undergoing percutaneous implantation of aortic valve prosthesis by catheter

Abstract

Background: Accurate aortic valve annulus sizing has critical importance for the planning of percutaneous transcatheter aortic valve implantation (TAVI) in patients with severe aortic valve stenosis. Although there is a recommendation to perform the measurement during systole, little is known about the importance of the differences between systolic and diastolic dimensions of the annulus.

Methods: Consecutive patients referred for TAVI were evaluated with computed tomography for valve annulus sizing during systole and diastole. Area, circumference, minimum and maximum diameters, and their mean derived diameters were obtained in both phases of the cardiac cycle. Bland-Altman plots were constructed to evaluate the differences between the measures.

Results: The analysis included 41 patients with severe aortic stenosis. Mean area, circumference, and diameters were slightly greater in systole. However, in 35% of patients, diastolic dimensions were greater. These differences, although statistically significant, were small (the greatest difference of 0.6 mm in mean diameter). Bland-Altman plots showed good agreement between systolic and diastolic measurements on all parameters evaluated.

Keywords:

Transcatheter aortic valve replacement

Tomography, X-ray computed

Aortic valve stenosis

*Autor para correspondencia: Avenida Dr. Enéas de Carvalho Aguiar, 44, bloco L3º andar, Hemodinâmica, Cerqueira César, CEP:05403-000, São Paulo, SP, Brasil.

E-mail: pedro.lemos@incor.usp.br (P. A. Lemos Neto).

La revisión por pares es responsabilidad de Sociedade Brasileira de Hemodinâmica e Cardiologia Intervencionista.

Conclusions: Small differences were observed in the systolic and diastolic dimensions of the aortic valve annulus with computed tomography scan, which, although statistically significant, probably do not impact the selection of prosthesis or the procedure outcome.

©2015 Sociedade Brasileira de Hemodinâmica e Cardiologia Intervencionista. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CCBY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

La angiografía computarizada (angio-TC) es una importante herramienta para la evaluación anatómica de pacientes con estenosis valvular aórtica candidatos al implante percutáneo de prótesis valvular aórtica transcatheter (TAVI, sigla del inglés *transcatheter aortic valve implantation*).¹ En muchos centros, la angio-TC es considerada el método diagnóstico más importante para la planificación de la estrategia de intervención para estos pacientes. La técnica tiene un papel fundamental en la medición del tamaño del anillo valvular, que sirve para guiar la elección del tipo y el tamaño de la prótesis a implantar.

Estudios previos demostraron que las dimensiones de la raíz aórtica pueden variar durante el ciclo cardíaco.^{2,3} Tales diferencias de dimensiones en la sístole y la diástole son, aparentemente, imprevisibles, tendiendo las dimensiones sistólicas a ser mayores. Sin embargo, lo opuesto también puede ocurrir.²

En la práctica diaria, las imágenes de la angio-TC comúnmente se adquieren en una única fase del ciclo cardíaco, frecuentemente al final de la diástole, si bien un consenso internacional de especialistas recomienda que las mediciones se realicen en la sístole.¹

A pesar de que algunos estudios han demostrado importantes diferencias en las medidas sistólicas y diastólicas, otros grupos sugieren que tales diferencias son de menor importancia, con poca chance de que alteren el proceso de la toma de decisión.^{2,4} Sin embargo, existen pocos datos en la literatura que soporten las recomendaciones en relación a la importancia de estas variaciones dinámicas en el tamaño del anillo valvular aórtico para la evaluación del paciente candidato a TAVI.

El presente estudio tuvo por objetivo evaluar las diferencias en el tamaño del anillo valvular en la sístole y la diástole mediante angio-TC y su potencial efecto en la planificación del procedimiento de TAVI.

Métodos

Pacientes consecutivos de dos centros (Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo y Hospital Sírio-Libanês) en San Pablo (SP), portadores de estenosis valvular aórtica severa (área valvular aórtica < 1cm²), considerados inoperables o de alto riesgo quirúrgico, que fueron tratados con TAVI y presentaban imágenes de angio-TC basal adquiridas en el final de la sístole y la diástole, fueron incluidos en el presente análisis. Todos los procedimientos de TAVI se realizaron por vía transfemoral con la prótesis balón-expandible Edwards SapienXT (Edwards Lifesciences, Irvine, EEUU) o la prótesis auto expandible Medtronic CoreValve (Medtronic, Minneapolis, EEUU).

