

Artigo Original

Uso de stents recobertos no tratamento da coarctação da aorta

Francisco Chamíé^{a,b,*}, Daniel Chamíé^{b,c}, Luiz Carlos do Nascimento Simões^b, Renata Mattos Silva^b^a Hospital Federal dos Servidores do Estado, Rio de Janeiro, RJ, Brasil^b Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia, São Paulo, SP, Brasil^c Intercat – Cardiologia Intervencionista, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

INFORMAÇÕES SOBRE O ARTIGO

Histórico do artigo:

Recebido em 1 de março de 2015

Aceito em 30 de maio de 2015

Palavras-chave:

Cateterismo cardíaco

Próteses e implantes

Cardiopatias congênitas

RESUMO

Introdução: A ampla variedade morfológica das coarctações da aorta (CoA) e algumas complicações derivadas do implante de stents convencionais tornam desejáveis a utilização de stents recobertos (SR). Descrevemos a experiência com o uso de SR para tratar CoA em crianças e adultos.

Métodos: Foram revisados, retrospectivamente, os registros dos pacientes nos quais foram utilizados os SR. Os procedimentos foram realizados segundo a técnica consagrada. Foram estudados casos em que os SR foram utilizados como primeiro tratamento e também aqueles realizados em complicações derivadas do procedimento inicial.

Resultados: Entre 2007 e 2014, foram utilizados SR em 14 pacientes, sendo 9 (64,3%) do sexo masculino. A média de idades foi $19,5 \pm 10,5$ anos, e a média dos pesos, $61,7 \pm 25,5$ kg. Valva aórtica bicúspide estava presente em 74% dos casos, e dois apresentaram persistência do canal arterial. Coarctações subatréticas foram encontradas em cinco pacientes. Onze pacientes apresentaram hipertensão arterial sistêmica, e 73% normalizaram as cifras tensionais após a dilatação com stents. O implante foi possível em todos os casos. Foram realizados implantes primários em dez (71,4%) pacientes portadores de coarctações nativas e em quatro como segundo dispositivo, para corrigir problemas derivados de procedimentos anteriores. O tempo médio de seguimento foi de $51,7 \pm 29,8$ meses. Três complicações menores estiveram relacionadas aos procedimentos, e não houve registro de óbito.

Conclusões: O uso de SR foi seguro e eficaz na nossa pequena série de casos. Mais estudos, enfocando a evolução de longo prazo e a possibilidade de redilatação dos SR, são necessários para corroborar seu uso em crianças.

© 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/>).

Use of covered stents in the treatment of aortic coarctation

ABSTRACT

Background: The wide morphological variety of coarctation of the aorta (CoA) and some complications resulting from the implantation of conventional stents has made the utilization of covered stents (CS) desirable. We describe our experience with the use of CS to treat CoA in children and adults.

Methods: The records of patients that received CS were retrospectively reviewed. The procedures were performed according to the established technique. Use of CS as primary treatment were assessed, as well as those deployed due to complications resulting from the initial procedure.

Results: Between 2007 and 2014, CS were used in 14 patients, 9 (64.3%) of whom were males. The mean age was 19.5 ± 10.5 years, and the mean weight 61.7 ± 25.5 kg. Bicuspid aortic valve was present in 74% of cases, and two patients had patent ductus arteriosus. Subaortic aortic coarctations were found in five patients. Eleven patients had systemic arterial hypertension, and 73% had normalized blood pressure levels after stent dilation. Implantation was possible in all cases. Primary implants were performed in ten (71.4%) patients with native coarctation and in four patients as a second device to correct problems originating from previous procedures. The mean time of follow-up was 51.7 ± 29.8 months. Three minor complications were related to procedures, and there were no deaths.

Conclusions: The use of CS was safe and effective in this small case series. Further studies focusing on the long-term evolution and the possibility of CS redilation are needed to support its use in children.

© 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/>).

Keywords:

Cardiac catheterization

Prostheses and implants

Congenital heart defects

* Autor para correspondência: Rua Real Grandeza, 108, salas 223-224, Botafogo, CEP: 22281-034, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

E-mail: fchamie@pobox.com (F. Chamíé).

