

Tratamento Percutâneo do Canal Arterial com a Prótese Amplatzer Duct Occluder II (ADO II): Nova Opção para um Antigo Defeito

Francisco José Araújo Chamié Queiroz¹, Luiz Carlos Simões¹, Daniel Silva Chamié de Queiroz¹, Sergio Ramos¹, José Fábio Almira da Silva¹, Renata Mattos¹

RESUMO

Introdução: Nos últimos 30 anos, vários dispositivos têm sido utilizados para o fechamento percutâneo dos canais arteriais patentes. O Amplatzer Duct Occluder II (ADO II) foi desenvolvido para atender aos canais pequenos e moderados, com duplo disco e menor perfil, simplificando o implante sem perder a eficácia e a segurança. O objetivo deste estudo é discutir aspectos técnicos do uso da nova prótese e apresentar a experiência do grupo no uso desse dispositivo. **Método:** Análise dos registros de pacientes portadores de canal arterial patente submetidos a fechamento percutâneo com a prótese ADO II, no período de setembro de 2009 a março de 2010, identificados por ecocardiogramas transtorácicos. **Resultados:** Foram selecionados 8 pacientes. Os pesos variaram de 8 kg a 78 kg ($38,8 \pm 24,1$ kg). Quatro canais eram do tipo E, três eram do tipo A, e um, do tipo C. O implante foi possível em todos os casos. As próteses utilizadas foram 5-6 em três casos, 5-4 em dois casos, e 4-6, 6-4 e 6-6 uma vez cada. Apenas um caso apresentou fluxo residual, sem jato, imediatamente após o fechamento, que desapareceu no primeiro ecocardiograma transtorácico de controle na primeira semana de seguimento. Não houve óbito ou complicações em nenhum caso. **Conclusão:** A prótese ADO II mostrou-se segura e eficaz, mesmo em lactentes. A abordagem retrógrada torna o procedimento mais rápido e fácil. As taxas de oclusão são comparáveis às do ADO I. Estudos com maior número de pacientes e seguimento mais longo são necessários para estabelecer a segurança e a eficácia do dispositivo em crianças menores.

DESCRITORES: Permeabilidade do canal arterial. Cateterismo cardíaco. Próteses e implantes. Cardiopatias congênitas.

ABSTRACT

Percutaneous Treatment of Patent Ductus Arteriosus with the Amplatzer Duct Occluder II (ADO II): New Option for an Old Defect

Background: Over the last 30 years, several devices have been used for the percutaneous closure of the patent ductus arteriosus (PDA). The Amplatzer Duct Occluder II (ADO II) was developed to address small to moderate PDAs with a double disk and lower profile, which makes implantation easier, without losing efficacy and safety. The objective of this study is to discuss the technical aspects of this novel prosthesis and present the group's experience with the use of this device. **Method:** From September/2009 to March/2010, the records of patients with PDAs undergoing percutaneous closure with the ADO II prosthesis which had been diagnosed by transthoracic echocardiograms were analyzed. **Results:** Eight patients were selected. Weight ranged from 8 kg to 78 kg (38.8 ± 24.1 kg). Four PDAs were type E, three were type A and one was type C. Implant was feasible in all cases. The prosthesis used were 5-6 in three cases, 5-4 in two, and 4-6, 6-4 and 6-6 in one case each. Only one patient presented residual flow without a jet immediately after closure, which disappeared in the first follow-up transthoracic echocardiogram within the first week after procedure. There were no deaths or procedure-related complications. **Conclusion:** The ADO II device proved to be safe and effective, even in infants. The retrograde approach made the procedure fast and easy. Occlusion rates are comparable to the ones obtained with ADO I. Further studies with a larger patient sample and longer follow-up times are required to establish the device's safety and efficacy in smaller children.

KEY-WORDS: Ductus arteriosus, patent. Heart catheterization. Prostheses and implants. Heart defects, congenital.

¹ Intercat – Cardiologia Intervencionista – Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
Correspondência: Francisco Chamié. Rua Real Grandeza, 108/223-224 – Botafogo – Rio de Janeiro, RJ, Brasil – CEP 22281-034
E-mail: fchamie@pobox.com
Recebido em: 13/2/2010 • Aceito em: 21/4/2010

Nos últimos anos, o fechamento percutâneo dos canais arteriais tem sido realizado com uma série de diferentes dispositivos.

