

Aspectos Particulares da Oclusão Percutânea do Canal Arterial do Adulto

Francisco Chamié¹, Luiz Carlos Simões², Daniel Chamié³, Renata Mattos⁴, Pedro de Castro⁵

RESUMO

Introdução: A oclusão percutânea do canal arterial é um método seguro, eficaz e facilmente reproduzível. O canal arterial do adulto pode apresentar alterações degenerativas, que aumentam o risco da cirurgia e favorecem o procedimento percutâneo. Descrevemos a experiência de um centro único com a oclusão percutânea do canal arterial em adultos e destacamos aspectos técnicos particulares desse procedimento. **Métodos:** Revisamos os registros de todos os pacientes ≥ 20 anos de idade submetidos a oclusão do canal arterial entre março de 2001 e dezembro de 2012. Os casos foram selecionados por ecocardiografia transtorácica. **Resultados:** Analisamos 33 pacientes, a maioria do sexo feminino (72,7%), com médias de idade de $30,9 \pm 12,8$ anos e de peso de $63,9 \pm 12,4$ kg. Somente 3 pacientes tinham sintomas e 2 pacientes apresentaram defeitos associados, tratados no mesmo procedimento. Os implantes foram possíveis em todos os casos. Foram utilizadas 1 mola Flipper, 19 próteses Amplatzer™ Duct Occluder tipo I, 3 próteses Amplatzer™ Duct Occluder tipo II, 8 próteses Cera™ PDA Occluder e 2 próteses para comunicação interventricular muscular. O uso de balões medidores foi necessário em 5 casos. O seguimento médio foi de $46,1 \pm 42,9$ meses e foi obtido em 84,9% dos pacientes. Dois casos apresentaram *shunt* residual imediatamente após o procedimento. Não ocorreram complicações maiores ou óbitos. **Conclusões:** A oclusão percutânea dos canais dos adultos com os dispositivos empregados pode ser realizada com segurança e eficácia.

DESCRIPTORIOS: Permeabilidade do canal arterial. Próteses e implantes. Cardiopatas congênitas. Adulto.

ABSTRACT

Specific Aspects of Percutaneous Closure of Patent Ductus Arteriosus in Adult Patients

Background: Percutaneous closure of patent ductus arteriosus is a safe, effective and easily reproducible method. Adult patent ductus arteriosus may present degenerative changes that increase surgical risk and favor percutaneous closure. We report a single center experience with percutaneous closure of patent ductus arteriosus in adults and highlight specific technical aspects of this procedure. **Methods:** The records of patients ≥ 20 years of age submitted to patent ductus arteriosus closure between March 2001 and December 2012 were evaluated. Cases were selected by transthoracic echocardiography. **Results:** We analyzed 33 patients, most of them females (72.7%), with mean age of 30.9 ± 12.8 years and weight of 63.9 ± 12.4 kg. Only 3 patients had symptoms and 2 had associated congenital defects, treated in the same procedure. Implants were possible in all cases. One Flipper Coil, 19 Amplatzer™ Duct Occluders type I, 3 Amplatzer™ Duct Occluders type II, 8 Cera™ PDA Occluders and 2 Muscular VSD devices were used. Sizing balloons were used in 5 cases. Mean follow-up was 46.1 ± 42.9 months and was obtained in 84.9% of patients. Two cases presented residual shunts immediately after the procedure. There were no major complications or deaths. **Conclusions:** Percutaneous closure of adult patent ductus arteriosus may be performed safely and effectively with the devices used in this study.

DESCRIPTORS: Ductus arteriosus, patent. Prostheses and implants. Heart defects, congenital. Adult.

¹ Mestre. Médico cardiologista. INTERCAT – Cardiologia Intervencionista. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

² Mestre. Médico cardiologista. INTERCAT – Cardiologia Intervencionista. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

³ Médico cardiologista. INTERCAT – Cardiologia Intervencionista. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

⁴ Médica cardiologista. INTERCAT – Cardiologia Intervencionista. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

⁵ Estagiário. INTERCAT – Cardiologia Intervencionista. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Correspondência: Francisco Chamié. Rua Ministro Armando de Alencar, 16 – ap. 201 – Lagoa – Rio de Janeiro, RJ, Brasil – CEP 22471-080
E-mail: chamief@gmail.com