Todas las tomografías se realizaron antes (en los dos meses previos) del procedimiento de TAVI. Se utilizaron tomógrafos de 64 o 256 columnas de detectores Aquilion (Toshiba Medical Systems, Tokio, Japón), y los protocolos de adquisición se aplicaron como se describió previamente.¹ El análisis de las imágenes de angio-TC se realizó en una estación de trabajo especialmente diseñada para ello, como se describió previamente, y por un único experto analista.¹ En resumen, el plano valvular aórtico fue identificado, y las siguientes medidas fueron obtenidas para el anillo valvular, tanto en la sístole como en la diástole: diámetros máximo (D_{max}) y mínimo (D_{min}) del anillo valvular aórtico oval; diámetro medio del anillo valvular aórtico oval ($DM = [(D_{max} + D_{min})/2]$); área planimetrada del anillo valvular (A); diámetro medio derivado del área, bajo la suposición de circularidad total ($D_A = 2\sqrt{A/\pi}$); perímetro circun-

ferencia del anillo (C); diámetro medio derivado de la circunferencia, bajo la suposición de circularidad total ($D_C = C/\pi$).

Análisis estadístico

Las variables categóricas fueron presentadas como números absolutos y proporcionales. Las variables continuas fueron presentadas como media \pm desvío estándar y comparadas utilizándose el test *t* de Student pareado. Los coeficientes de correlación de Pearson fueron utilizados para correlacionar las medidas sistólicas y diastólicas. El método propuesto por Bland y Altman fue usado para evaluar las diferencias de las medidas en la sístole y en la diástole del anillo valvular aórtico mediante angio-TC. En el análisis de Bland-Altman, la diferencia entre las dos medidas es planteada contra su media, con límites de 95% calculados para evaluar la concordancia entre dichas medidas.^{5,6}

Resultados

Población del estudio

Entre noviembre de 2012 y noviembre de 2014, 41 pacientes sometidos a TAVI en 2 centros presentaban angio-TC basal con imágenes al final de la sístole y la diástole. Las características de la población se encuentran resumidas en la tabla 1. En total, el 48,8% de los pacientes eran del sexo femenino y tenían edad de $83,5 \pm 6,9$ años. El EuroScore logístico medio fue de $13,7 \pm 11,8\%$, y el score de la *Society of Thoracic Surgeons* (STS) medio fue de $19,2 \pm 14,9\%$, reflejando una población de alto riesgo quirúrgico. La mayoría (85,3%) se encontraba en clase funcional III o IV de la *New York Heart Association* (NYHA). Aleocardiograma basal, el gradiente transvalvular medio fue de $51,5 \pm 17,4$ mmHg y el área valvular aórtica media fue $0,7 \pm 0,2$ cm².

Tabla 1

Características basales	
Edad, años	83,5 \pm 6,9
Sexo femenino, n (%)	20 (48,8)
Score STS, (%)	19,2 \pm 14,9
EuroSCORE logístico, (%)	13,7 \pm 11,8
Enfermedad arterial coronaria, n (%)	22(53,7)
Clase funcional NYHA, n (%)	
I	1 (2,4)
II	5 (12,2)
III	24(58,5)
IV	11(26,8)
IAM previo, n (%)	9 (22,0)
Cirugía de revascularización previa, n (%)	10 (24,4)
ICP previa, n (%)	7 (17,1)
Valvuloplastia aórtica por balón previa, n (%)	3(7,3)
Enfermedad vascular cerebral, n (%)	5(12,2)
Enfermedad arterial periférica, n (%)	7(17,1)
Creatinina > 2mg/dL, n (%)	4(9,8)
EPOC grave, n (%)	2 (4,9)
Cirrosis hepática (ChildAoB), n (%)	1(2,4)
Fragilidad, n (%)	6(14,6)
Aorta en porcelana, n (%)	1(2,4)
Marcapaso definitivo previo, n (%)	1(2,4)
Fración de eyección del VI, %	57,3 \pm 12,4
Gradiente transvalvular aórtico medio, mmHg	51,5 \pm 17,4
Área valvular aórtica, cm ²	0,7 \pm 0,2

STS: *Society of Thoracic Surgeons*; NYHA: *New York Heart Association*; IAM: infarto agudo de miocardio; ICP: intervención coronaria percutánea; EPOC: Enfermedad pulmonar obstructiva crónica; VI: ventrículo izquierdo.

