

# Tratamento Endovascular nos Aneurismas Verdadeiros e na Dissecção Aórtica do Tipo B: Fase Intra-Hospitalar, Seguimento de Médio Prazo e uma Reflexão sobre Seleção de Pacientes

Claudia M. Rodrigues Alves<sup>1</sup>, José Honório Palma da Fonseca<sup>1</sup>, José Augusto M. Souza<sup>1</sup>, Hyung Chun Kim<sup>1</sup>, Guilherme Esher<sup>1</sup>, Ênio Buffolo<sup>1</sup>

## RESUMO

**Introdução:** O tratamento endovascular das doenças da aorta é procedimento estabelecido, mas com resultados tardios e diferenças nos resultados entre diferentes grupos demográficos ainda desconhecidos. **Método:** No período de dezembro de 1996 a dezembro de 2004, 92 pacientes com aneurismas verdadeiros ou úlcera penetrante de aorta em posição torácica (G1) e 130 pacientes com dissecção aórtica do tipo B ou hematoma intramural (G2) foram submetidos a tratamento endovascular primário ou secundário. Na fase hospitalar, sucesso clínico foi considerado como exclusão da lesão, sem morte ou conversão cirúrgica. Falência tardia foi definida pela ocorrência de morte por qualquer causa, conversão cirúrgica ou reintervenção. **Resultados:** A média de idade do G1 foi de  $65 \pm 11$  anos e de  $56 \pm 11$  anos no G2 ( $P < 0,0001$ ). Quanto aos dados demográficos, destacou-se a alta frequência de acidente vascular cerebral prévio no G1 (8,7% vs. 0;  $P = 0,0007$ ). Sucesso clínico do procedimento foi obtido em 71% do G1 e em 84% dos pacientes do G2 ( $P = 0,02$ ), com maior mortalidade intra-hospitalar no G1 (14% vs. 4,6%;  $P = 0,01$ ). Complicações neurológicas foram semelhantes (6,5% vs. 3%;  $P = 0,32$ ), com discreto predomínio de paraplegia no G1 (3,2% vs. 0,8%;  $P = 0,3$ ). Em seguimento de  $33 \pm 27$  meses, falência tardia foi atingida em 60% (28/47) dos pacientes do G1 e em 43% (31/74) do G2 ( $P = 0,09$ ). **Conclusão:** Resultados em pacientes com aneurismas verdadeiros submetidos a tratamento endovascular são discretamente inferiores aos de pacientes com dissecção aórtica do tipo B. Isso pode ser explicado pelas diferenças demográficas entre os grupos e pelas dificuldades técnicas inerentes à anatomia. O conhecimento dessas peculiaridades permite a melhor seleção de pacientes nos quais o procedimento será eficaz em reduzir a mortalidade.

**DESCRIPTORIOS:** Aneurisma aórtico. Contenedores. Aorta torácica. Implante de prótese vascular.

## ABSTRACT

### Endovascular Treatment of Aortic Aneurysms and Type B Dissections: In-Hospital Results, Mid-Term Follow-Up and a Consideration of Patient Selection

**Background:** Endovascular treatment of thoracic aortic diseases is a well established procedure although late results and differences among demographic groups are unknown. **Method:** From December/1996 to December/2004, 92 patients with true aneurysms or penetrating ulcers (G1) and 130 patients with type B dissection or intramural hematoma (G2) were submitted to primary or complementary endovascular treatment. Clinical success was defined as sustained technical success without death or surgical conversion. Late failure was defined as death of any cause, surgical conversion or re-intervention. **Results:** G1 mean age was  $65 \pm 11$  years and  $56 \pm 11$  years in G2 ( $P < 0.0001$ ). A high frequency of previous stroke was observed in G1 (8.7% vs. 0;  $P = 0.0007$ ). Clinical success was observed in 71% in G1 and 84% in G2 ( $P = 0.02$ ) with higher in-hospital death rates in G1 (14% vs. 4.6%;  $P = 0.01$ ). Neurologic complications were similar (6.5% vs. 3%, respectively;  $P = 0.32$ ), with a mild prevalence of paraplegia in G1 (3.2% vs. 0.8%;  $P = 0.3$ ). Late failure rates of 60% were observed in G1 and 43% in G2 ( $P = 0.09$ ) at  $33 \pm 27$  months of follow-up. **Conclusions:** Endovascular treatment in patients with true aneurysms may be slightly inferior to those achieved in patients with type B dissection. This might be due to demographic differences between groups and technical difficulties related to aortic anatomy. The knowledge and understanding of these peculiarities enables better patient selection for the procedure resulting in decreased mortality rates.