A revisão por pares é da responsabilidade Sociedade Brasileira de Hemodinâmica e Cardiologia Intervencionista.

Introdução

O tratamento da coarctação da aorta (CoAo) vem evoluindo ao longo do tempo, e a dilatação com cateter balão tornou-se uma alternativa menos invasiva à cirurgia.¹

Recentemente, o implante percutâneo de stents balão-expansíveis tem sido tratamento de escolha para o tratamento da CoAo de adolescentes e adultos.^{2,3} A ampla variedade morfológica das CoAo e algumas complicações derivadas do implante de stents convencionais tornaram desejável o uso de stents recobertos (SR).^{4,5}

Neste manuscrito, é descrita uma experiência com o implante de SR para tratar CoAo em crianças e adultos. Discutem-se ainda as indicações de uso em lesões nativas e suas aplicações na abordagem de algumas complicações desse procedimento.

Métodos

Foram analisados, retrospectivamente, os registros de todos os pacientes encaminhados para tratamento percutâneo de CoAo, em quem foram utilizados SR. Todos os procedimentos foram realizados sob anestesia geral e intubação orotraqueal, após jejum mínimo de 8 horas.

Heparina foi administrada nas doses de 100 UI/kg em crianças e de 5.000 a 10.000 UI em adultos, após ter sido obtido o acesso arterial. Profilaxia antimicrobiana com cefazolina (50 mg/kg em crianças ou 2 g em adultos) foi rotineiramente administrada. Os pacientes foram submetidos a cateterismo cardíaco esquerdo por meio de punção da artéria femoral.

A lesão foi cruzada, retrogradamente, com um cateter pré-moldado para coronária direita (JR), no interior do qual foi avançada uma guia hidrofílica de ponta reta. Uma vez atingida a aorta ascendente, foram registradas pressões acima e abaixo da lesão, e foi calculado o gradiente através da obstrução.

Com um cateter *pigtail* centimetrado, foram realizadas aortografia panorâmica em projeção oblíqua anterior esquerda a 30° e aortografia descendente nas projeções oblíqua anterior esquerda a 60°, oblíqua anterior direita e lateral esquerda. Em alguns casos, foi acrescentada pequena angulação caudal, para melhor visualização do local da obstrução (fig. 1).

Após as angiografias, foram realizadas medidas dos diâmetros da aorta transversa entre as artérias carótidas, da região ístmica na origem da artéria subclávia esquerda, do local da obstrução e da aorta descendente abaixo da lesão. O comprimento considerado foi medido da base da artéria subclávia esquerda até a região da aorta descendente, de forma a englobar completamente a área coarctada.

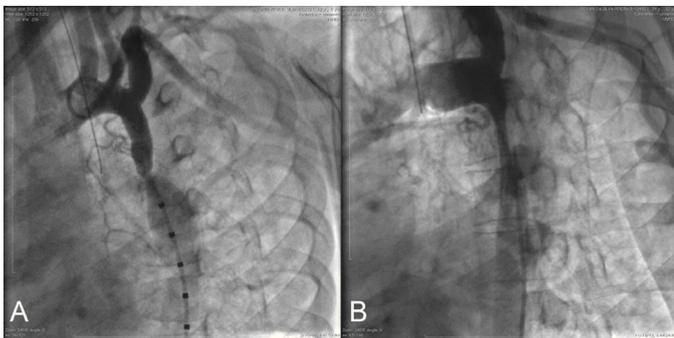


Figura 1. Aortografia descendente em perfil esquerdo. Em (A), nota-se a redução gradual do calibre da aorta, a partir da origem da artéria subclávia esquerda, terminando na região coarctada, focal, ao final do istmo aórtico (hipoplasia tubular). Note-se a dilatação pós-estenótica da aorta descendente. Em (B), observa-se grave coarctação segmentar, abrangendo todo o istmo aórtico. Observa-se o calibre reduzido da aorta descendente, que não apresenta a dilatação pós-estenótica habitual.