Dimensiones del anillo valvular aórtico

Se observó buena correlación lineal para las medidas sistólica y diastólica de los diámetros máximo, mínimo y medio derivados del anillo valvular aórtico oval; el área planimetrada del anillo valvular; el diámetro medio derivado del área, bajo la suposición de circularidad total; la circunferencia del anillo y el diámetro medio derivado de la circunferencia bajo la suposición de circularidad total (tabla 2, figuras 1 a 3).

Los diámetros medios derivados de la circunferencia fueron más grandes, tanto en la sístole como en la diástole, cuando fueron comparados con los diámetros medios derivados del anillo valvular aórtico oval o diámetros medios derivados del área, bajo la suposición de circularidad total (tabla 3).

Exceptuándose el diámetro máximo, todas las medidas del anillo valvular aórtico fueron mayores en la sístole, con significancia estadística (tabla 4). Sin embargo, las diferencia entre las medidas sistólicas y diastólicas fueron pequeñas, con la mayor diferencia encontrada para el diámetro medio del anillo (0,6±1,2mm; intervalo de confianza de 95%-IC95% 0,2-1,0; p=0,004). Además, cuando fueron consideradas las medidas de los 41 pacientes, 14 (35%) presentaron por lo menos una medida diastólica mayor que su medida sistólica correspondiente. Ello contribuye a las estadísticamente significativas pequeñas, diferencias entre las medidas medias.

Tabla2
Correlación entre las dimensiones sistólica y diastólica del anillo valvular aórtico en la angiografía computarizada

Parámetro (mm)	Diferencia media
Parámetro	Coficiente de correlación de Pearson / Valor de p
Diámetro máximo del anillo	0,77 <0,001
Diámetro mínimo del anillo	0,76 <0,001
Área del anillo	0,83 <0,001
Circunferencia del anillo	0,83 <0,001
Diámetro medio del anillo ^a	0,82 <0,001
Diámetro medio derivado del área ^b	0,82 <0,001
Diámetro medio derivado de la circunferencia ^c	0,83 <0,001

^aDM=(D_{max}+D_{min})/2; ^bD_A=2√A/π; ^cD_C=C/π

Diámetro medio en la sístole (mm)

Figura1. Correlación entre las dimensiones sistólica y diastólica del diámetro medio del anillo valvular aórtico derivado de los diámetros máximo y mínimo.

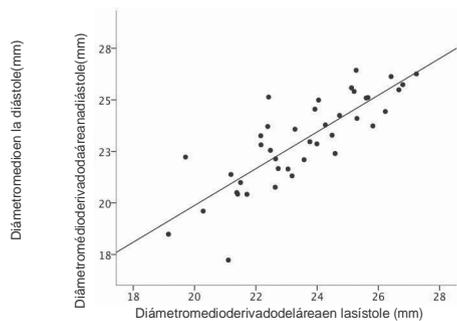


Figura2. Correlación entre las dimensiones sistólicas y diastólicas del diámetro medio derivado del área del anillo valvular aórtico.

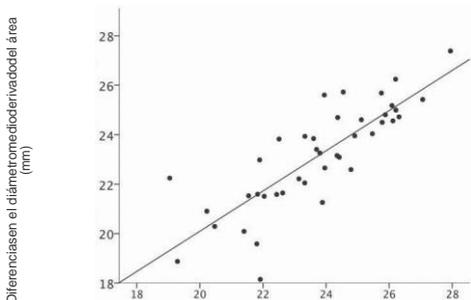


Tabla3
Medidas del anillo valvular aórtico en la angiografía

Parámetro	Sístole	Diástole
Diámetro máximo del anillo, mm	26,4±2,4	26,2±2,4
Diámetro mínimo del anillo, mm	21,0±2,3	20,0±2,3
Área del anillo, cm ²	43,8±7,4	42,0±7,7
Circunferencia, mm	75,9±6,3	74,7±6,8
Diámetro medio ^a , mm	23,7±2,1	23,1±2,1
Diámetro medio derivado del área ^b , mm	23,5±2,0	23,0±2,2
Diámetro medio derivado de la circunferencia ^c , mm	24,2±2,0	23,8±2,2

^aDM=(D_{max}+D_{min})/2; ^bD_A=2√A/π; ^cD_C=C/π

Tabla4
Diferencias en las dimensiones del anillo valvular aórtico entre sístole y diástole