**DESCRIPTORS:** Aortic aneurysm. Stents. Aorta, thoracic. Blood vessel prosthesis implantation.

<sup>1</sup> Escola Paulista de Medicina – UNIFESP – São Paulo, SP, Brasil.

**Correspondência:** Claudia Maria Rodrigues Alves. Rua Simão Álvares, 527/63 – São Paulo, SP, Brasil – CEP 05417-030  
E-mail: cmralves@uol.com.br

Recebido em: 15/1/2009 • Aceito em: 23/3/2009

**A** pesar de ter sua indicação reconhecida para o tratamento da doença aórtica aguda ou crônica de múltiplas etiologias<sup>1</sup>, o tratamento endovascular com stents apresenta resultados variáveis, bastante dependentes da população analisada. Os resultados encorajadores obtidos nas séries iniciais refletem a estrita seleção anatômica dos casos e a consistente exclusão de pacientes de alto risco clínico. A reprodução desses resultados na prática médica é mais difícil, uma vez que a opção cirúrgica muitas vezes é inaplicável e o tratamento endovascular com stents é escolhido como tratamento de pacientes muito idosos, com graves ou agudas complicações e comorbidades.

Pacientes com dissecção aguda da aorta foram inicialmente excluídos dos estudos por se acreditar que a estrutura frágil da aorta nessa doença fosse uma contraindicação à utilização de endopróteses de estrutura rígida. Todavia, com os bons resultados se somando na literatura<sup>2,3</sup>, muitos acreditam que, provavelmente, nesse grupo repousará o maior benefício do procedimento.

Dê-se como fato que a comparação direta entre pacientes com aneurismas verdadeiros em posição torácica e pacientes com dissecção do tipo B submetidos a tratamento endovascular com stents é criticável em decorrência de diferenças demográficas e fisiopatológicas entre os dois grupos. Todavia, essa análise auxilia na compreensão do que é a força e do que são as deficiências de um procedimento que se encontra em sua infância. O objetivo deste relato é a comparação dos resultados de uma grande série em tratamento endovascular com stents entre essas populações, na fase intra-hospitalar e no seguimento a médio prazo.

## MÉTODO

No período de janeiro de 1997 a dezembro de 2004, uma série consecutiva de 92 pacientes com aneurismas verdadeiros ou úlcera penetrante de aorta em posição torácica (grupo 1) e 130 pacientes com dissecção do tipo B ou hematoma intramural (grupo 2) foi submetida a tratamento endovascular primário ou como complementação de procedimento endovascular ou cirúrgico prévio, sendo passível de seguimento tardio com os autores.

Os critérios de indicação para tratamento foram:

- pacientes com dissecção do tipo B aguda: presença de complicação (dor intratável, rotura ou iminente rotura, isquemia), diâmetro total da aorta > 40 mm ou alto fluxo na falsa luz;
- pacientes com dissecção do tipo B crônica: presença de sintoma ou diâmetro total aórtico > 55 mm;
- pacientes com aneurismas verdadeiros: presença de sintoma ou diâmetro total aórtico > 55 mm.

Todos os pacientes receberam o mesmo tipo de endoprótese (Braile Biomédica, São José do Rio Preto, Brasil). O procedimento foi realizado na sala de hemodinâmica, sob controle angiográfico, radioscópico e/ou ecocardiográfico, e anestesia geral, conforme descrito anteriormente<sup>3,4</sup>.