Após a documentação da lesão, posicionou-se uma guia de troca, rígida ou super-rígida, em artéria subclávia esquerda ou em aorta ascendente, acima do plano valvar. Sobre ela, foi introduzida uma bainha longa de calibre, pelo menos 3 F maior do que o calibre nominal do cateter balão, e avançada além da área obstruída.

Pelo interior da bainha, avançamos o SR escolhido, montado manualmente sobre um balão de diâmetro 1 a 2 mm superior ao do da região ístmica ou da aorta transversa, entre as artérias carótidas, com comprimento 1 a 2 cm maior do que o comprimento do stent. Foram escolhidos stents cujo comprimento era próximo ao obtido pela medida angiográfica da distância do bordo inferior da aorta transversa, até atingir a aorta descendente, de forma a deixar a região afetada em sua porção central.

O conjunto balão/stent foi avançado sobre a guia e posicionado com auxílio de injeções pela via lateral da bainha longa. Em seguida, o balão foi insuflado, por meio de insufladores manuais, utilizando pressões inferiores às de rotura do balão. Conferiu-se a correta aposição do SR às paredes aórticas, e o balão foi totalmente desinflado e retirado pelo interior da bainha, com cuidado para não desalojar a guia de troca. Sobre a guia, foi reintroduzido o cateter *pigtail*, e foi feito o registro de pressões acima e abaixo do SR. Foram realizadas angiografias de controle, nas mesmas incidências anteriores.

Novas dilatações, com balões de diâmetro maior do que o original, foram realizadas, quando a expansão do stent foi considerada insuficiente ou não houve a adequada aposição da extremidade superior do dispositivo às paredes aórticas. Após a retirada do material empregado no procedimento, foi realizada hemostasia por compressão manual ou com a utilização de sistemas hemostáticos auxiliares, quando disponíveis.

Os pacientes foram encaminhados para unidade de terapia intensiva, onde permaneceram sob observação até o dia seguinte, sob monitoração eletrocardiográfica e da pressão arterial. Foi dada alta para residência após a realização de ecocardiogramas transtorácicos.

O seguimento foi realizado por meio de ecocardiografia transtorácica após 1, 3 e 6 meses. Após 6 meses, foram realizadas angiotomografias de aorta torácica, para observar se o SR estava corretamente apostado à parede aórtica, bem como para afastar a presença de aneurismas ou dissecações. Foi solicitada, também, a realização de teste ergométrico, para avaliar a curva tensional ao exercício.

Stents utilizados

Os SR Advanta V12 (Atrium Medical, Hudson, EUA) são constituídos de estrutura de aço inoxidável cortada a laser, com uma cobertura dupla de e-politetrafluoretileno expandido (e-PTFE), colocada por fora e por dentro da estrutura metálica dos stents. Apresentam geometria de células abertas e vêm montados sobre o balão pelo próprio fabricante. São fornecidos com comprimentos de 29, 41 e 61 mm, montados sobre balões com diâmetros de 12, 14 e 16 mm. Podem ser dilatados a um diâmetro máximo de 22 mm, e sua taxa de encurtamento é de aproximadamente 25%.⁶

Os SR Cheatham Platinum (NuMED, Hopkinton, EUA) são confeccionados com fios de uma liga de platina-irídio, moldados e soldados em forma cilíndrica. São recobertos, apenas em seu exterior, por membrana de e-PTFE. Os dispositivos têm a circunferência formada por oito células em forma de diamante, chamados de 8 "zigs". A célula não expandida mede 11 mm. Outros cilindros de células podem ser soldados, longitudinalmente, ao inicial, aumentando o comprimento do stent. O diâmetro mínimo recomendado para dilatação é 8 mm, e o máximo, 24 mm, com taxa nominal de encurtamento de 20%. A partir de dezembro de 2002, as soldas foram reforçadas com ouro.⁷

Resultados

De setembro de 2007 a dezembro de 2014, foram utilizados SR em 14 pacientes, sendo 9 do sexo masculino (64,3%), cuja média de idades foi de $19,5 \pm 10,5$ anos (variando de 4 a 40 anos), e a média dos pesos, de $61,7 \pm 25,5$ kg (variando de 17 a 95 kg).