Diámetro máximo, mm	0,2±1,6 (-0,3-0,7)0,44
Diámetro mínimo, mm	1,0±1,6 (0,5-1,5)<0,001
Área, cm ²	1,8±4,5 (0,4-3,2)0,01
Circunferencia, mm	1,2±3,9 (-0,02-2,4)0,05
Diámetro medio ^a , mm	0,6±1,2 (0,2-1,0)0,004
Diámetro medio derivado del área ^b	0,5±1,3 (0,1-0,9)0,01
Diámetro medio derivado de la circunferencia ^c , mm	0,4±1,2 (-0,01-0,8)0,05

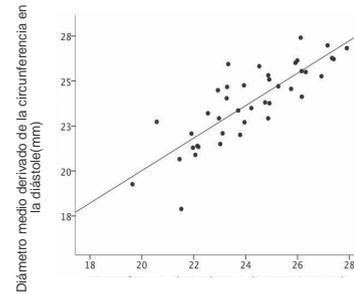


Figura 3. Correlación entre las dimensiones sistólicas y diastólicas del diámetro medio derivado de la circunferencia de la válvula aórtica.

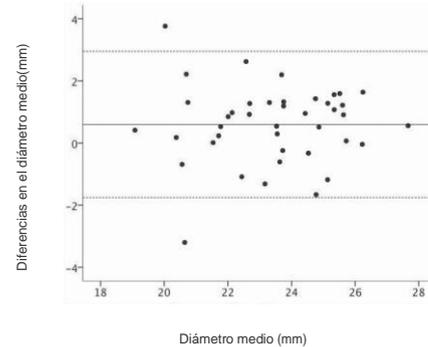


Figura 4. Gráfico de Bland-Altman para evaluar las diferencias entre las medidas sistólicas y diastólicas de los diámetros medios.

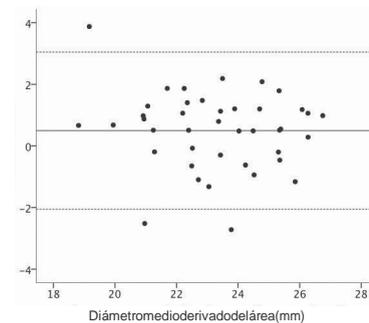


Figura 5. Gráfico de Bland-Altman para evaluar las diferencias entre las medidas sistólicas y diastólicas de los diámetros medios derivados del área.

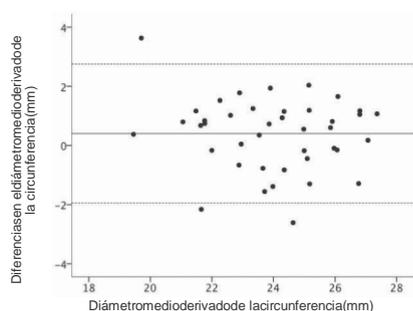


Figura 6. Gráfico de Bland-Altman para evaluar las diferencias entre las medidas sistólicas y diastólicas de los diámetros medios derivados de la circunferencia.

Discusión

El principal hallazgo del presente estudio fue que, en pacientes con estenosis aórtica severa sometidos a TAVI, hay pequeñas diferencias estadísticamente significativas en las dimensiones sistólicas y diastólicas del anillo valvular aórtico, cuando son evaluadas por la angio-TC, utilizándose diversas medidas, como área, circunferencia y diámetros. Nuestros datos mostraron que, si bien estas diferencias existen, hay un buen nivel de concordancia entre las medidas en las dos fases del ciclo cardíaco.

La medida rigurosamente precisa del anillo valvular aórtico tiene importancia fundamental en la planificación de la TAVI. Esto ocurre porque el sobredimensionamiento puede llevar a la ruptura aórtica, generalmente fatal, mientras que el subdimensionamiento puede causar regurgitación periprotésica, que está asociada a peor pronóstico en el seguimiento.⁷

La angio-TC se considera actualmente el método más preciso para la medición del tamaño del anillo valvular aórtico. Sin embargo, la literatura es escasa en lo que respecta a la importancia de las variaciones de las dimensiones del anillo valvular aórtico en el ciclo cardíaco. Mientras algunos expertos recomiendan que las mediciones se realicen en las sístole, muchos centros adquieren las imágenes en fase única al final de la diástole, ya que las imágenes de las coronarias frecuentemente se obtienen de forma conjunta. En tal contexto, no se sabe la real importancia de elegir una fase específica del ciclo cardíaco para la medición del anillo valvular aórtico.