Ganhou maior aceitação o uso de molas, a princípio de liberação livre e, posteriormente, de liberação controlada. Liberadas pelo acesso arterial apresentavam boa taxa de oclusão em canais pequenos (menores que 2,5 mm), mas tinham taxa indesejável de fluxos residuais no fechamento de canais de maior calibre.¹

O Amplatzer Duct Occluder I (ADO I – AGA Medical Corporation, Estados Unidos) foi desenvolvido para uso em canais maiores e apresenta índice extremamente baixo de *shunts* residuais. Liberado pelo acesso venoso, necessita de bainhas longas mais calibrosas (6 F e 7 F) e possui um único disco de retenção perpendicular ao eixo do dispositivo, que, por vezes, sofre protrusão em direção à aorta descendente, podendo acarretar gradientes significativos, principalmente em lactentes.^{2,3}

O novo dispositivo Amplatzer Duct Occluder II foi desenvolvido para facilitar o processo de implante e reduzir o perfil dos introdutores sem perder a alta taxa de oclusão.⁴

O objetivo deste estudo é discutir aspectos técnicos do implante e mostrar os resultados imediatos de nosso grupo com o uso dessa nova prótese.

MÉTODO

Desenho do estudo

Este é um estudo prospectivo, de um único centro, no qual foram analisados os registros de pacientes portadores de canal arterial patente submetidos a fechamento percutâneo com a prótese ADO II, no período de setembro de 2009 a março de 2010. São descritas as características do novo dispositivo, a técnica do implante e os resultados imediatos.

Critérios de seleção

Foram selecionados pacientes com mais de 5 kg de peso, portadores de canais arteriais patentes pequenos a moderados. O diagnóstico dos defeitos foi feito por meio de ecocardiogramas transtorácicos com mapeamento de fluxo a cores. Escolhemos pacientes com pressão arterial pulmonar sistólica menor que 50 mmHg e que não apresentassem outros defeitos congênitos passíveis de correção cirúrgica.

A prótese

O ADO II é um dispositivo autoexpansível, feito de malha de nitinol (liga de níquel com titânio, com alta capacidade de memória). É fabricado com múltiplas camadas de malha de nitinol, finas e flexíveis. Não existe tecido no interior dos dispositivos, o que

permite a introdução em sistemas de entrega de mais baixo perfil, sem prejudicar a capacidade de oclusão.

É constituído por dois discos de retenção simétricos, em cada extremidade, e uma porção central cilíndrica. Os discos se articulam sobre a porção central, permitindo maior adaptabilidade dos discos de retenção às extremidades aórtica e pulmonar do defeito, enquanto a porção central preenche o interior do ducto. A presença de dois discos iguais permite seu implante tanto por via anterógrada como por via retrógrada. O disco proximal tem um mecanismo de rosca para se conectar com o cabo de entrega, e marcas radiopacas em ambos os discos (Figura 1).

As próteses são fornecidas com comprimentos de 4 mm e 6 mm e porções centrais com diâmetros de 3 mm, 4 mm, 5 mm e 6 mm. Os discos de retenção têm diâmetros 6 mm maiores que a porção central, variando, portanto, de 9 mm (nos dispositivos com 3 mm de diâmetro) a 12 mm (nos que têm 6 mm de diâmetro). Na numeração dos dispositivos o primeiro algarismo corresponde ao diâmetro da porção central e o segundo, ao comprimento da prótese; assim, uma prótese 5-6 teria 5 mm de diâmetro por 6 mm de comprimento.

O sistema de entrega se compõe de um cabo flexível, com mecanismo de rosca na extremidade distal, e de bainhas Torq Vue® LP, de baixo perfil, com cali-



Figura 1 - Amplatzer Duct Occluder II (ADO II), em que se observam os discos simétricos, articulados, e a porção central.

bre 4 F e 5 F, apresentando afilamento progressivo, com a extremidade distal mais flexível permitindo melhor abordagem do canal em anatomias mais tortuosas e com uma marca radiopaca próxima à extremidade distal da bainha.

Segundo as especificações da fábrica, o ADO II é indicado para o fechamento de todos os tipos de canais (à exceção do tipo janela aortopulmonar – tipo B de Krichenko)⁵ com diâmetros inferiores a 5,5 mm e comprimentos menores de 12 mm em pacientes com mais de 6 kg e acima dos 6 meses de vida.

Técnica de implante

Todos os procedimentos foram realizados sob anestesia geral com intubação orotraqueal. O acesso vascular foi obtido por punção de artéria e veia femoral.

Os pacientes receberam heparinização sistêmica na dose de 100 UI/kg ou 5.000 UI em adultos com peso superior a 70 kg. Caso o procedimento durasse mais de uma hora, era administrada metade da dose original a cada 30 minutos até o término do procedimento.