Colos de aterrissagem proximal e distal de, no mínimo, 20 mm, livres de trombos, e acesso vascular compatível com o dispositivo foram considerados critérios anatômicos de indicação.

## Definições

Sucesso técnico foi considerado quando se obtive a liberação do stent no local planejado, com resultado angiográfico adequado. Sucesso clínico foi definido pela manutenção do sucesso técnico, confirmado na tomografia ou ecocardiografia transesofágica, sem óbito ou conversão cirúrgica nos primeiros 30 dias. Insuficiência renal foi considerada em pacientes com creatinina > 1,5 mg/dl. Por decisão estratégica, a preparação cirúrgica prévia do colo de aterrissagem proximal é raramente realizada pelo grupo e em pacientes com colo < 2 cm, quando vazamento proximal era observado, foi realizada fixação proximal do stent, sem circulação extracorpórea, por via cirúrgica aberta, eletiva, sendo esses casos considerados como sucesso secundário e excluídos da análise de seguimento tardio (N = 6).

O seguimento tardio foi realizado por meio de acompanhamento prospectivo dos pacientes, por revisão de prontuários ou contato telefônico. Reintervenção foi definida como novo procedimento endovascular no mesmo segmento aórtico inicialmente abordado. Conversão cirúrgica refere-se a tratamento cirúrgico por via aberta para o mesmo segmento aórtico ou tratamento de complicação do procedimento percutâneo.

O tempo de seguimento foi considerado até o último dia de consulta ou contato telefônico nos pacientes vivos e sem novos eventos, enquanto nos pacientes com eventos foi considerada a data do primeiro evento (reintervenção, conversão cirúrgica aberta ou óbito). Os procedimentos de reintervenção também foram excluídos da análise no seguimento (N = 28). Falência tardia foi definida pela ocorrência de morte por qualquer causa, conversão cirúrgica ou reintervenção.

## Análise estatística

Variáveis qualitativas foram representadas por frequências absoluta (N) e relativa (%) e variáveis quantitativas foram representadas por suas médias e desvios padrão. A correlação entre variáveis qualitativas foi testada com teste de Fisher ou qui-quadrado. Testes *t* de Student ou Mann-Whitney U foram utilizados na comparação de variáveis quantitativas. Valor de *P* < 0,05 foi considerado estatisticamente significativo.

## RESULTADOS

Em ambos os grupos predominou o sexo masculino (67% e 76%, respectivamente, nos grupos 1 e 2;  $P = 0,1$ ), sendo a média de idade do grupo 1 de  $65 \pm 11$  anos (mediana = 67 anos) e do grupo 2, de  $56 \pm 11$  anos (mediana = 56 anos) ( $P < 0,0001$ ). Quanto aos demais dados demográficos, destacou-se a alta frequência de acidente vascular cerebral prévio no grupo 1 (8,7% vs. 0;  $P = 0,0007$ ), sendo semelhantes os demais habituais parâmetros, inclusive toracotomia prévia e presença de falência renal prévia. Ambos os grupos apresentavam 30% de pacientes que não obedeciam ao protocolo anatômico de indicação.

O procedimento foi realizado em caráter de urgência em 15 pacientes do grupo 1 e em 16 pacientes do grupo 2 ( $P = 0,4$ ). Sucesso técnico do procedimento foi alto e semelhante entre os grupos (97% vs. 98%, respectivamente, nos grupos 1 e 2;  $P = 0,65$ ).

Sucesso clínico do procedimento foi obtido em 71% do grupo 1 e em 84% dos pacientes do grupo 2 ( $P = 0,02$ ), notando-se também maior mortalidade intra-hospitalar no grupo 1 (14% vs. 4,6%;  $P = 0,01$ ) (Tabela 1), tanto nos procedimentos realizados em caráter de urgência quanto nos procedimentos eletivos (Figura 1). As taxas de conversão cirúrgica intra-hospitalar foram semelhantes (7,6% vs. 4,6%, respectivamente, nos grupos 1 e 2;  $P = 0,39$ ).