Dez pacientes (71,4%) possuíam valvas aórticas bicúspides associadas. Apenas dois apresentaram regurgitação aórtica – leve (1/4+) em um caso e moderada (2/4+) em outro, que também apresentou aneurisma de aorta ascendente (Caso 6). Dois pacientes apresentaram persistência do canal arterial (PCA) (Casos 2 e 9) (fig. 2).

Em todos, a CoAo estava localizada na região habitual, ao final do istmo aórtico. Apenas um caso apresentou hipoplasia segmentar após a emergência da artéria subclávia esquerda. A lesão era focal nos demais (tabela 1).

O diâmetro médio na região da CoAo era de $6,2 \pm 4,7$ mm (variando de 1,7 a 15 mm). A lesão foi considerada subatrética (diâmetros inferiores a 3 mm) em cinco casos (fig. 3)

Antes dos procedimentos, 11 pacientes (78,5%) apresentavam hipertensão arterial sistêmica e faziam uso de diferentes esquemas terapêuticos prescritos por seus médicos assistentes. Após o implante dos stents, oito pacientes normalizaram suas cifras tensionais, em

repouso e ao esforço, sendo indicada a suspensão da medicação anti-hipertensiva.

O implante foi possível em todos os casos. Foram realizados implantes primários em dez (71,4%) pacientes portadores de coarctações nativas. Não foi necessária a pré-dilatação da lesão em nenhum caso. Em quatro casos (Casos 11 a 14), foi implantado um segundo dispositivo para corrigir problemas derivados de procedimentos anteriores.

Foram implantados 18 stents nos 14 pacientes. Os dispositivos utilizados estão detalhados na tabela 2.

Uma paciente (Caso 4) necessitou hiperexpandir o stent com um segundo balão, com diâmetro 2 mm maior do que o anterior, para obter a correta aposição do dispositivo à parede aórtica, no mesmo procedimento.

Quatro pacientes apresentaram sinais clínicos e ecocardiográficos de recoarctação. Nos três primeiros casos (3, 10 e 14), foram implantados SR Advanta V12. As angiografias realizadas, em cateterismos cardíacos subsequentes, mostraram que, em dois (Casos 3 e 10), ambos os dispositivos estavam bem apostos à parede aórtica, mas apresentaram proliferação intimal, em seu interior e foram redilatados com balão, obtendo resultado satisfatório (fig. 4).



Figura 2. Aortografia descendente em perfil esquerdo mostra coarctação focal ao final do istmo aórtico e, adicionalmente, a presença de um canal arterial do tipo A, opacificando o tronco pulmonar.



Figura 3. Aortografia em projeção oblíqua anterior esquerda caudal mostrando uma coarctação muito cerrada, considerada subatrética.

Tabela 1

Dados demográficos

n	ID	Idade (anos)	Peso (kg)	VAB	Defeito associado
1	JNV	16	70	Sim	Não
2	KTG	25	86	Sim	PCA
3	AVRS	6	24	Sim	Não
4	BVCA	4	17	Sim	Não
5	SGA	40	86	Sim	Não
6	JSS	22	50	Sim, com IAo 2/4+	Aneurisma de aorta ascendente
7	DRR	15	95	Não	Não
8	GSP	32	85	Não	Não
9	IVM	7	24	Não	PCA
10	EMP	18	60	Sim, com IAo 1/4+	Não
11	FNFA	34	50	Sim	Não
12	JVFS	17	75	Sim	Não
13	ITGS	17	79	Não	Não
14	LCDNP	18	63	Sim	Não

ID: identificação do paciente; VAB: valva aórtica bicúspide; PCA: canal arterial; IAo: regurgitação aórtica.