Recebido em: 7/1/2013 • Aceito em: 4/3/2013

O fechamento percutâneo dos canais arteriais é, hoje em dia, a opção terapêutica de escolha em todos os centros capazes de realizar procedimentos em cardiologia intervencionista.¹⁻⁷ Embora seja procedimento de relativa simplicidade quando realizado em crianças com peso > 5 kg, alguns aspectos característicos são encontrados nos canais arteriais dos adultos. Alterações anatômicas e morfológicas podem estar presentes, tais como aneurismas, calcificações, divertículos e friabilidade do tecido ductal, que aumentam o risco cirúrgico e favorecem a opção pelo fechamento transcaterter.⁸⁻¹⁴ Complicações tardias também são relatadas na história natural do canal arterial não-tratado do adulto, notadamente endarterite, arritmias, disfunção ventricular e hipertensão arterial pulmonar progressiva.¹⁵⁻¹⁷

O fechamento transcaterter do canal arterial do adulto apresenta algumas dificuldades e necessita alguns cuidados específicos.^{3,8,18} Neste manuscrito apresentamos a experiência do grupo com o fechamento percutâneo do canal arterial em adultos, particularizando opções e técnicas disponíveis.

MÉTODO

Desenho do estudo

Estudo retrospectivo, conduzido em um único centro (INTERCAT – Cardiologia Intervencionista, Rio de Janeiro, RJ, Brasil), de braço único, no qual foram incluídos todos os pacientes adultos submetidos a fechamento de canal arterial, com vários dispositivos, entre março de 2001 e dezembro de 2012.

Seleção de pacientes

Foram revisados os registros de todos os pacientes ≥ 20 anos de idade, portadores de canais arteriais com indicação para fechamento percutâneo, sem defeitos associados, que necessitassem correção cirúrgica. Os casos foram selecionados por meio de ecocardiografia transtorácica com mapeamento de fluxo em cores. As dimensões e a morfologia dos defeitos não constituíram critério de exclusão de casos.

Técnicas de implante

Todos os pacientes receberam anestesia geral e intubação orotraqueal. Foram administradas 5.000 U de heparina sódica além de 2 g de cefazolina por via endovenosa como profilaxia antibiótica. A artéria e a veia femorais foram puncionadas e foi realizado cateterismo direito e esquerdo com registro de pressões. Oximetrias foram realizadas apenas nos casos em que foi necessário o estudo da reatividade vascular pulmonar.

Angiografias da aorta torácica descendente foram obtidas nas incidências oblíqua anterior direita e lateral esquerda com um cateter *pigtail* 5 F. Nas angiografias foram analisadas a forma, segundo a classificação de Krichenko et al.¹⁹, e as dimensões dos canais arteriais, com especial ênfase em seu menor diâmetro. Alguns

canais apresentaram significativa constrição em sua extremidade pulmonar e convencionou-se atribuir o valor de 1 mm a seu menor diâmetro. Nessa eventualidade, na impossibilidade de serem cruzados anterogradamente, foram acessados por via arterial e a guia de troca, rígida, capturada com cateter laço de 15 mm ou 20 mm no tronco da artéria pulmonar e exteriorizada pela bainha venosa. Em seguida a bainha longa, compatível com o dispositivo selecionado, foi avançada pela veia até a aorta descendente e o dispositivo foi implantado da forma habitual.²⁰

Nos casos em que as angiografias não foram capazes de delinear o canal arterial para análise morfológica e medida, foi introduzido na aorta descendente, sobre a guia, por via venosa, um balão de medição para oclusão de comunicação interatrial parcialmente insuflado com contraste diluído em solução salina, permitindo que fosse ejetado para o tronco pulmonar através do canal arterial. Os quadros foram revistos em câmara lenta, para que, no momento exato da passagem pelo canal, fosse possível delinear sua forma, medindo com segurança seu menor diâmetro.²⁰ As diferentes próteses utilizadas foram selecionadas com diâmetros no mínimo 2 mm maiores que o menor diâmetro do canal arterial, segundo os protocolos de implante dos respectivos fabricantes, relatados anteriormente.²⁰⁻²³

O seguimento foi feito através de ecocardiografia transtorácica, buscando fluxos residuais²⁴ e obstruções em aorta descendente e ramo esquerdo pulmonar no dia seguinte ao implante, 1 mês, 3 meses e 6 meses após o procedimento e anualmente a seguir. Foi orientada profilaxia para endocardite infecciosa pelos 6 meses subsequentes ao implante.