Quanto às complicações intra-hospitalares, as taxas de complicação neurológica foram semelhantes (6,5% vs. 3%;  $P = 0,32$ ), porém notando-se discreto predomínio de paraplegia no grupo 1 (3,2% vs. 0,8%;  $P = 0,3$ ). Complicações vasculares ocorreram em 7,6% do grupo 1 e em 4,6% do grupo 2 ( $P = 0,39$ ). Dissecção iatrogênica pelo dispositivo ocorreu raramente (um paciente de cada grupo).

No seguimento tardio, obtido para 75% dos pacientes, o período de seguimento foi semelhante entre os grupos ( $32 \pm 27$  meses vs.  $34 \pm 27$  meses;  $P = 0,78$ ). O critério de falência tardia foi atingido em 60% (28/47) dos pacientes do grupo 1 e em 43% (32/74) do grupo 2 ( $P = 0,09$ ), conforme especificado por evento

na Tabela 2. Dos 9 óbitos observados no grupo 1, 6 ocorreram por rotura em pacientes com vazamento ou esperando reintervenção, 1 óbito súbito de causa não investigada ocorreu em paciente com exclusão total do aneurisma e maior diâmetro de 4,5 cm, 1 óbito ocorreu em pós-operatório de outro segmento aórtico e 1 óbito, por infarto agudo do miocárdio. No grupo 2, 4 óbitos por rotura (2 pacientes aguardando reatamento), 1 óbito após redissecação e falência de múltiplos órgãos, 1 óbito após cirurgia de correção de aneurisma da aorta abdominal, 3 óbitos por causas não relacionadas e 3 óbitos por causa desconhecida foram observados.

## DISCUSSÃO

Tendo sido superada a fase em que discutíamos a exequibilidade do tratamento endovascular com stents, atualmente caracterizado por altas taxas de sucesso técnico, impõe-se uma análise de seus resultados clínicos imediatos e a longo prazo. Nossos resultados demonstram que, para o paciente com aneurisma verdadeiro da aorta, o tratamento endovascular com stents representa um desafio maior que para os pacientes com dissecção do tipo B, com menor sucesso clínico e maior mortalidade. Nos últimos anos, uma longa reflexão sobre o tratamento dos pacientes com dissecção aórtica já tem sido feita pelo nosso grupo<sup>5</sup> e, neste momento, gostaríamos de levantar algumas questões sobre o tratamento nos aneurismas verdadeiros: Eles

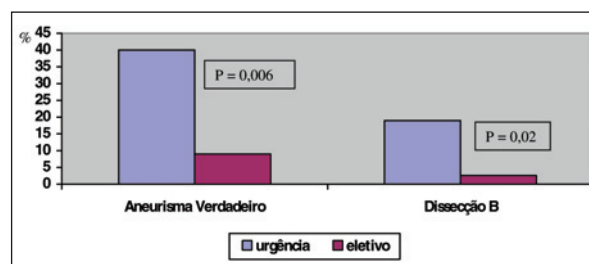


Figura 1 - Comparação das taxas de mortalidade para procedimentos eletivos ou realizados em caráter de urgência entre pacientes com aneurisma verdadeiro ou dissecção do tipo B.

TABELA 1

Número de pacientes e causa de morte em indivíduos submetidos a tratamento endovascular por aneurisma verdadeiro ou dissecção aórtica nos 30 dias iniciais após o procedimento

	Grupo 1	Grupo 2	P
Vascular (acidente vascular cerebral/isquemia mesentérica/periférica)	5	1	0,08
Rotura	4	3	0,4
Pós-conversão cirúrgica	2	2	> 0,99
Tromboembolismo pulmonar	1	0	> 0,99
Falência de múltiplos órgãos	1	0	> 0,99

Grupo 1 = aneurisma verdadeiro; Grupo 2 = dissecção aórtica.