Profilaxia antimicrobiana com cefalotina endovenosa foi administrada nas doses de 50 mg/kg (máximo de 2 g) no momento do procedimento, seguida por mais duas doses de 25 mg/kg em intervalos de oito horas.

Foi realizado cateterismo cardíaco direito e esquerdo com medidas de pressão e angiografias. Não foram realizados cálculos de fluxo durante os procedimentos de oclusão.

Foram realizadas aortografias descendentes nas incidências oblíqua anterior direita 40 graus e lateral esquerda, com magnificação, onde eram realizadas as medidas do diâmetro e do comprimento do canal. Quando as aortografias não eram capazes de demonstrar adequadamente o canal impedindo sua medição, lançamos

mão de balões de medição AGA de 24 mm, conforme técnica descrita em trabalho já publicado⁶ (Figura 2).

Os dispositivos foram selecionados com base na morfologia e nas dimensões dos canais. Foram utilizados dispositivos cuja porção central fosse ao menos 1,5 vez maior que o diâmetro do canal e com comprimentos de 4 mm em canais de até 5 mm e de 6 mm em canais de até 12 mm de comprimento.

Para o implante dos dispositivos foram utilizadas tanto a via venosa como a via arterial.

Para a técnica de implante por via venosa, o canal foi abordado anterogradamente, da maneira habitual, já descrita para o implante da prótese ADO I.⁶

Na abordagem retrógrada, o canal era cruzado pela extremidade aórtica com uma guia hidrofílica 0,035 polegada/150 cm de ponta reta, pelo interior de um cateter Judkins para coronária direita (JR) 5 F que era, então, avançado para o interior do tronco pulmonar. A guia hidrofílica era substituída por uma guia de troca Amplatzer Super Stiff 0,035 polegada de ponta jota, introduzida profundamente no tronco pulmonar. Sobre ela era avançada uma bainha longa AGA, Amplatzer Torq Vue® 180 graus de calibre 6 F, cuidadosamente deaerada, deixada no interior do tronco pulmonar. Por dentro dela era carregada a prótese escolhida de acordo com as dimensões do canal.

A prótese era empurrada pelo cabo de entrega no interior da bainha, até atingir sua extremidade, e parcialmente exteriorizada, configurando o disco distal. Sob visão fluoroscópica, o conjunto era recuado até o disco atingir a extremidade pulmonar do canal. Nesse ponto a bainha era cuidadosamente recuada, expondo a porção central no interior do canal e o disco proximal na ampola aórtica. A posição era conferida por meio de injeções de solução de contraste pela saída lateral da bainha; caso fosse satisfatória, o cabo era desenroscado, liberando o dispositivo (Figura 3).

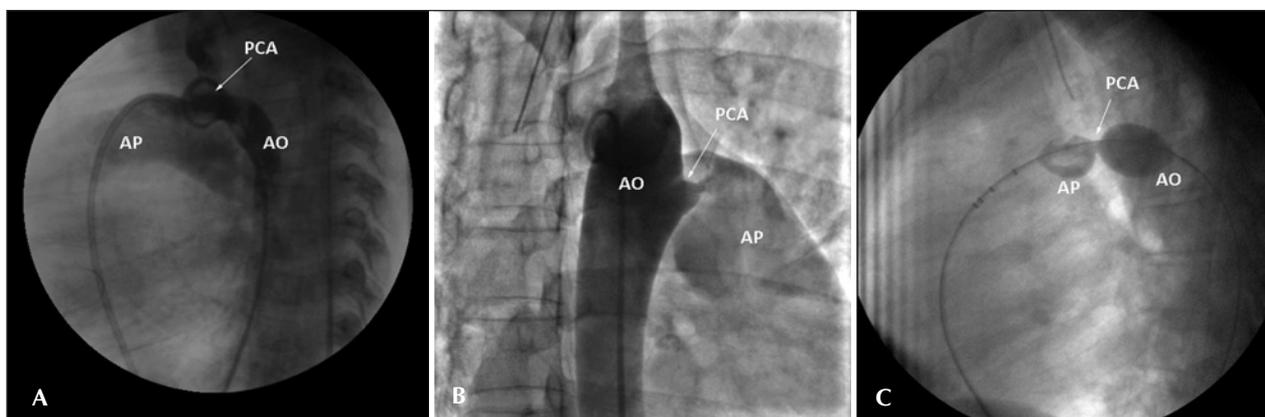


Figura 2 - Demonstração do canal. Em A, aortografia lateral demonstrando canal tipo C (caso 3). Em B, aortografia em oblíqua anterior direita 40 graus demonstrando canal tipo A (caso 6). Em C, demonstração de canal tipo A por meio do balão medidor (caso 8). AO = aorta; AP = artéria pulmonar; PCA = canal arterial patente.