Análise estatística

As variáveis contínuas são expressas como média e desvio padrão e as variáveis categóricas, como números e porcentagens. O presente manuscrito visa apenas a apresentar a experiência do grupo com o fechamento dos canais arteriais de pacientes adultos, não tendo sido, portanto, realizadas comparações entre dispositivos.

RESULTADOS

Foram analisados, retrospectivamente, os registros de 33 pacientes submetidos a oclusão percutânea de canal arterial entre março de 2001 e dezembro de 2012, sendo 72,7% do sexo feminino. As idades variaram entre 20 e 66 anos ($30,9 \pm 12,8$ anos) e os pesos, de 38 kg a 92 kg ($63,9 \pm 12,4$ kg). Três pacientes queixavam-se de dispneia aos grandes esforços (pacientes 5-RSS, 15-LEF e 25-JOC) e duas pacientes (10-SCFA e 30-LCMM) tinham hipertensão arterial pulmonar grave e estavam em classe funcional III da New York Heart Association (NYHA). Uma paciente (33-GOR) tinha, também, uma comunicação interatrial que foi fechada com prótese Cera™ (Lifetech, Shenzhen, China) de 18 mm no mesmo

procedimento. Outra paciente (13-NNFO) apresentava mesocardia com sequestro pulmonar à esquerda e um paciente era surdo-mudo (15-LEF).

Os menores diâmetros dos canais variaram de 1 mm a 10 mm ($4,9 \pm 2,8$ mm). Quanto à morfologia, os ca-

nais avaliados foram do tipo A em 76%, do tipo C em 9%, do tipo D em 6%, e do tipo E em 9%. Nenhum deles apresentou degeneração tecidual significativa ou calcificações (Tabela). O implante foi possível em todos os casos. Foram utilizadas uma mola Flipper 5PDA5 (Cook Medical Inc., Bloomington, Estados

TABELA
População estudada

Número	Identificação	Sexo	Idade (anos)	Tipo morfológico	Diâmetro* (mm)	PSAP (mmHg)	Prótese	Resultado imediato
1	LER	F	20	E	1	22	Mola Flipper 5PDA5	Fechado
2	RRMF	F	38	A	4,5	28	ADO I 8-6	Fechado
3	IRC	F	22	A	3,5	32	ADO I 10-8	Fechado
4	RB	F	21	A	2,5	21	ADO I 6-4	Fechado
5	RSS	F	24	A	2	24	ADO I 8-6	Fechado
6	FBS	M	42	A	8	22	ADO I 12-10	Fechado
7	MBM	F	22	C	4	22	ADO I 10-8	Fechado
8	MGSS	F	42	A	4	32	ADO I 12-10	Fechado
9	PEPS	F	30	A	5	33	ADO I 10-8	Fechado
10	SCFA	F	50	A	8	85	AMVSD 12	Fechado
11	MNM	F	21	A	2	36	ADO I 6-4	Fechado
12	AOG	F	20	A	10	31	ADO I 12-10	Fechado
13	NNFO	F	21	E	1	28	ADO I 6-4	Fechado
14	VPO	M	22	A	3,5	27	ADO I 10-8	Fechado
15	LEF	M	30	A	8	30	ADO 12-10	Mínimo <i>shunt</i>
16	FAAE	F	23	D	6	17	ADO I 12-10	Mínimo <i>shunt</i>
17	NMO	F	66	A	6	18	ADO I 10-8	Fechado
18	JU	F	62	A	6	34	ADO I 12-10	Fechado
19	JJMA	M	24	A	6	43	ADO I 12-10	Fechado
20	VS	F	32	A	2,5	23	ADO I 8-6	Fechado
21	IFP	M	29	A	6	32	ADO I 12-10	Fechado
22	AVA	F	21	A	3	24	ADO II 6-4	Fechado
23	APNS	F	34	A	4	22	ADO II 5-4	Fechado
24	ECAS	F	44	A	3,5	35	ADO II 5-4	Fechado
25	JOC	M	27	A	6	42	CPO 12-10	Fechado
26	GBB	M	20	E	1	39	CPO 6-4	Fechado
27	LHL	F	20	A	1	39	CPO 6-4	Fechado
28	SLRM	M	33	A	8	20	CPO 12-10	Fechado
29	LSG	F	30	C	7	42	CPO 12-10	Fechado
30	LCMM	F	35	C	10	95	CMVSD 16	Fechado
31	MFP	F	43	A	6	31	CPO 12-10	Fechado
32	LPCS	M	23	A	1	23	CPO 8-6	Fechado
33	GOR	F	29	D	3	24	CPO 8-6	Fechado

* Corresponde ao menor diâmetro encontrado.