**TABELA 2**  
**Tipo de evento detectado no seguimento tardio de indivíduos submetidos a tratamento endovascular por aneurisma verdadeiro ou dissecção aórtica**

	Grupo 1 (%)	Grupo 2 (%)	P
Número total de pacientes	47	74	
Reintervenção	10 (21)	16 (22)	> 0,99
Conversão cirúrgica	9 (19)	4 (5)	0,03
Óbito	9 (19)	12 (16)	0,8

Grupo 1 = aneurisma verdadeiro; Grupo 2 = dissecção aórtica.

são menos adequados a esse método alternativo de tratamento? Por que a mortalidade intra-hospitalar é superior quando comparada aos pacientes com dissecção do tipo B? Esses resultados são semelhantes aos observados por outros grupos?

Em primeiro lugar, é preciso reconhecer as diferenças anatômicas entre os dois grupos. Enquanto na dissecção do tipo B o maior desafio é a instabilidade clínica dos pacientes, nos aneurismas verdadeiros temos a presença de aterosclerose universal como maior problema, como aqui refletido na maior incidência de pacientes com acidente vascular prévio ao tratamento endovascular com stents. Embora não tenhamos observado nesta amostra, a frequente ocorrência de doença periférica traz óbvia conotação de insucesso por falência técnica e há necessidade de dilatação de estenoses ou criação de acessos artificiais, com aumento de custos e da morbidade do procedimento. O preparo cirúrgico dos vasos ilíaco-femorais pode ser necessário em até 20% dos casos<sup>6</sup>. Entretanto, está no arco aórtico nosso maior problema. A necessidade de prolongar o colo de aterrissagem proximal até a região de emergência dos vasos cerebrais implica a necessidade de derivação cirúrgica desses vasos ou de sua cobertura, ambas passíveis de complicação, mas, de forma mais notável, passíveis de acarretar vazamentos por má aposição em região de tortuosidade ou dilatação. Sem se falar na dificuldade que muitas vezes se encontra em simplesmente se avançar e posicionar o dispositivo em um arco muito tortuoso, permitindo deslocamento de *debris*. O estudo *Medtronic Vascular Talent Thoracic Stent Graft System (VALOR)*<sup>7</sup>, englobando um grupo de pacientes eletivos, com aneurismas verdadeiros e com perfil de risco muito menor que o desta série, utilizou derivação cirúrgica da artéria subclávia esquerda em 5% e acesso arterial artificial em mais de 20% dos casos. Embora as taxas de complicação neurológica total não sejam significativamente diferentes entre os grupos em nosso relato (6,4% no grupo 1 vs. 3% no grupo 2; P = 0,32), parece justo salientar que a frequência de complicação neurológica não deve ser minimizada, utilizando-a como um motivo para aceitação de pacientes inadequados ao tratamento endovascular com stents em detrimento do procedi-

mento cirúrgico. Embora tenha sido demonstrado que as taxas de complicação neurológica são significativamente menores que as observadas na cirurgia aberta<sup>8</sup>, ressaltamos que, em pacientes eletivos, essa diferença não é tão relevante<sup>9</sup> ou pode mesmo ser desfavorável no grupo endovascular – em análise em separado de 28 pacientes nos quais a artéria subclávia esquerda foi coberta pelo stent e que realizaram prévia derivação carótida-subclávia, 14% dos pacientes tiveram um novo evento isquêmico cerebral comparado com 1% dos pacientes cujas próteses foram liberadas distalmente à artéria subclávia<sup>9</sup>.

