

Oclusão Percutânea da Fenestração no Pós-Operatório Tardio da Cirurgia de Fontan

Rodrigo Nieckel da Costa^{1,2}, Roberto Omar O'Connor Reyes¹, Simone Rolim Fernandes Fontes Pedra^{1,2}, Giselle de Montalvão e Alpoim Louzas¹, Maria Aparecida de Almeida Silva¹, Eliana Muscalu Rubayo¹, Maria Virgínia Tavares Santana¹, Paulo Chaccur^{1,2}, Ieda Biscegli Jatene², Sérgio Luiz Navarro Braga^{1,2}, Valmir Fernandes Fontes^{1,2}, Carlos Augusto Cardoso Pedra^{1,2}

RESUMO

Introdução: A fenestração na cirurgia de Fontan (CF) melhora o resultado imediato no pós-operatório, por descompressão do circuito venoso-pulmonar e aumento do débito cardíaco, a despeito da dessaturação arterial de oxigênio e do risco de embolia paradoxal. Geralmente as fenestrações são ocluídas percutaneamente no seguimento a médio prazo. Este estudo teve como objetivo relatar a experiência institucional na oclusão percutânea da fenestração. **Métodos:** Estudo descritivo longitudinal, observacional, retrospectivo, de uma coorte não-consecutiva de pacientes. O procedimento foi realizado sob anestesia geral com a ajuda de ecocardiograma transesofágico. O teste de oclusão da fenestração com cateter Bermann angiográfico foi realizado antes da intervenção. Diferentes técnicas e dispositivos foram empregados para a oclusão da fenestração. **Resultados:** Entre abril de 2004 e dezembro de 2010, 12 pacientes (média de idade, 103,1 ± 88,6 meses; peso, 29,9 ± 12,7 kg) submetidos a CF (10 tubos extracardíacos, 2 túneis intra-atriais) foram tratados 44,1 ± 26,7 meses após a CF. Um paciente não tolerou o teste de oclusão com o balão, sendo contraindicado o procedimento. As próteses utilizadas foram: Helex™ (4 pacientes), Amplatzer™ (2 pacientes), Cardia Atriasept™ (2 pacientes), Figulla™ (1 paciente), Cera™ (1 paciente), e 1 stent coberto Cheatham-Platinum™. Após a oclusão da fenestração, a saturação de oxigênio aumentou significativamente (82,1 ± 6,5% para 95,2 ± 3,2%), sem aumento significativo da pressão venosa central (12,4 ± 2,6 mmHg para 14,5 ± 2,3 mmHg) nem queda do débito cardíaco. Após o procedimento foi observado *shunt* residual imediato em 5 pacientes, que desapareceu antes da alta. **Conclusões:** A oclusão percutânea das fenestrações após CF pode ser realizada com várias opções de próteses e técnicas, sendo um procedimento seguro

ABSTRACT

Percutaneous Occlusion of Fontan Fenestrations in the Late Postoperative Period

Background: Surgical fenestrations improve the early postoperative outcomes of the Fontan operation (FO) as a result of reduced systemic venous congestion and increased cardiac output, in spite of mild systemic desaturation and risk of paradoxical embolization. Generally, these fenestrations are occluded in the midterm follow-up. This study was aimed at reporting our experience with the percutaneous occlusion of Fontan fenestrations. **Methods:** Longitudinal descriptive, observational, retrospective study of a non-consecutive cohort of patients. The procedure was performed under general anesthesia with the guidance of the transesophageal echocardiogram. A fenestration occlusion test was performed prior to the intervention using a Bermann angiographic catheter. Different techniques and devices were used to occlude fenestrations. **Results:** From April 2004 to December 2010, 12 patients (mean age 103.1 ± 88.6 months; weight 29.9 ± 12.7 kg) undergoing FO (10 extracardiac conduits, 2 intra-atrial tunnels) were treated 44.1 ± 26.7 months after the operation. One patient failed the balloon occlusion test and the procedure was contraindicated. The following devices were used: Helex™ (4 patients), Amplatzer™ (2 patients), Cardia Atriasept™ (2 patients), Figulla™ (1 patient), Cera™ (1 patient) and 1 covered Cheatham-Platinum™ stent. After fenestration closure there was a significant increase in oxygen saturation (82.1 ± 6.5% to 95.2 ± 3.2%), without a significant increase in central venous pressures (12.4 ± 2.6 mmHg to 14.5 ± 2.3 mmHg) or reduction of cardiac output. Immediate residual shunt was observed in 5 patients, which disappeared before discharge. **Conclusions:** Percutaneous occlusion of Fontan

¹ Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia – São Paulo, SP, Brasil.

