

Artigo Original

Diferenças entre as dimensões sistólica e diastólica do anel valvar aórtico na angiotomografia computadorizada em pacientes submetidos a implante percutâneo de prótese valvar aórtica por cateter

Rafael Cavalcante Silva, José Mariani Jr., Breno de Alencar Araripe Falcão, Antonio 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

INFORMAÇÕES SOBRE O ARTIGO

Histórico do artigo:

Recebido em 19 de janeiro de 2015

Aceito em 28 de março de 2015

Palavras-chave:

Substituição da valva aórtica transcater

Tomografia computadorizada por raios X

Estenose da valva aórtica

RESUMO

Introdução: A medida acurada do tamanho do anel valvar aórtico tem importância fundamental para o planejamento do implante percutâneo de prótese valvar aórtica transcater (TAVI) em pacientes com estenose valvar aórtica grave. Embora haja recomendação de se realizar a medida na sístole, pouco se sabe sobre a importância das diferenças entre as dimensões sistólica e diastólica do anel.

Métodos: Pacientes consecutivos referidos para TAVI foram avaliados com tomografia computadorizada para medida do anel valvar na sístole e na diástole. Área, circunferência, diâmetros máximo e mínimo, e seus diâmetros médios derivados foram obtidos em ambas as fases do ciclo cardíaco. Gráficos de Bland-Altman foram construídos para se avaliarem as diferenças entre as medidas.

Resultados: Foram incluídos na análise 41 pacientes com estenose aórtica grave. As médias da área, circunferência e diâmetros médios foram discretamente maiores na sístole. No entanto, em 35% dos pacientes, as dimensões diastólicas foram maiores. Essas diferenças, embora estatisticamente significantes, foram pequenas (a maior diferença de 0,6 mm no diâmetro médio). Gráficos de Bland-Altman revelaram bons níveis de concordância entre as medidas sistólicas e diastólicas em todos os parâmetros avaliados.

Conclusões: Observamos pequenas diferenças nas dimensões sistólicas e diastólicas no anel valvar aórtico à tomografia computadorizada, as quais, embora estatisticamente significantes, provavelmente não impactam na seleção da prótese e nem no resultado do procedimento.

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

Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-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

Keywords:

Transcatheter aortic valve replacement

Tomography, X-ray computed

Aortic valve stenosis

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.

* Autor para correspondência: Avenida Dr. Enéas de Carvalho Aguiar, 44, bloco I, 3º andar, Hemodinâmica, Cerqueira César, CEP: 05403-000, São Paulo, SP, Brasil.

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

A revisão por pares é da responsabilidade 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 CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introdução

A angiotomografia computadorizada (angio-TC) é uma importante ferramenta para a avaliação anatômica de pacientes com estenose valvar aórtica candidatos ao implante percutâneo de prótese valvar aórtica transcatheter (TAVI, sigla do inglês *transcatheter aortic valve implantation*).¹ Em muitos centros, a angio-TC é considerada o método diagnóstico mais importante para o planejamento da estratégia de intervenção para esses pacientes. Ela tem particularmente um papel fundamental na medida do tamanho do anel valvar, para guiar a escolha do tipo e do tamanho da prótese a ser implantada.

Estudos prévios demonstraram que as dimensões da raiz aórtica podem variar durante o ciclo cardíaco.^{2,3} Essas diferenças nas dimensões na sístole e na diástole são aparentemente imprevisíveis, com as dimensões sistólicas tendendo a ser maiores. No entanto, o oposto também pode ocorrer.²

Na prática clínica diária, as imagens da angio-TC são comumente adquiridas numa única fase do ciclo cardíaco, frequentemente no final da diástole, embora um consenso internacional de especialistas recomende que as medidas devam ser realizadas na sístole.¹

Apesar de alguns estudos terem demonstrado importantes diferenças nas medidas sistólicas e diastólicas, outros grupos sugerem que essas diferenças são de menor importância, com pouca chance de alterar o processo de tomada de decisão.^{2,4} Existem, entretanto, poucos dados na literatura que suportem as recomendações em relação à importância dessas variações dinâmicas no tamanho do anel valvar aórtico para a avaliação do paciente candidato à TAVI.

O presente estudo teve por objetivo avaliar as diferenças no tamanho do anel valvar na sístole e na diástole à angio-TC e seu potencial efeito no planejamento do procedimento de TAVI.