Tabela 2

Balões e stents utilizados

n	ID	Balões utilizados	Stents utilizados	Grad pré (mmHg)	Grad pós (mmHg)
1	JNV	BIB 18/50	SR CP 8 ZIG 45	26	-1
2	KTG	BIB 18/40	SR CP 8-ZIG 39	58	-6
3	AVRS	ATRIUM 12/50 e Z-Med® 14/40	SR Advanta V12 12/41	47	2
4	BVCA	Z-Med® II 8/30 e Z-Med® II 10/40	SR CP 8-ZIG 28	50	9
5	SGA	BIB 16/50	SR CP 8-ZIG 45	30	1
6	JSS	BIB 18/45	SR CP 8-ZIG 39	25	0
7	DRR	BIB 12/40	SR CP 8-ZIG 45	26	1
8	GSP	Z-Med® II 14/40	SR CP 8-ZIG 45	37	3
9	IVM	Power Flex Plus 12/40	SR CP 8-ZIG 28	64	5
10	EMP	ATRIUM 12/41 e Z-Med® II 16/40	SR Advanta V12 12/41	43	6
11	FNFA	BIB 16/40 e Z-Med® II 18/40	NR CP 8-ZIG 39 e SR CP 8-ZIG 39	10	5
12	JVFS	Power Flex Plus 12/40 e Z-Med® II 18/40	NR CP 8-ZIG 34 e SR CP 8-ZIG 45	15	1
13	ITGS	Power Flex Plus 10/40, Power Flex Plus 12/40, Z-Med® 14/40 e Z-Med® II 18/40	NR PALMAZ® P308 e SR CP 8-ZIG 39	22	12
14	LCDNP	ATRIUM 16/60 e BIB 20/40	SR Advanta V12 16/61 e NR CP 8-ZIG 39	66	-2

ID: identificação do paciente; Grad: gradiente através da região da coarctação da aorta; BIB: balloon-in-balloon; SR: stent recoberto; NR: stent não recoberto.

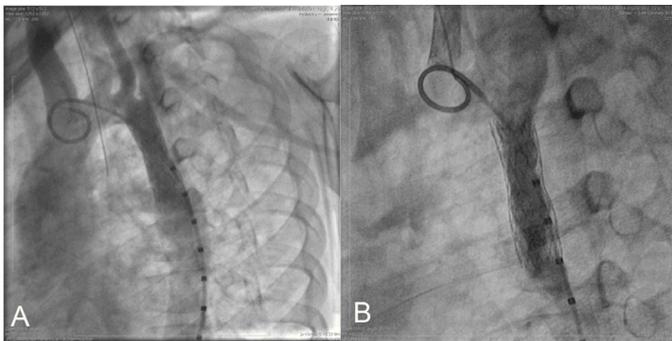


Figura 4. Em (A), aortografia descendente imediatamente após o primeiro implante (Caso 3) mostrando stent bem posicionado, com bom fluxo. Em (B), aortografia de controle 5 anos após o implante, mostrando redução luminal por proliferação intimal ao longo de todo o comprimento do stent.

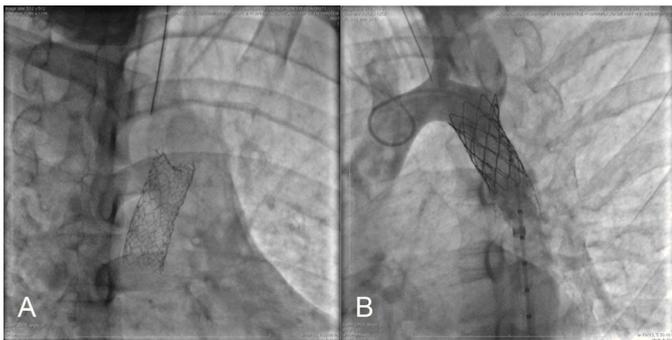


Figura 5. Em (A), detalhe do stent recoberto Advanta apresentando colapso de seu bordo superior, com obstrução parcial da luz. Em (B), a recuperação da luz aórtica após o implante de um stent não recoberto Cheatham Platinum.

No terceiro (Caso 14), a reestenose foi causada pelo colapso do bordo superior de um SR Advanta V12 16/61, aproximadamente 1 ano após o implante realizado em outro serviço. Foi feita a dilatação com implante de um segundo stent não recoberto Cheatham Platinum 8-ZIG 39, com sucesso (fig. 5).