ADO = Amplatzer™ Duct Occluder; CMVSD = Cera™ Muscular VSD Occluder; CPO = Cera™ PDA Occluder; F = feminino; M = masculino; PSAP = pressão sistólica de artéria pulmonar.

Unidos), 19 próteses Amplatzer™ Duct Occluder tipo I (ADO I – AGA, Golden Valley, Estados Unidos) (3 próteses 6-4, 3 próteses 8-6, 5 próteses 10-8, e 8 próteses 12-10), 3 próteses ADO II (2 próteses 5-4 e 1 prótese 6-4), 8 próteses Cera™ PDA Occluder (CPO) (2 próteses 6-4, 2 próteses 8-6, e 4 próteses 12-10), 1 prótese Amplatzer™ Muscular VSD Occluder (AMVSD) de 12 mm e 1 prótese Cera™ Muscular VSD Occluder (CMVSD) de 16 mm. A angiografia não foi capaz de delinear com clareza a forma e o tamanho dos canais arteriais em 5 casos: 4 do tipo A, medindo 3,3 mm, 6 mm, 6 mm e 8 mm, e 1 do tipo C, que mediu 10 mm. Nesses casos foram utilizados balões medidores AGA de 24 mm nos canais do tipo A e balão medidor PTS (NuMed, Hopkinton, Estados Unidos) 30-40 mm no canal maior, do tipo C (Figura 1).

A prevalência de canais arteriais calibrosos foi achado frequente nos adultos desta série, mas o menor diâmetro dos canais não mostrou correlação com a pressão sistólica em artéria pulmonar. A pressão sistólica pulmonar variou de 17 mmHg a 95 mmHg ($33,8 \pm 17,6$ mmHg) e foi superior a 30 mmHg em 51,5% dos pacientes. Uma paciente (30-LCMM) com hipertensão arterial pulmonar grave com resistência vascular pulmonar de 4,1 U Wood apresentava comunicações interventriculares múltiplas, tipo “queijo suíço”, associadas a canal arterial do tipo C de 10 mm que foi fechado com prótese CMVSD de 16 mm (Figura 2). Outras 2 comunicações interventriculares musculares foram fechadas no mesmo procedimento. Numa segunda sessão, foram fechadas mais 3 comunicações interventriculares musculares de dimensões consideráveis, permanecendo aberta uma única comunicação interventricular restritiva.

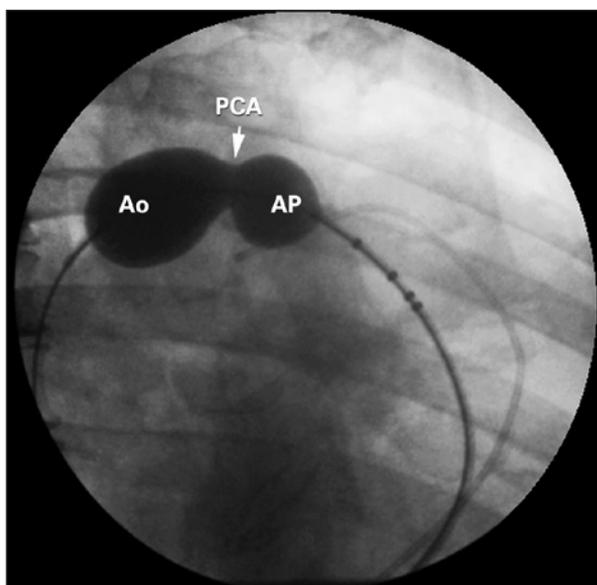


Figura 1 - Canal arterial do tipo A, de grande calibre (8 mm), delineado com ajuda de balão medidor AGA 24 mm. A marca no balão corresponde ao menor diâmetro do canal arterial, na extremidade pulmonar. Ao = aorta; AP = artéria pulmonar; PCA = persistência do canal arterial.