Quanto à maior mortalidade na fase intra-hospitalar, podemos admitir que a presença de pacientes mais idosos no grupo 1 já define uma população na qual as comorbidades terão papel preponderante, fato também observado em outras séries<sup>10,11</sup>. As causas de mortalidade nessa população apontam predomínio de complicações vasculares. Diferente do observado no grupo com dissecção aguda e rotura, a presença de rotura nos aneurismas verdadeiros também é um marcador de gravidade e complexidade da doença mais avançada, com piores anatomias, provavelmente aumentando a mortalidade intra-hospitalar. Microembolização é uma complicação bastante comentada nos aneurismas abdominais e pouco lembrada nos torácicos, podendo explicar também algumas complicações. Todavia, note-se que a mortalidade em pacientes tratados de forma eletiva é excepcionalmente baixa para a complexidade dessa população. Obviamente, pacientes mais idosos, tratados por rotura e já apresentando comprometimento de múltiplos órgãos, ainda apresentam altas taxas de mortalidade mesmo no tratamento endovascular com stents, não se devendo esquecer que tais números para cirurgia clássica são ainda maiores.

No já citado estudo VALOR<sup>7</sup>, a mortalidade hospitalar foi de 2,1% e a taxa de complicações maiores foi de 41%, porém foram incluídos apenas pacientes eletivos, em um primeiro procedimento e seguindo rigorosos critérios anatômicos. Em séries ou registros com critérios de seleção mais maleáveis, observamos números semelhantes aos relatados por nosso grupo. Em Stone et al.<sup>6</sup>, a mortalidade intra-hospitalar entre

pacientes tratados por doença aterosclerótica torácica foi de 10,4% e se comparou favoravelmente à mortalidade cirúrgica (15,1%;  $P = 0,09$ ) daquela instituição, sendo notável que 30% do grupo endovascular era considerado inadequado para cirurgia. Os registros do *European Collaborators on Stent Graft Techniques for Thoracic Aortic Aneurysm and Dissection Repair* (EUROSTAR) and the *United Kingdom Thoracic Endograft* para stent torácico, em que mais de metade dos pacientes com aneurismas verdadeiros não era considerada candidata à cirurgia convencional, anotaram mortalidade intra-hospitalar de 10%, elevando-se a 28% nos casos de emergência<sup>10</sup>.

No seguimento tardio, é notável a diferença de quase 20 pontos percentuais na taxa de falência tardia entre os grupos, embora sem significância estatística nesta amostra, que se faz presente especialmente pela diferença entre os grupos na taxa de conversão cirúrgica ( $P = 0,03$ ). Isso, provavelmente, decorre da inclusão de pacientes, no grupo 1, no limite da indicação anatômica, ou seja, sem colo de aterrissagem adequado e que, ao apresentarem vazamentos tardios, se tornam apenas candidatos cirúrgicos. A experiência global demonstra que a mortalidade tardia desses pacientes é alta e geralmente não relacionada ao aneurisma, tanto no grupo cirúrgico como no grupo endovascular<sup>7,11</sup>, variando de 16% a 40%. De fundamental importância no seguimento desses pacientes é a detecção precoce e o tratamento imediato de *endoleaks*, uma vez que sua presença é sinal ominoso na evolução.

Todas essas considerações levantadas como pontos desfavoráveis no tratamento endovascular com stents, acarretando maior mortalidade do procedimento que aquela que gostaríamos de observar, podem, todavia, se aplicar a uma argumentação contrária à cirurgia. Da mesma forma, comorbidades, urgências e grandes distorções anatômicas representam desafios operatórios e as poucas séries apresentando comparação direta entre cirurgia e stent apontam a superioridade do procedimento menos invasivo<sup>6,8</sup>. Cabe ao time formado pelo médico assistente, cardiologista intervencionista e cirurgião cardiovascular, conhecedor desses números, adequar a indicação do procedimento a cada caso, reconhecendo que a evolução desses pacientes é influenciada sobremaneira pelas comorbidades, pela qualidade e pela experiência do atendimento médico.