O outro (Caso 11) apresentou recoarctação por fratura de um stent não recoberto Cheatham Platinum, descoberta 7 anos após o implante. Foi tratada com a dilatação e o implante de um novo SR Cheatham Platinum 8-ZIG 39 pelo interior do primeiro.

Observou-se, tardiamente, a presença de aneurismas em dois pacientes. Em um (Caso 12), houve a fratura circunferencial na primei-

ra e última linhas de solda de um stent não recoberto Cheatham Platinum 8-ZIG 34, havendo a perfuração da parede aórtica, pela fratura de uma haste posterossuperior do dispositivo, com formação de pequeno aneurisma. No segundo (Caso 13), o aneurisma formou-se durante o implante de stent não recoberto PALMAZ® P308, cujas bordas eram aguçadas. O tratamento foi bem-sucedido em ambos os casos, com implante de SR Cheatham Platinum 8-ZIG 45 e SR Cheatham Platinum 8-ZIG 39, respectivamente (figs. 6 e 7).

O diâmetro médio dos balões utilizados foi $15,2 \pm 3,1$ mm (variando de 12 a 20 mm). O gradiente sistólico médio através da área obstruída foi reduzido de $34,2 \pm 16,0$ mmHg (variando de 10 a 64 mmHg) para $2,5 \pm 4,6$ mmHg (variando de -6 a 12 mmHg) após o implante do stent. O diâmetro médio do segmento coarctado aumentou de $6,2 \pm 4,7$ mm para $15,6 \pm 2,8$ mm.

O tempo médio de seguimento foi de $51,7 \pm 29,8$ meses (variando de 2 a 88 meses).

Ocorreram três complicações relacionadas aos procedimentos: uma estenose arterial no local da introdução da bainha longa, que necessitou de reparo cirúrgico (Caso 4), um pseudoaneurisma resolvido por compressão local (Caso 6) e um caso de parestesia do MSD por hiperextensão do plexo braquial, durante o procedimento (Caso 14). Não houve óbitos na nossa série de casos.

Discussão

Stents balão-expansíveis, recobertos com uma camada de e-PTFE, têm sido empregados, mais recentemente, para o tratamento da CoAo.⁸⁻¹² Os mais utilizados são os stents Cheatham Platinum recobertos e o Advanta V12 LD. São classicamente indicados nas seguintes situações:¹³ pacientes maiores de 30 anos; em casos de obstrução crítica (diâmetro menor do que 3 mm na região da CoAo); quando há atresia da luz aórtica; quando a CoAo se associa ao canal arterial patente; quando há importantes alterações degenerativas da parede aórtica; quando se necessita realizar a exclusão de aneurismas, ou dissecações de aorta; em casos de fratura circunferencial com desalinhamento entre as porções proximal e distal de um stent, previamente implantado; e em casos de fratura parcial ou circunferencial de stent, com protusão de hastes contra a parede aórtica.

Nos SR Cheatham Platinum, a membrana de e-PTFE é suturada na parte externa das hastes. Esse dispositivo deve ser montado manualmente sobre o balão de entrega. Deve-se ter todo o cuidado para não danificar a película externa, que não pode ser molhada, devendo ser



Figura 6. Em (A), detalhe de um stent não recoberto Cheatham Platinum implantado há 13 anos. Notem-se as fraturas circunferenciais da primeira e última fileira de "zigs". Em (B), aortografia descendente em obliqua anterior direita, mostrando linha de dissecção com pequeno aneurisma na região da primeira linha de solda fraturada. Em (C), aortografia de controle após o implante de um stent recoberto Cheatham Platinum com a exclusão do aneurisma.