Após evolução muito tumultuada, imediatamente após o segundo procedimento, a paciente se encontra em classe funcional II da NYHA, em protocolo de tratamento para hipertensão arterial pulmonar, em uso de sildenafil e bosentan. Outra paciente (10-SCFA) com hipertensão arterial pulmonar significativa apresentou fibrilação atrial com baixa resposta ventricular. Teve seu canal fechado com prótese AMVSD de 12 mm com sucesso e apresentou instabilidade hemodinâmica grave imediatamente após o procedimento, necessitando implante de marca-passo temporário, seguido por marca-passo definitivo. A paciente teve alta em boas condições com seu canal completamente fechado e encontra-se clinicamente bem 7 anos após.

Imediatamente ao final do procedimento, apenas 2 pacientes apresentaram mínimo *shunt* residual, sem jato, pelo interior dos dispositivos (próteses ADO I 12-10 em ambos os casos), que estavam fechados completamente na ecocardiografia transtorácica realizada no primeiro mês de seguimento. O seguimento foi conseguido em 84,9% dos pacientes e variou de 3 meses a 132 meses ($46,1 \pm 42,9$ meses). Nenhum caso apresentou gradiente na aorta descendente ou no ramo esquerdo da artéria pulmonar. A única complicação apresentada foi um pseudoaneurisma femoral direito em uma paciente de 62 anos (18-JU), resolvido com compressão local pelo transdutor de ultrassom e o hematoma foi reabsorvido com uso de calor local e anti-inflamatórios. Não houve óbitos em nossa casuística.

DISCUSSÃO

A oclusão percutânea dos canais arteriais de adultos apresenta alguns aspectos que a diferencia dos procedimentos em crianças. A correta visualização do canal, por meio de angiografias convencionais, é, por vezes, extremamente difícil. O alto fluxo através do defeito, associado ao grande diâmetro da aorta do adulto, faz com que, por vezes, não seja bem avaliado pelas angiografias convencionais. Nesses casos, a solução é o uso de balões medidores, que, à semelhança da avaliação dos diâmetros estirados das comunicações interatriais, distendem levemente o canal e, durante a passagem da aorta descendente através do canal para o tronco

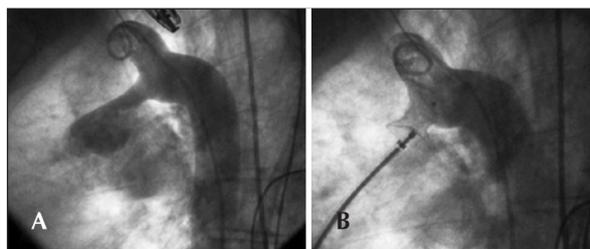


Figura 2 - Em A, aortografia descendente em incidência lateral demonstrando canal arterial tubular do tipo C, medindo 10 mm. Em B, oclusão com prótese Cera™ Muscular VSD Occluder de 16 mm, ainda conectada ao cabo de entrega. A angiografia não mostra *shunt* residual.

pulmonar, delinham com precisão o menor diâmetro do defeito, permitindo sua análise morfológica e a medida acurada para escolha adequada do dispositivo a ser utilizado. No presente estudo essa técnica foi necessária em 5 casos, sendo bem-sucedida em todos.

Outro problema a ser abordado é que a elasticidade natural do canal arterial é subestimada pela angiografia, que desenha seu formato apenas no instante da injeção do contraste mas não é capaz de avaliar seu diâmetro distendido. Em algumas eventualidades o canal arterial pareceu muito pequeno ou com grande estreitamento em sua extremidade pulmonar, mas foi cruzado por um cateter diagnóstico, sem qualquer dificuldade, permitindo a utilização de próteses de maior calibre que o inicialmente estimado (Figura 3). O superdimensionamento, judicioso, dos dispositivos aumenta a segurança do procedimento, impedindo embolizações. É de capital importância que os dispositivos ADO I e CPO sejam posicionados de forma a serem comprimidos em sua porção média pelo menor diâmetro do canal arterial, deixando a extremidade pulmonar um pouco dilatada, impedindo o deslizamento da prótese para a aorta descendente.