Por fim, devemos salientar que os aneurismas verdadeiros são parte da apresentação clínica de uma doença crônica e progressiva, universal em todos os territórios arteriais. O tratamento endovascular com stents propõe uma solução mecânica, na qual a seleção do paciente toma parte fundamental nos resultados encontrados. Além disso, o estado basal do paciente (condição clínica, emergência, comorbidades), com frequência, define as taxas de mortalidade espe-

radas para o procedimento. É certamente uma força favorável no tratamento endovascular com stents a expressiva redução de morbidade e mortalidade em pacientes bem selecionados, especialmente na dissecção do tipo B. Infelizmente, o mau candidato cirúrgico também é um mau candidato para tratamento endovascular com stents, sob o ponto de vista de mortalidade e complicações, especialmente nos casos de aneurismas verdadeiros. Adicionalmente, assumir o compromisso de seguimento perene com necessidade não infrequente de reintervenção como parte da estratégia é uma necessidade a ser discutida com os pacientes em casos eletivos. Reconhecer que a melhor solução de tratamento ainda está por vir, escolhendo caso a caso a melhor opção terapêutica, cirúrgica ou endovascular e associando-se medicações que possam interferir no desenvolvimento e crescimento de aneurismas e tratamento de doenças cardiovasculares associadas, é fundamental para o sucesso tardio e nos parece a melhor opção.

## CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declararam inexistência de conflito de interesses.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Svensson LG, Kouchoukos NT, Miller DC, Bavaria JE, Coselli JS, Curi MA, et al. Expert consensus document on the treatment of descending thoracic aortic disease using endovascular stent-grafts. *Ann Thorac Surg.* 2008;85(1 Suppl): S1-41.
2. Eggebrecht H, Nienaber CA, Neuhäuser M, Baumgart D, Kische S, Schmermund A, et al. Endovascular stent-graft placement in aortic dissection: a meta-analysis. *Eur Heart J.* 2006;27(4):489-98.
3. Palma JH, de Souza JA, Rodrigues Alves CM, Carvalho AC, Buffolo E. Self-expandable aortic stent-grafts for treatment of descending aortic dissections. *Ann Thorac Surg.* 2002;73(4): 1138-42.
4. Alves CMR, Fonseca JH, Souza JA, Camargo Carvalho AC, Buffolo E. Endovascular treatment of thoracic disease: patient selection and a proposal of a risk score. *Ann Thorac Surg.* 2002;73(4):1143-8.
5. Alves CMR, Palma JH, Souza JAM, Kim HC, Esher G, Buffolo E. Endovascular treatment of type B aortic dissection: the challenge of late success. *Ann Thorac Surg.* In press 2009.
6. Stone DH, Brewster DC, Kwolek CJ, Lamuraglia GM, Conrad MF, Chung TK, et al. Stent-graft versus open-surgical repair of the thoracic aorta: mid-term results. *J Vasc Surg.* 2006; 44(6):1188-97.
7. Fairman RM, Criado F, Farber M, Kwolek C, Mehta M, White R, et al. Pivotal results of the Medtronic Vascular Talent Thoracic Stent Graft System: the VALOR Trial. VALOR Investigators. *J Vasc Surg.* 2008;48(3):546-54.
8. Walsh SR, Tang TY, Sadat U, Naik J, Gaunt ME, Boyle JR, et al. Endovascular stenting versus open surgery for thoracic aortic disease: systematic review and meta-analysis of perioperative results. *J Vasc Surg.* 2008;47(5):1094-8.
9. Bavaria JE, Appoo JJ, Makaroun MS, Verter J, Yu ZF, Mitchell RS. Endovascular stent grafting versus open surgical repair of descending thoracic aortic aneurysms in low-risk pa-

- tients: a multicenter comparative trial. Gore TAG Investigators. J Thorac Cardiovasc Surg. 2007;133(2):369-77.
10. Leurs LJ, Bell R, Degrieck Y, Thomas S, Hobo R, Lundbom J. Endovascular treatment of thoracic aortic diseases: combined experience from the EUROSTAR and United Kingdom Thoracic Endograft registries. EUROSTAR; UK Thoracic Endograft Registry collaborators. J Vasc Surg. 2004;40(4):670-80.
11. Criado FJ, Abul-Khoudoud OR, Damer GS, McKendrick C, Zuzga M, Clark NS, et al. Endovascular repair of the thoracic aorta: lessons learned. Ann Thorac Surg. 2005;80(3):857-63.