Métodos

Pacientes consecutivos de dois centros (Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo e Hospital Sírio-Libanês) em São Paulo (SP), portadores de estenose valvar aórtica grave (área valvar aórtica < 1 cm²), considerados inoperáveis ou de alto risco cirúrgico, que foram tratados com TAVI e apresentavam imagens de angio-TC basal adquiridas no final da sístole e da diástole, foram incluídos na presente análise. Todos os procedimentos de TAVI foram realizados pela via transfemoral com a prótese balão-expansível Edwards Sapien XT (Edwards Lifesciences, Irvine, EUA) ou a prótese autoexpansiva Medtronic CoreValve (Medtronic, Minneapolis, EUA).

Todas as tomografias foram realizadas antes (dentro de 2 meses) do procedimento de TAVI. Tomógrafos de 64 ou 256 colunas de detectores Aquilion (Toshiba Medical Systems, Tóquio, Japão) foram utilizados, e os protocolos de aquisição foram aplicados como previamente descrito.¹ A análise das imagens de angio-TC foi realizada com estação de trabalho dedicada, como previamente descrito, e por um único experiente analista.¹ Em resumo, o plano valvar aórtico foi identificado, e as seguintes medidas foram obtidas para o anel valvar, tanto na sístole como na diástole: diâmetros máximo (D_{\max}) e mínimo (D_{\min}) do anel valvar aórtico oval; diâmetro médio do anel valvar aórtico oval ($DM = [(D_{\max} + D_{\min})/2]$); área planimetrada do anel valvar (A); diâmetro médio derivado da área, sob a suposição de circularidade total ($D_A = 2\sqrt{A/\pi}$); perímetro ou cir-

conferência do anel (C); diâmetro médio derivado da circunferência, sob a suposição de circularidade total ($D_c = C/\pi$).

Análise estatística

Variáveis categóricas foram apresentadas como números absolutos e proporções. Variáveis contínuas foram apresentadas como média ± desvio padrão e comparadas utilizando-se o teste *t* de Student pareado. Coeficientes de correlação de Pearson foram utilizados para correlacionar as medidas sistólicas e diastólicas. O método proposto por Bland e Altman foi usado para avaliar as diferenças nas medidas na sístole e na diástole do anel valvar aórtico à angio-TC. Na análise de Bland-Altman, a diferença entre as duas medidas é plotada contra sua média, com limites de 95% calculados para se avaliar a concordância entre essas medidas.^{5,6}

Resultados

População do estudo

Entre novembro de 2012 e novembro de 2014, 41 pacientes submetidos a TAVI em 2 centros apresentavam angio-TC basal com imagens no fim da sístole e da diástole. As características da população encontram-se resumidas na tabela 1. No total, 48,8% dos pacientes eram do sexo feminino e tinham idade de $83,5 \pm 6,9$ anos. O EuroSCORE logístico médio foi $13,7 \pm 11,8\%$, e o escore da *Society of Thoracic Surgeons* (STS) médio foi $19,2 \pm 14,9\%$, refletindo uma população de alto risco cirúrgico. A maioria (85,3%) encontrava-se em classe funcional III ou IV da *New York Heart Association* (NYHA). Ao ecocardiograma basal, o gradiente transvalvar médio foi de $51,5 \pm 17,4$ mmHg e a área valvar aórtica média, $0,7 \pm 0,2$ cm².

Tabela 1
Características basais

	n = 41
Idade, anos	$83,5 \pm 6,9$
Sexo feminino, n (%)	20 (48,8)
Escore STS, (%)	$19,2 \pm 14,9$
EuroSCORE logístico, (%)	$13,7 \pm 11,8$
Doença arterial coronária, n (%)	22 (53,7)
Classe funcional NYHA, n (%)	
I	1 (2,4)
II	5 (12,2)
III	24 (58,5)
IV	11 (26,8)
IAM prévio, n (%)	9 (22,0)
Cirurgia de revascularização prévia, n (%)	10 (24,4)
ICP prévia, n (%)	7 (17,1)
Valvoplastia aórtica por balão prévia, n (%)	3 (7,3)
Doença vascular cerebral, n (%)	5 (12,2)
Doença arterial periférica, n (%)	7 (17,1)
Creatinina > 2 mg/dL, n (%)	4 (9,8)
DPOC grave, n (%)	2 (4,9)
Cirrose hepática (Child A ou B), n (%)	1 (2,4)
Fragilidade, n (%)	6 (14,6)
Aorta em porcelana, n (%)	1 (2,4)
Marca-passo definitivo prévio, n (%)	1 (2,4)
Fração de ejeção do VE, %	$57,3 \pm 12,4$
Gradiente transvalvar aórtico médio, mmHg	$51,5 \pm 17,4$
Área valvar aórtica, cm ²	$0,7 \pm 0,2$

STS: *Society of Thoracic Surgeons*; NYHA: *New York Heart Association*; IAM: infarto agudo do miocárdio; ICP: intervenção coronária percutânea; DPOC: doença pulmonar obstrutiva crônica; VE: ventrículo esquerdo.