En pacientes sin enfermedad en la raíz de la aorta, existe variación dinámica individual significativa en sus dimensiones del orden de ± 5 mm. Estas variaciones son independientes de variables clínicas, como edad, sexo, altura y peso, y resultan bastante imprevisibles.² Aunque la presencia de calcio aparentemente no altere estas variaciones dinámicas, en pacientes con estenosis valvular aórtica severa, la variabilidad parece ocurrir en menor escala.^{3,4}

Asimismo encontramos en nuestro estudio variabilidad en el ciclo cardíaco en las dimensiones del anillo valvular aórtico, y esta ocurrió en una escala de aproximadamente ± 2 mm. Tal variabilidad parece también bastante previsible, ya que, si bien las medidas sistólicas medias fueron mayores que las diastólicas medias en todos los parámetros, en el 35% de nuestros pacientes, por lo menos un parámetro fue mayor en la diástole que en la sístole. Esto puede explicar las pequeñas diferencias encontradas en las medias de las medidas, con las diferencias negativas cancelando las positivas. De hecho, la mayor diferencia media observada fue de 0,6 mm para el diámetro medio del anillo valvular aórtico oval, que probablemente no tenga impacto en la selección de la prótesis o en el resultado del procedimiento.

Los límites de concordancia entre dos medidas diferentes son, en realidad, definidos arbitrariamente.⁵ Podemos argumentar que una diferencia de 2 mm entre medidas del anillo valvular aórtico representa

una diferencia inaceptablemente grande. Existen casos en que se encuentra una diferencia aún más grande. Sin embargo, nuestros datos muestran en los gráficos de Bland-Altman que aproximadamente el 95% de nuestra población se encuentra entre esos límites. Es posible que, en algunos casos, haya una diferencia mayor, que podrá influenciar en la selección de la prótesis y el resultado del procedimiento. Desafortunadamente, no fue posible encontrar ninguna manera de prever tales casos.

Limitaciones del estudio

Este fue un estudio pequeño, realizado solamente en dos centros. Como hubo un solo analista de imágenes, no fue posible abordar la variabilidad interobservador. Como distintos parámetros (área, circunferencia y diámetros) mostraron previamente tener tasas de variabilidad interobservador en la literatura, ello puede haber influenciado nuestros resultados.

Conclusiones

A pesar de que existen diferencias estadísticamente significativas entre las medidas sistólicas y diastólicas del anillo valvular aórtico, estas fueron pequeñas y con buenos niveles de concordancia entre las medidas en los diversos parámetros evaluados. Así, es poco probable que la elección de la medida del tamaño del anillo valvular aórtico en la sístole o la diástole tenga impacto significativo en la selección de la prótesis, así como en el resultado del procedimiento.

Fuente de financiamiento

No hay.

Conflictos de interés

Los autores declaran que no hay conflictos de interés.

Referencias

- Achenbach S, Delgado V, Hausleiter J, Schoenhagen P, Min JK, Leipsic J, et al. SCCT expert consensus document on computed tomography imaging before transcatheter aortic valve implantation (TAVI) / transcatheter aortic valve replacement (TAVR). *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2012;6(6):366-80.
- de Heer LM, Budde RP, Mali WP, de Vos AM, van Herwerden LA, Kluijn J, et al. Aortic root dimension changes during systole and diastole: Evaluation with the ceg-gated multidetector row computed tomography. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2011;27(8):1195-204.
- Arjmand Shabestari A, Pourghorban R, Tehrai M, Pouraliakbar H, Faghihi Langroudi T, Bakshandeh H, et al. Comparison of aortic root dimension changes during cardiac cycle between the patients with and without aortic valve calcification using ceg-gated 64-slice and dual-source 256-slice computed tomography scanners: Results of a multicenter study. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2013;29(6):1391-400.
- Bertaso AG, Wong DT, Liew GY, Cunningham MS, Richardson JD, Thomson VS, et al. Aortic annulus dimension assessment by computed tomography for transcatheter aortic valve implantation: Differences between systole and diastole. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2012;28(8):2091-8.
- Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*. 1986;1(8476):307-10.
- Bland JM, Altman DG. Comparing methods of measurement: Why plotting difference against standard method is misleading. *Lancet*. 1995;346(8982):1085-7.
- Kodali SK, Williams MR, Smith CR, Svensson LG, Webb JG, Makkar RR, et al.; PARTNER Trial Investigators. Two-year outcomes after transcatheter or surgical aortic valve replacement. *N Engl J Med*. 2012;366(18):1686-95.