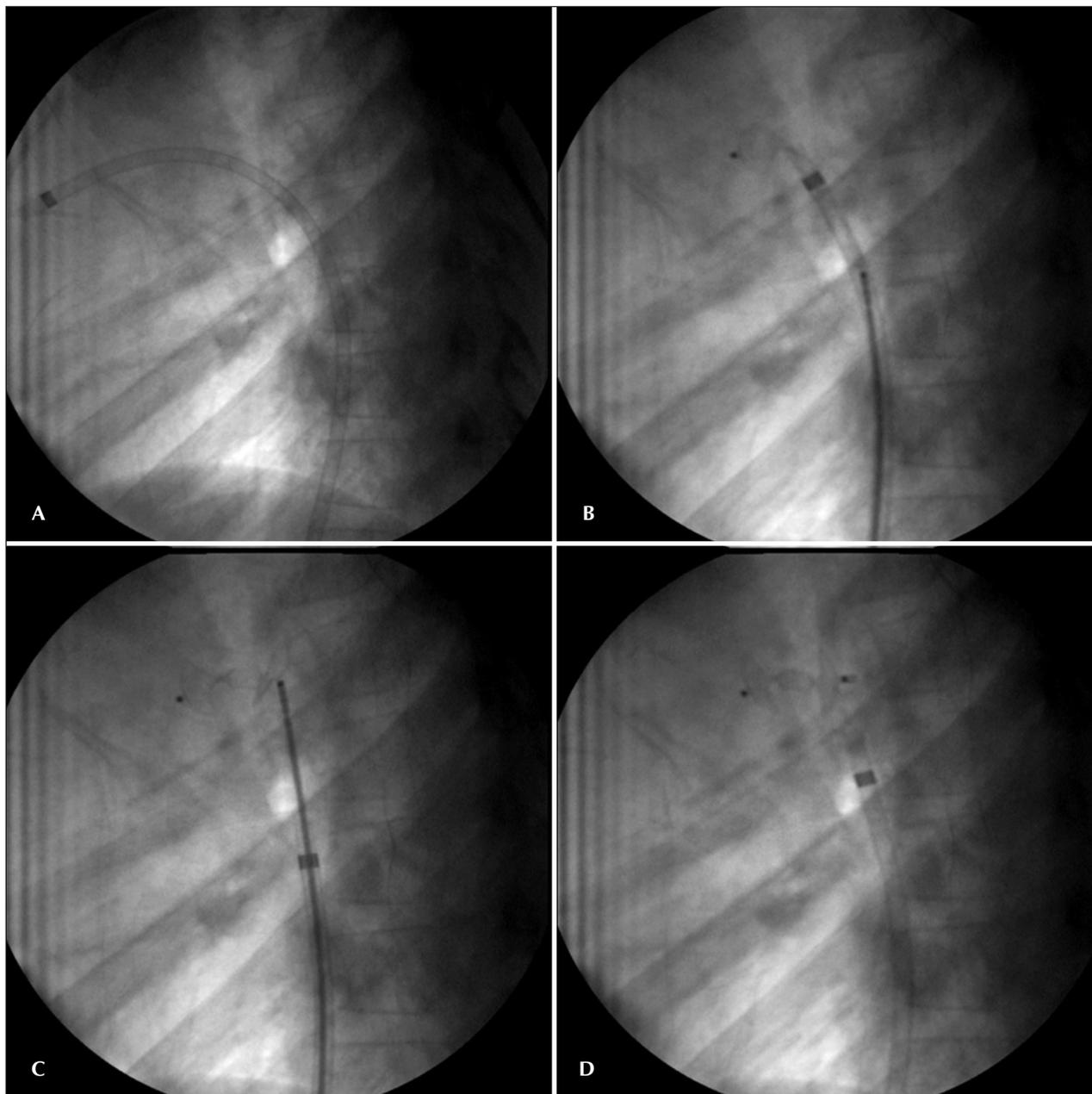


Figura 3 - Detalhes da abordagem retrógrada. Em A, bainha Torq Vue® 180 graus posicionada no tronco pulmonar, passando pelo canal através da aorta. Em B, disco distal configurado, tracionado de encontro à entrada pulmonar do canal arterial. Em C, o restante da prótese exteriorizada, com a porção central no interior do canal e o disco proximal na ampola aórtica. Em D, a prótese liberada do sistema de entrega. Os discos encontram-se em perfeita aposição às extremidades do canal.