Dimensões do anel valvar aórtico

Boa correlação linear foi observada para as medidas sistólica e diastólica dos diâmetros máximo, mínimo e médio derivados do anel valvar aórtico oval; da área planimetrada do anel valvar; do diâmetro médio derivado da área, sob a suposição de circularidade total; da circunferência do anel e do diâmetro médio derivado da circunferência, sob a suposição de circularidade total (tabela 2, figs. 1 a 3).

Os diâmetros médios derivados da circunferência foram maiores, tanto na sístole quanto na diástole, quando comparados aos diâmetros médios derivados do anel valvar aórtico oval ou diâmetros médios derivados da área, sob a suposição de circularidade total (tabela 3).

À exceção do diâmetro máximo, todas as medidas do anel valvar aórtico foram maiores na sístole, com significância estatística (tabela 4). No entanto, as diferenças entre as medidas sistólicas e diastólicas foram pequenas, com a maior diferença encontrada para o diâmetro médio do anel ($0,6 \pm 1,2$ mm; intervalo de confiança de 95% - IC95% 0,2-1,0; $p = 0,004$). Além disso, quando consideradas as medidas dos 41 pacientes, 14 (35%) apresentaram pelo menos uma medida diastólica maior que sua medida sistólica correspondente. Isso contribui para as pequenas, embora estatisticamente significantes, diferenças entre as medidas médias.

Os gráficos de Bland-Altman demonstraram bons níveis de concordância entre as medidas sistólicas e diastólicas, ao redor de ± 2 mm de diferença entre elas (figs. 4 a 6).

Tabela 2

Correlação entre as dimensões sistólica e diastólica do anel valvar aórtico na angiotomografia computadorizada

Parâmetro	Coefficiente de correlação de Pearson	Valor de p
Diâmetro máximo do anel	0,77	< 0,001
Diâmetro mínimo do anel	0,76	< 0,001
Área do anel	0,83	< 0,001
Circunferência do anel	0,83	< 0,001
Diâmetro médio do anel ^a	0,82	< 0,001
Diâmetro médio derivado da área ^b	0,82	< 0,001
Diâmetro médio derivado da circunferência ^c	0,83	< 0,001

^a DM = $[(D_{\max} + D_{\min})/2]$; ^b D_A = $2\sqrt{A}/\pi$; ^c D_C = C/π .

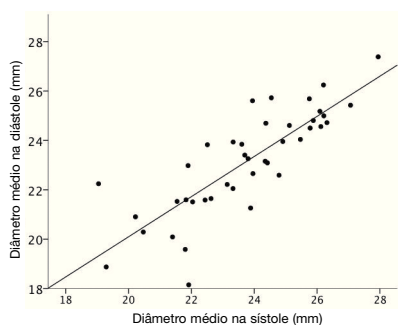


Figura 1. Correlação entre as dimensões sistólica e diastólica do diâmetro médio do anel valvar aórtico derivado dos diâmetros máximo e mínimo.

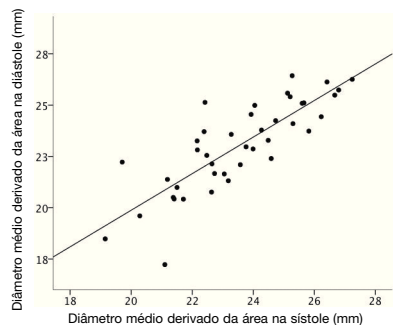


Figura 2. Correlação entre as dimensões sistólica e diastólica do diâmetro médio derivado da área do anel valvar aórtico.