Embora alguns pacientes apresentassem canais bastante calibrosos, a pressão arterial pulmonar da maioria dos casos não se mostrou, comparativamente, elevada. Isso talvez se deva ao comprimento dos canais, que amortece a transmissão de pressão sistêmica para a artéria pulmonar. Nos casos em que houve hipertensão arterial pulmonar, o aumento da pressão sistólica pulmonar foi considerado leve (inferior a um terço da pressão sistêmica), sendo > 40 mmHg em 5 casos, dos quais apenas 2 apresentavam pressões > 75% dos níveis sistêmicos. Nos dois casos em que a pressão arterial pulmonar foi muito elevada, para maior segurança, foram utilizadas próteses para oclusão de comunicação interventricular muscular (AMVSD 12 mm e CMVSD 16 mm). Em ambos os casos foram também utilizados balões medidores (AGA 24 mm e PTS 30-40 mm).²⁵⁻²⁷

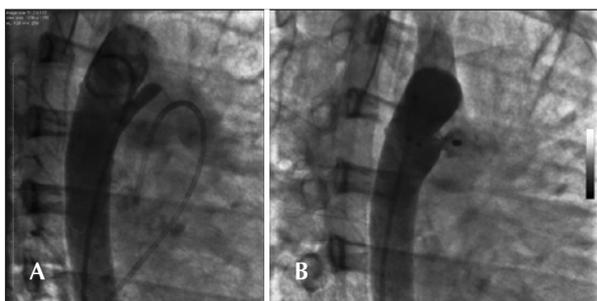


Figura 3 - Em A, aortografia descendente em oblíqua anterior direita demonstrando canal arterial do tipo E com significativa constrição em sua extremidade pulmonar. Observa-se o jato de material de contraste opacificando o tronco e os ramos pulmonares. Apesar de a estenose na origem pulmonar parecer extremamente cerrada, o canal foi cruzado sem dificuldade com o cateter multipropósito (à direita da imagem, posicionado na artéria pulmonar), demonstrando a grande elasticidade do defeito, subestimada pela imagem angiográfica. Em B, o canal completamente fechado com prótese Cera™ PDA Occluder.

CONCLUSÕES

A oclusão percutânea dos canais arteriais de adultos pode ser realizada com bastante segurança e eficácia com as técnicas tradicionais e com os dispositivos existentes no mercado. Quando a análise da forma e da dimensão dos canais não pode ser feita satisfatoriamente pela angiografia convencional, o uso de balões medidores é estratégia que resolve essa limitação.

CONFLITO DE INTERESSES

Francisco Chamié é consultor e *proctor* da Boynton (Porto Alegre, RS, Brasil). Os demais autores declaram não haver conflito de interesses relacionado a este manuscrito.

REFERÊNCIAS

1. Arora R, Sengupta PP, Thakur AK, Mehta V, Trehan V. Pediatric Interventional Cardiac Symposium (PICS-VI). Device closure of patent ductus arteriosus. *J Intervent Cardiol*. 2003;16(5):385-91.
2. Brunetti MA, Ringel RN, Owada C, Coulson J, Jennings JM, Hoyer MH, et al. Percutaneous closure of patent ductus arteriosus: a multiinstitutional registry comparing multiple devices. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2010;76(5):696-702.
3. Meadows J, Landzberg M. Advances in transcatheter interventions in adults with congenital heart disease. *Progr Cardiovasc Dis*. 2011;53(4):265-73.
4. Pass RH, Hijazi ZM, Hsu DT, Lewis V, Hellenbrand WE. Multicenter USA Amplatzer patent ductus arteriosus occlusion device trial. *J Am Coll Cardiol*. 2004;44(3):513-9.
5. Pedra CAC, Esteves CA, Braga SLN, Kambara A, Fontes VF. Oclusão percutânea do canal arterial: estado da arte. *Rev Bras Cardiol Invasiva*. 1997;5(1):22-35.
6. Simoes LC, Pedra CAC, Esteves CA, Camargo R, Braga SLN, Loureiro P, et al. Fechamento percutâneo do canal arterial com a prótese Amplatzer: experiência no Brasil. *Arq Bras Cardiol*. 2001;77(7):520-31.
7. Sun WF, Dong ZF, Gong K, Zhang GP, Cui T, Xia YD, et al. Transcatheter closure with use of the SHSMA occluder. *Tex Heart Inst*. 2010;37(5):531-7.
8. Gamboa R, Rios-Mendez RE, Mollon FP, Arroyo GM. Percutaneous closure of patent ductus arteriosus in adults using different devices. *Rev Esp Cardiol*. 2010;63(6):726-9.
9. Kataoka G, Nakamura Y, Tagusari O, Nagashima M. Adult patent ductus arteriosus closure with a pedicled pulmonary arterial patch. *Ann Thorac Surg*. 2010;90(3):346-e48.
10. Li FQ, Sun L, Hu J, Pan H. A safe technique for closure of patent ductus arteriosus in adult patients. *Surg Innov*. 2010;17(3):195-7.
11. Omari BO, Shapiro S, Ginzton L, Milliken JC, Baumgartner FJ. Closure of short, wide patent ductus arteriosus with cardiopulmonary by-pass and balloon occlusion. *Ann Thorac Surg*. 1998;66(1):277-8.
12. Sasaki B, Shimizu S, Ohno N, Tsukuda K, Fujiwara K. Open stent grafting for adult patent ductus arteriosus with a distal aortic arch aneurysm. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*. 2011;59(12):806-8.
13. Toda R, Moriyama Y, Yamashita M, Iguro Y, Matsumoto H, Yotsumoto G. Operation for adult patent ductus arteriosus using cardiopulmonary by-pass. *Ann Thorac Surg*. 2000;70(6):1935-8.
14. Yamabe K, Shimizu H, Nemoto A, Yozu R. Endovascular aortic repair of patent ductus arteriosus in an adult patient. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2012;14(2):217-9.