Eram realizadas injeções de controle nas incidências anteriores e o procedimento, encerrado com a compressão manual dos locais de punção (Figura 4).

O seguimento era feito com ecocardiogramas transtorácicos na semana subsequente ao procedimento, e com um mês, três meses e seis meses.

Os pacientes eram orientados a manter profilaxia antibiótica pelos seis meses subsequentes.

RESULTADOS

De setembro de 2009 a março de 2010, 8 pacientes foram encaminhados para oclusão percutânea com ADO II, sendo 7 (87,5%) do sexo feminino. A média das idades foi de $16,8 \pm 14,9$ anos e os pesos variaram de 8 kg a 78 kg ($38,8 \pm 24,1$ kg).

Quanto à morfologia, quatro canais eram do tipo E, três do tipo A e um do tipo C pela classificação de

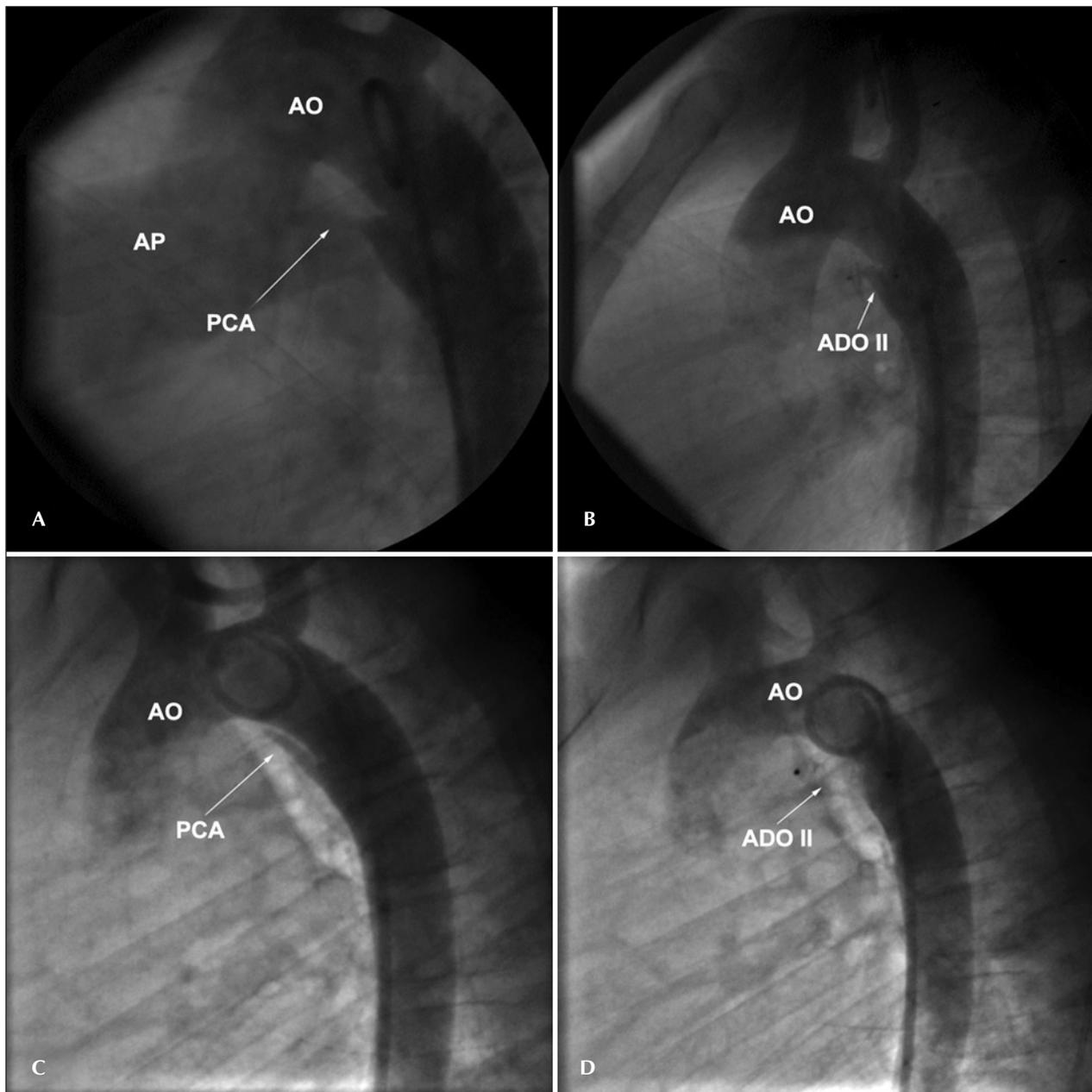


Figura 4 - Resultado final de dois casos. Em A e B, canal tipo A completamente ocluído pelo dispositivo (caso 5). Em C e D, canal tipo E também completamente fechado (caso 1). AO = aorta; ADO II = Amplatzer Duct Occluder II; AP = artéria pulmonar; PCA = canal arterial patente.