Tabela 3

Medidas do anel valvar aórtico na angiotomografia

Parâmetro	Sístole	Diástole
Diâmetro máximo do anel, mm	26,4 ± 2,4	26,2 ± 2,4
Diâmetro mínimo do anel, mm	21,0 ± 2,3	20,0 ± 2,3
Área do anel, cm ²	43,8 ± 7,4	42,0 ± 7,7
Circunferência, mm	75,9 ± 6,3	74,7 ± 6,8
Diâmetro médio ^a , mm	23,7 ± 2,1	23,1 ± 2,1
Diâmetro médio derivado da área ^b , mm	23,5 ± 2,0	23,0 ± 2,2
Diâmetro médio derivado da circunferência ^c , mm	24,2 ± 2,0	23,8 ± 2,2

^a DM = $[(D_{\max} + D_{\min})/2]$; ^b D_A = $2\sqrt{A}/\pi$; ^c D_C = C/π .

Tabela 4

Diferenças nas dimensões do anel valvar aórtico entre sístole e diástole

Parâmetro (mm)	Diferença média ± DP (IC95%)	Valor de p
Diâmetro máximo, mm	0,2 ± 1,6 (-0,3-0,7)	0,44
Diâmetro 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
Circunferência, mm	1,2 ± 3,9 (-0,02-2,4)	0,05
Diâmetro médio ^a , mm	0,6 ± 1,2 (0,2-1,0)	0,004
Diâmetro médio derivado da área ^b	0,5 ± 1,3 (0,1-0,9)	0,01
Diâmetro médio derivado da circunferência ^c , mm	0,4 ± 1,2 (-0,01-0,8)	0,05

^a DM = $[(D_{\max} + D_{\min})/2]$; ^b D_A = $2\sqrt{A}/\pi$; ^c D_C = C/π .

DP: desvio padrão; IC95%: intervalo de confiança de 95%.

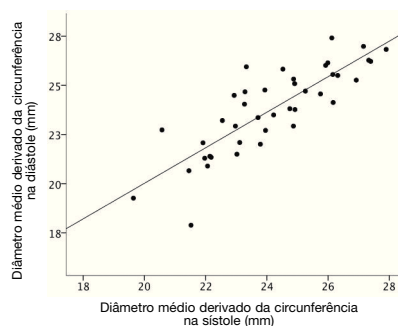


Figura 3. Correlação entre as dimensões sistólica e diastólica do diâmetro médio derivado da circunferência do anel valvar aórtico.

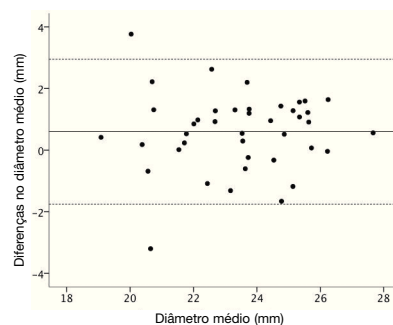


Figura 4. Gráfico de Bland-Altman para avaliar as diferenças entre as medidas sistólicas e diastólicas dos diâmetros médios.

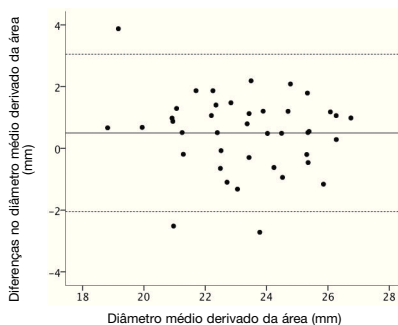


Figura 5. Gráfico de Bland-Altman para avaliar as diferenças entre as medidas sistólicas e diastólicas dos diâmetros médios derivados da área.

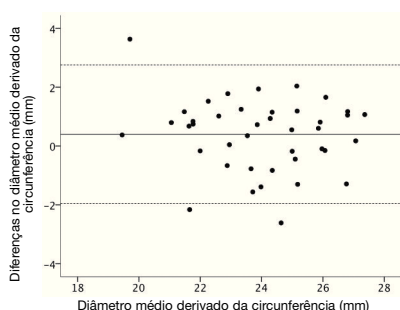


Figura 6. Gráfico de Bland-Altman para avaliar as diferenças entre as medidas sistólicas e diastólicas dos diâmetros médios derivados da circunferência.

Discussão

O principal achado do presente estudo foi que, em pacientes com estenose aórtica grave submetidos a TAVI, existem pequenas diferenças, embora estatisticamente significantes, nas dimensões sistólicas e diastólicas do anel valvar aórtico, quando avaliadas pela angio-TC, utilizando-se diversas medidas, como área, circunferência e diâmetros. Nossos dados mostraram que, apesar dessas diferenças, existe um bom nível de concordância entre as medidas nas duas fases do ciclo cardíaco.