15. Berko NS, Haramati L. Simple cardiac shunts in adults. *Semin Roentgenol.* 2012;47(3):277-88.
16. Gatzoulis MA. Patent arterial duct. In: Gatzoulis MA, Swan L, Therrien J, Pantely GA, editors. *Adult congenital heart disease: a practical guide.* London (UK): Blackwell; 2005. p. 145-52.
17. Schneider DJ. The patent ductus arteriosus in term infants, children and adults. *Semin Perinatol.* 2012;36(2):146-53.
18. Akagi T. Catheter intervention for adult patients with congenital heart disease. *J Cardiol.* 2012;60(3):151-9.
19. Krichenko A, Benson LN, Burrows P, Möes CAF, McLaughlin P, Freedom RM. Angiographic classification of the isolated persistent ductus arteriosus and implications for percutaneous catheter occlusion. *Am J Cardiol.* 1989;63(12):877-80.
20. Chamié F, Chamié D, Ramos S. Oclusão percutânea dos canais arteriais com prótese Amplatzer. *Rev Bras Cardiol Invasiva.* 2007;15(1):15-24.
21. Chamie F, Simoes LC, Chamie D, Mattos R. Fechamento de canais arteriais com dispositivo CERA PDA Occluder: mais uma boa opção na caixa de ferramentas. *Rev Bras Cardiol Invasiva.* 2012;20(1):77-81.
22. Chamié F, Pereira SJ, Sbaffi F, Serra Junior A, Athayde JG. Fechamento de canal arterial com molas de Gianturco. *Arq Bras Cardiol.* 1996;67(1):23-7.
23. Queiroz FJAC, Simoes LC, Queiroz DSC, Ramos S, Silva JFA, Mattos R. Tratamento percutâneo do canal arterial com a prótese Amplatzer Duct Occluder II (ADO II): nova opção para um antigo defeito. *Rev Bras Cardiol Invasiva.* 2010;18(2):204-11.
24. Celiker A, Aypar EL, Karagoz T, Dilber E, Ceviz N. Transcatheter closure of patent ductus arteriosus with Nit-Occlud coils. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2005;65(4):569-76.
25. Bialkowski J, Glowacki J, Zabal C, Garcia-Montes A, Bermudez-Canete R, Flores-Arizmendi R, et al. Patent ductus arteriosus at low and high altitudes: anatomical and haemodynamic features and their implications for transcatheter closure. *J Kardiol Pol.* 2011;69(5):431-6.
26. Thanopoulos BD, Tsaousis GS, Djukic M, Hakim F, Eleftherakis NG, Simeunovic SD. Transcatheter closure of high pulmonary artery pressure persistent ductus arteriosus with the Amplatzer muscular ventricular septal defect occluder. *Heart.* 2002;87(3):260-3.
27. Zabal C, Garcia-Montes A, Buendia-Hernandez A, Calderon-Colmenero J, Patino-Bahena E, Juanico-Henriquez A, et al. Percutaneous closure of hypertensive ductus arteriosus. *Heart.* 2010;96(8):625-9.