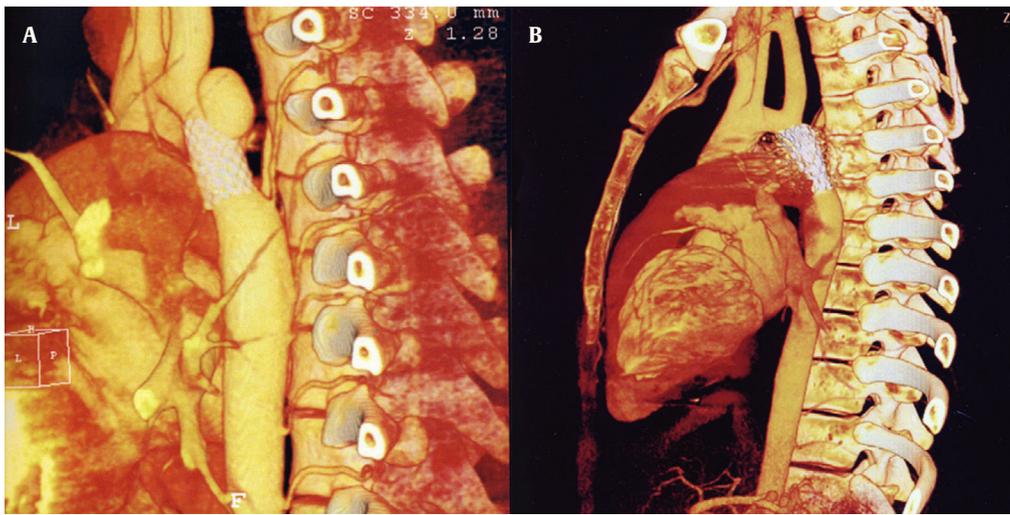


Figura 7. Em (A), angiotomografia de controle após o implante de stent não recoberto Palmaz® P308 mostrando a presença de um aneurisma sacular em seu bordo superior. Em (B), a exclusão do aneurisma 6 meses após o implante de um stent recoberto Cheatham Platinum.

manuseada com luvas secas e limpas. Para não desalojar a cobertura, deve-se evitar o atrito excessivo com a bainha de introdução, que precisa ter um calibre, no mínimo, 3 F maior do que a bainha recomendada para a utilização do balão. Isso pode ser um fator limitante para o uso dos SR Cheatham Platinum em crianças ou pacientes de pequeno porte, com artérias pouco calibradas. Ao cruzar a válvula hemostática da bainha longa, deve-se utilizar um dos cilindros de proteção fornecidos juntamente dos stents. Se não estiverem disponíveis, podem ser confeccionados a partir de um segmento cortado de uma bainha, de mesmo diâmetro da utilizada para o implante. Seria desejável que os SR Cheatham Platinum viessem pré-montados pela fábrica, o que reduziria o tempo e aumentaria a segurança do procedimento, permitindo sua utilização em um maior número de pacientes de pequeno porte e mesmo em crianças.

Em função de serem cilindros não permeáveis, devido à cobertura de e-PTFE, os SR devem ser completamente apostos à parede aórtica na região cefálica do istmo e não devem ser posicionados acima do bordo inferior da aorta transversa. A presença de espaço livre entre os bordos do stent e a parede aórtica criaria um fundo de saco onde o fluxo de alta velocidade da aorta descendente poderia deslocar, ou mesmo colapsar o stent, causando obstrução, como no Caso 14 relatado.^{14,15} A expansão do bordo inferior ao diâmetro da aorta descendente dilatada não parece ser necessária.

A redilatação dos SR, embora possível, é evitada por alguns autores e, portanto, sua utilização deve ser cuidadosamente avaliada em crianças.¹⁶⁻¹⁸

Dissecção e ruptura aórtica são importantes motivos para a utilização emergencial dos SR, que devem estar disponíveis para o resgate dos casos de maior gravidade.¹⁹

Existe risco pequeno de oclusão da artéria espinhal com o uso de SR, embora ela se origine bem abaixo do nível da coarctação. Também não tem sido um problema significativo na utilização de endopróteses para tratamento dos grandes aneurismas de aorta torácica, ocorrendo em apenas 1 a 4% dos casos.²⁰

É importante que se tome o cuidado de evitar a exclusão não intencional de vasos importantes, como as artérias subclávias e carótidas, ao usar os SR.

Conclusões

O uso de stents recobertos foi seguro e eficaz na nossa pequena série de casos. Seria desejável uma redução no diâmetro das bainhas longas. Mais estudos, enfocando a evolução de longo prazo e a possibilidade de redilatação dos stents recobertos, são necessários para corroborar seu uso eletivo em crianças.