A medida rigorosamente acurada do anel valvar aórtico tem importância fundamental no planejamento da TAVI. Isso ocorre porque o sobredimensionamento pode levar à ruptura aórtica, geralmente fatal, enquanto o subdimensionamento pode causar regurgitação periprotética, que está associada a pior prognóstico no seguimento.⁷

A angio-TC é atualmente considerada o método mais acurado para a medida do tamanho do anel valvar aórtico, porém a literatura é escassa a respeito da importância das variações das dimensões do anel valvar aórtico no ciclo cardíaco. Enquanto alguns especialistas recomendam que as medidas sejam realizadas na sístole, muitos centros adquirem as imagens em fase única no fim da diástole, já que imagens das coronárias são frequentemente obtidas conjuntamente.¹ Nesse contexto, não se sabe a real importância de se escolher uma fase específica do ciclo cardíaco para a medida do anel valvar aórtico.

Em pacientes sem doença na raiz da aorta, existe variação dinâmica individual significativa em suas dimensões, da ordem de ± 5 mm. Essas variações são independentes de variáveis clínicas, como idade, sexo, altura e peso, e bastante imprevisíveis.² Muito embora a presença de cálcio não pareça alterar essas variações dinâmicas, em pacientes com estenose valvar aórtica grave, a variabilidade parece ocorrer em menor escala.^{3,4}

Em nosso estudo, também encontramos variabilidade no ciclo cardíaco nas dimensões do anel valvar aórtico, e esta ocorreu numa escala de aproximadamente ± 2 mm. Essa variabilidade parece também muito imprevisível, já que, embora as medidas sistólicas médias tenham sido maiores que as diastólicas médias em todos os parâmetros, em 35% de nossos pacientes, pelo menos um parâmetro foi maior na diástole que na sístole. Isso pode explicar as pequenas diferenças encontradas nas médias das medidas, com as diferenças negativas cancelando as positivas. De fato, a maior diferença média observada foi de 0,6 mm para o diâmetro médio do anel valvar aórtico oval, que é improvável que tenha impacto na seleção da prótese ou no resultado do procedimento.

Limites de concordância entre duas medidas diferentes são, na verdade, arbitrariamente definidos.⁵ Podemos argumentar que uma diferença de 2 mm entre medidas do anel valvar aórtico representa

uma diferença inaceitavelmente grande. Existem casos que uma diferença ainda maior é encontrada. No entanto, nossos dados mostram nos gráficos de Bland-Altman que aproximadamente 95% da nossa população encontra-se entre esses limites. É possível que, em alguns casos, uma diferença maior existirá e poderá influenciar na seleção da prótese e no resultado do procedimento. Infelizmente, não foi possível encontrar nenhum modo de prever tais casos.

Limitações do estudo

Este foi um estudo de tamanho amostral pequeno, realizado apenas em dois centros. Como houve apenas um analista de imagens, não foi possível tratarmos da variabilidade interobservador. Como diversos parâmetros (área, circunferência e diâmetros) mostraram previamente ter diferentes taxas de variabilidade interobservador na literatura, isso pode ter influenciado nossos resultados.

Conclusões

Apesar de existirem diferenças estatisticamente significantes entre as medidas sistólicas e diastólicas do anel valvar aórtico, estas foram pequenas e com bons níveis de concordância entre as medidas nos diversos parâmetros avaliados. Assim, é pouco provável que a escolha da medida do tamanho do anel valvar aórtico na sístole ou na diástole tenha impacto significativo na seleção da prótese, assim como no resultado do procedimento.

Fonte de financiamento

Não há.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

1. Achenbach S, Delgado V, Hausleiter J, Schoenhagen P, Min JK, Leipsic JA. 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.
2. de Heer LM, Budde RP, Mali WP, de Vos AM, van Herwerden LA, Kluin J. Aortic root dimension changes during systole and diastole: Evaluation with ecg-gated multidetector row computed tomography. *Int J Cardiovasc Imaging.* 2011;27(8):1195-204.
3. Arjmand Shabestari A, Pourghorban R, Tehrai M, Pouraliakbar H, Faghihi Langroudi T, Bakhshandeh H, et al. Comparison of aortic root dimension changes during cardiac cycle between the patients with and without aortic valve calcification using ecg-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.
4. 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.
5. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet.* 1986;1(8476):307-10.
6. Bland JM, Altman DG. Comparing methods of measurement: Why plotting difference against standard method is misleading. *Lancet.* 1995;346(8982):1085-7.
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.