Krichenko.⁵ Os menores diâmetros mediram $2,1 \pm 1,5$ mm (0,5 mm a 4 mm) e os comprimentos foram de $8,9 \pm 2,5$ mm (3 mm a 12 mm) (Tabela 1).

Nenhum dos pacientes apresentava sintomas decorrentes do canal ou possuía defeitos associados.

A pressão sistólica, medida no tronco pulmonar, estava discretamente elevada em metade dos pacientes, e variou de 22 mmHg a 40 mmHg ($30,2 \pm 6,9$ mmHg).

O implante foi possível em todos os casos. Foi utilizada a via anterógrada em dois casos e a abordagem retrógrada em seis.

As próteses utilizadas foram 5-6 em 3 casos, 5-4 em 2, e 4-6, 6-4 e 6-6 uma vez cada.

Ao final do procedimento todos os casos apresentaram oclusão angiográfica completa à exceção de um, que apresentou pequena nuvem de contraste, sem jato, por dentro do dispositivo, e que desapareceu após a administração de aspirina.

TABELA 1
Caracterização da população do estudo

Identificação do paciente	Sexo	Idade	Peso (kg)	Tipo	Menor diâmetro (mm)	Comprimento (mm)	ADO II
1 ABDDBS	F	8 a	32	E	0,5	10,8	5-6
2 ABCC	F	5 a	20	E	0,5	10	4-6
3 AMV	F	9 m	8	C	3,9	9,8	5-6
4 ASFS	M	2 a	16	E	1,4	9	5-6
5 AVA	F	21 a	56	A	3	8	6-4
6 APNS	F	34 a	58	A	4	9	5-4
7 ABPR	F	12 a	43	E	0,5	12	6-6
8 ECAS	F	44 a	78	A	3,3	3	5-4

a = anos; ADO II = Amplatzer Duct Occluder II; F = feminino; M = masculino; m = meses.

receu no primeiro ecocardiograma transtorácico de controle.

Nenhum caso apresentou gradiente na aorta descendente ou na origem do ramo esquerdo pulmonar após o implante.

Não houve complicações ou óbitos em nossa casuística.

DISCUSSÃO

Desde a experiência inicial de Porstmann et al.⁷, passando pela utilização das *umbrellas* de Rashkind^{8,9}, a oclusão percutânea dos canais arteriais foi sendo aperfeiçoada ao longo dos anos. Foi apenas com o uso das molas de Gianturco¹ que o método realmente se difundiu e ganhou grande aplicabilidade por ser barato, relativamente fácil do ponto de vista técnico e com bons resultados.¹⁰⁻¹³

A introdução das próteses ADO I, apresentando grande segurança e facilidade de uso, com excelente resultado de oclusão e baixo índice de complicações, se constituiu em ótima alternativa ao fechamento percutâneo com molas, apesar de seu alto custo.^{2,6,14,15} Grandes séries de pacientes demonstraram taxa de oclusão de 99% a 100% com índice de complicações de 3% a 7%, incluindo sangramento acentuado, hematomas, formação de pseudoaneurismas, perda do pulso femoral, arritmias, embolização do dispositivo, além de obstrução da aorta descendente e do ramo esquerdo pulmonar.^{3,16}

O canal se insere na aorta descendente, habitualmente, em ângulo agudo (aproximadamente 30 graus a 60 graus). Por isso a configuração do dispositivo, com o disco de retenção fixo e a 90 graus do eixo da prótese, é responsável pela sua protrusão na luz da aorta descendente, especialmente em recém-nascidos e lactentes com grandes canais.¹⁷

A ausência do disco de retenção no lado pulmonar do dispositivo torna necessário fazê-lo cruzar o local de maior constrição do canal, habitualmente sua entrada pulmonar, de forma a impedir a embolização aórtica do dispositivo; nos casos de canais calibrosos em recém-nascidos e lactentes, pode ocasionar a obstrução da origem do ramo esquerdo pulmonar.