Fonte de financiamento

Não há.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

- Fontes VF, Esteves CA, Braga SL, da Silva MV, E Silva MA, Sousa JE, et al. It is valid to dilate native aortic coarctation with a balloon catheter. *Int J Cardiol.* 1990;27(3):311-6; discussion 317-8.
- Bulbul ZR, Bruckheimer E, Love JC, Fahey JT, Hellenbrand WE. Implantation of balloon-expandable stents for coarctation of the aorta: implantation data and short-term results. *Cathet Cardiovasc Diagn.* 1996;39(1):36-42.
- Krasemann T, Bano M, Rosenthal E, Qureshi SA. Results of stent implantation for native and recurrent coarctation of the aorta—follow-up of up to 13 years. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2011;78(3):405-12.
- Bruckheimer E, Dagan T, Amir G, Birk E. Covered Cheatham-Platinum stents for serial dilation of severe native aortic coarctation. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2009;74(1):117-23.
- Butera G, Dua J, Chessa M, Carminati M. Covered Cheatham-Platinum stents for serial dilatation of severe native aortic coarctation. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2010;75(3):472; author reply 473.
- Bruckheimer E, Birk E, Santiago R, Dagan T, Esteves C, Pedra CA. Coarctation of the aorta treated with the Advanta V12 large diameter stent: acute results. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2010;75(3):402-6.
- Ewert P, Schubert S, Peters B, Abdul-Khaliq H, Nagdyman N, Lange PE. The CP stent - short, long, covered - for the treatment of aortic coarctation, stenosis of pulmonary arteries and caval veins, and Fontan anastomosis in children and adults: an evaluation of 60 stents in 53 patients. *Heart.* 2005;91(7):948-53.
- de Giovanni JV. Covered stents in the treatment of aortic coarctation. *J Interv Cardiol.* 2001;14(2):187-90.
- Forbes T, Matisoff D, Dysart J, Aggarwal S. Treatment of coexistent coarctation and aneurysm of the aorta with covered stent in a pediatric patient. *Pediatr Cardiol.* 2003;24(3):289-91.
- Gunn J, Cleveland T, Gaines P. Covered stent to treat co-existent coarctation and aneurysm of the aorta in a young man. *Heart.* 1999;82(3):351.
- Khan MS, Moore JW. Treatment of abdominal aortic pseudoaneurysm with covered stents in a pediatric patient. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2000;50(4):445-8.
- Sadiq M, Malick NH, Qureshi SA. Simultaneous treatment of native coarctation of the aorta combined with patent ductus arteriosus using a covered stent. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2003;59(3):387-90.
- Neves J, Fraga V, Silva R, Pilla CB, Esteves CA, Braga SLN, et al. Uso de stents no tratamento da coarctação de aorta. *Rev Bras Cardiol Invas.* 2005;13(3):153-66.
- Hayes N, Podnar T, Qureshi S. Collapse of the Advanta V12 Large Diameter covered stent following implantation for aortic coarctation. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2014;83(1):109-14.
- Wan AW, Lee KJ, Benson LN. Infolding of covered stents used for aortic coarctation: report of two cases. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2014;83(1):104-8.
- Butera G, Gaio G, Carminati M. Redilation of e-PTFE covered CP stents. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2008;72(2):273-7.
- Ewert P, Abdul-Khaliq H, Peters B, Nagdyman N, Schubert S, Lange PE. Transcatheter therapy of long extreme subaortic aortic coarctations with covered stents. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2004;63(2):236-9.
- Qureshi SA. Use of covered stents to treat coarctation of the aorta. *Korean Circ J.* 2009;39(7):261-3.
- Tanous D, Collins N, Dehghani P, Benson LN, Horlick EM. Covered stents in the management of coarctation of the aorta in the adult: initial results and 1-year angiographic and hemodynamic follow-up. *Int J Cardiol.* 2010;140(3):287-95.
- Mitchell RS, Miller DC, Dake MD. Stent-graft repair of thoracic aortic aneurysms. *Semin Vasc Surg.* 1997;10(4):257-71.