Tentando atender a algumas dessas demandas, a AGA Medical introduziu o ADO II.

Todas as próteses disponíveis podem ser liberadas através de bainhas 4 F e 5 F, o que atende claramente à requisição dos recém-natos e lactentes.

Por ser uma prótese de duplo disco, tem a vantagem de poder ser implantada tanto pelo lado pulmonar como pelo lado aórtico. O acesso retrógrado é mais rápido e fácil por permitir cruzar o canal pelo seu lado mais largo. O simples posicionamento de uma guia mais rígida no tronco pulmonar permite a introdução da bainha de forma fácil e segura e torna o implante muito mais simples e rápido.

Os dois discos são articulados com relação ao eixo central da prótese, o que permite que se adaptem melhor, mais alinhados às extremidades aórtica e pulmonar do defeito, minimizando, dessa forma, a possibilidade de obstrução da aorta descendente ou do ramo pulmonar.

Em comparação com o ADO I, a nova prótese é constituída de fios de nitinol mais finos e em maior número, e não tem tecido suturado no interior da malha. Essas modificações permitem maior compressibilidade, conferindo menor perfil de introdução à prótese e mais flexibilidade, que torna mais precisa a abordagem de canais tortuosos, sem perda de sua capacidade oclusiva.¹⁸

Além das características já citadas, destaca-se a capacidade de estiramento do dispositivo, podendo,

com menor número de tamanhos de prótese, atender a uma maior variedade de defeitos.

O mecanismo de estabilização e de oclusão do ADO II é produzido pela soma dos efeitos da tração exercida nas extremidades aórtica e pulmonar do defeito pelos dois discos de retenção e pelo preenchimento do canal pela porção central da prótese.⁴

Algumas dificuldades têm sido relatadas com o uso do ADO II. Por ser mais flexível que a versão anterior, é necessária cautela no seu manuseio, especialmente ao recuar o disco para ancorá-lo de encontro à extremidade pulmonar do canal, uma vez que qualquer tensão maior faz a prótese escapar e passar para a aorta, sem nenhum esforço.¹⁹

Nos primeiros casos, a escolha do melhor dispositivo para o tipo de canal a ser fechado também deve ser feita cuidadosamente, uma vez que é difícil definir, antecipadamente, como a prótese vai se adaptar à morfologia e ao tamanho do defeito, dificultando a escolha do comprimento do dispositivo. Na dúvida, deve ser escolhido o de menor comprimento.^{19,20}

Nossa experiência com ADO II foi bastante satisfatória, com a oclusão de todos os casos sem complicações ou maiores dificuldades.

A abordagem aórtica foi a preferida em todos os casos, a não ser nos dois únicos lactentes do grupo. Na tentativa de reduzir o risco de lesão vascular nesses pacientes foi realizado implante anterógrado, da forma habitual, pelo simples fato de não estarem disponíveis as bainhas de baixo perfil. Os dois casos não apresentaram qualquer dificuldade especial e tiveram, ambos, excelente resultado, com fechamento imediato ainda no laboratório de hemodinâmica.

É interessante ressaltar o caso número 8 (Tabela 1). Essa paciente, de 44 anos de idade, possuía uma aorta bastante grande para um canal relativamente pequeno, o que tornou impossível sua visualização pelas angiografias tradicionais e, mesmo, introduzindo-se o cateter Pigtail através do canal e injetando-se dentro dele. Nesse caso, como descrito anteriormente, utilizamos o balão medidor AGA de 24 mm passando através do canal e pudemos medir com segurança suas dimensões.

CONCLUSÃO

Em nossa limitada experiência, a prótese ADO II se mostrou confiável, segura e efetiva, mesmo em lactentes.

A utilização da abordagem retrógrada torna o procedimento muito mais rápido e fácil.

A taxa de oclusão se mantém a mesma quando comparada à do ADO I.

Embora os resultados iniciais sejam altamente promissores, este estudo deverá ser ampliado para estabe-

lecer a efetividade e a segurança desse produto em um seguimento mais longo.

CONFLITO DE INTERESSES

Francisco Chamié é consultor técnico das firmas Bioassist, Neomex, Signus do Brasil, CMS Medical, Abb Med e Boynton. Os demais autores declararam inexistência de conflito de interesses relacionado a este manuscrito.

REFERÊNCIAS

1. Cambier PA, Kirby WC, Wortham DC, Moore JW. Percutaneous closure of the small (< 2,5) patent ductus arteriosus using coil embolization. *Am J Cardiol.* 1992;69:815-6.
2. Masura J, Walsh KP, Thanopoulos B, Chan C, Bass J, Goussous Y, et al. Catheter closure of moderate-to-large size patent ductus arteriosus using the new Amplatzer duct occluder: immediate and short-term results. *J Am Coll Cardiol.* 1998; 31:878-82.
3. Pass RH, Hijazi Z, Hsu DT, Lewis V, Hellenbrand WE. Multicenter USA Amplatzer patent ductus arteriosus occlusion device trial: initial and one-year results. *J Am Coll Cardiol.* 2004;44(3):513-9.
4. Gruenstein DH, Bass JL. Experimental evaluation of a new articulated Amplatzer ductal occluder device without fabric. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2009;74(3):482-7.
5. Krichenko A, Benson LN, Burrows P, Mões CAF, McLaughlin P, Freedom RM. Angiographic classification of the isolated, persistently ductus arteriosus and implications for percutaneous catheter occlusion. *Am J Cardiol.* 1989;63(12):877-80.
6. Chamié F, Chamié D, Ramos S. Oclusão percutânea dos canais arteriais com prótese Amplatzer. *Rev Bras Cardiol Invasiva.* 2007;15(1):15-24.
7. Porstmann W, Wierny L, Warnke H, Gerstbrger G, Romanuick PA. Catheter closure of patent ductus arteriosus: 62 cases treated without thoracotomy. *Radiol Clin North Am.* 1971; 9(2):201-13.
8. Rashkind WJ, Mullins CE, Hellenbrand WE, Tait MA. Non surgical closure of patent ductus arteriosus: clinical application of the Rashkind PDA occluder system. *Circulation.* 1987;75:583-92.
9. Bonhoeffer P, Borghi A, Onorato E, Carminati M. Transfemoral closure of patent ductus arteriosus in adult patients. *Int J Cardiol.* 1993;39:181-6.
10. Lloyd TR, Fedderly R, Mendelsohn AM, Sandhu SK, Beekman RH 3rd. Transcatheter occlusion of patent ductus arteriosus with Gianturco coils. *Circulation.* 1993;88(4 Pt 1):1412-20.
11. Moore JW, George L, Kirkpatrick SE, Mathewson JW, Spicer RL, Uzark K, et al. Percutaneous closure of the small ductus arteriosus using occluding spring coils. *J Am Coll Cardiol.* 1994;23(3):759-6.
12. Haddad J, Secches AL, Finzi LA, Moreira F, Ribeiro P, Carvalho S, et al. Oclusão de ductus arteriosus pequeno com coil de Gianturco: apresentação de três casos. *Rev Bras Cardiol Invasiva.* 1995;3(1):9-14.
13. Chamié F, Pereira SJ, Scaffi F, Serra Jr. A, Athayde JG. Fechamento de canal arterial patente com molas de Gianturco. *Arq Bras Cardiol.* 1996;67(1):23-7.
14. Faella HJ, Hijazi ZM. Closure of the patent ductus arteriosus with the Amplatzer PDA device: immediate results of the international clinical trial. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2000; 51(1):50-4.

15. Masura J, Tittel P, Gavora P, Podnar T. Long-term outcome of transcatheter patent ductus arteriosus closure using Amplatzer duct occluders. *Am Heart J.* 2006;151(3):755e7-755e10.
16. Bilkiss AZ, Alwi M, Hasri S, Haifa AL, Geetha K, Rehman MA, et al. The Amplatzer duct occluder: experience in 209 patients. *J Am Coll Cardiol.* 2001;37(1):258-61.
17. Thanopoulos BD, Konstantinos A, Tzannos MD, Elephterakis N, Stefanadis C. Comparison and results of transcatheter closure of patent ductus arteriosus using the swivel-disk versus plug occluder in children. *Am J Cardiol.* 2008;102:486-90.
18. Dua J, Chessa M, Piazza L, Negura D, Micheletti A, Bussadori C, et al. Initial experience with the new Amplatzer Duct Occluder II. *J Invasive Cardiol.* 2009;21(8):401-5.
19. Aldo A, Nicola C, Bertrand T, Valentina A, Antonio S, Umberto S, et al. Transcatheter closure of patent ductus arteriosus: experience with a new device. *Clin Cardiol.* 2009;32(11):E71-E74.
20. Bhole V, Miller P, Mehta C, Stumper O, Reinhardt Z, De Giovanni JV. Clinical evaluation of the new Amplatzer duct occluder II for patent arterial duct occlusion. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2009;74(5):762-9.