² Hospital do Coração – Associação do Sanatório Sírio – São Paulo, SP, Brasil.

Correspondência: Carlos Augusto Cardoso Pedra. Av. Dr. Dante Pazzanese, 500 – Ibirapuera – São Paulo, SP, Brasil – CEP 04012-180

E-mail: cacpedra@uol.com.br

Recebido em: 15/6/2011 • Aceito em: 25/8/2011

e efetivo e que resulta em normalização dos níveis de saturação.

DESCRITORES: Técnica de Fontan. Stents. Próteses e implantes. Cardiopatias congênitas. Angioplastia.

Anastomose cavopulmonar total (cirurgia de Fontan) é o procedimento paliativo definitivo utilizado para o tratamento de pacientes portadores de cardiopatias congênitas com fisiologia univentricular.¹⁻⁴ Em sua evolução histórica sofreu algumas modificações, que diminuíram sua morbidade e mortalidade de maneira significativa: a) realização da cirurgia de Glenn bidirecional em idade mais precoce (entre 4 meses e 10 meses), como etapa prévia à anastomose de Fontan; b) uso de túnel intracardíaco lateral para reduzir a perda de energia hidrodinâmica das conexões atriopulmonares iniciais; c) fenestração do túnel, permitindo fluxo direito-esquerdo para átrio e ventrículo sistêmicos, reduzindo as chances de complicações pós-operatórias^{1,4}; e d) confecção de tubo extracardíaco para constituir o circuito da veia cava inferior com a artéria pulmonar, evitando suturas na parede atrial a fim de minimizar a ocorrência tardia de arritmias.

A fenestração do túnel lateral ou do tubo extracardíaco auxilia no período pós-operatório imediato da cirurgia de Fontan, principalmente nos pacientes de alto risco – aqueles com função ventricular deprimida, insuficiência da valva atrioventricular, hipoplasia ou distorção da árvore pulmonar, pressão pulmonar aumentada (> 18 mmHg) e resistência vascular pulmonar elevada (> 2 unidades Wood), nos quais a síndrome do baixo débito cardíaco pode aumentar significativamente a morbidade e a mortalidade cirúrgicas. A fenestração reduz a pressão do circuito de Fontan e aumenta o débito cardíaco, por assegurar a pré-carga do ventrículo sistêmico em decorrência do fluxo direito-esquerdo. Entretanto, isso resulta da redução discreta da saturação arterial de oxigênio, bem tolerada no pós-operatório imediato, já que o efeito final é o aumento da entrega tecidual de oxigênio aos tecidos.^{1,2,4-9} Essa fenestração pode ser realizada tecnicamente de várias formas, sendo mais comumente constituída de um pequeno orifício elipsoide de cerca de 2-4 mm por 4-7 mm que comunica lado a lado o conduto extracardíaco, ou túnel lateral, com o átrio venoso pulmonar^{6,10-13} Entretanto, passado o período de pós-operatório precoce, a fenestração pode estar associada a maior risco de embolia paradoxal e redução do desempenho cardiovascular por dessaturação significativa durante o exercício.^{5,7-10} Por esses motivos, o fechamento eletivo tardio da fenestração por técnicas de cateterismo tem sido realizado com segurança e eficácia, geralmente utilizando-se diversas próteses intracardíacas.^{7,11-17}

fenestrations can be performed safely and effectively using a variety of techniques and devices resulting in normalization of systemic saturation levels.

KEY-WORDS: Fontan procedure. Stents. Prostheses and implants. Heart defects, congenital. Angioplasty.

O objetivo deste artigo é relatar a experiência de dois centros brasileiros de atenção terciária a pacientes portadores de cardiopatias congênitas na oclusão percutânea da fenestração no pós-operatório tardio da cirurgia de Fontan, com atenção especial à factibilidade do uso de dispositivos diversos, à segurança do procedimento e à eficácia a curto prazo.

MÉTODOS

Desenho do estudo

Estudo descritivo longitudinal, observacional, de uma coorte não-consecutiva de pacientes submetidos a fechamento percutâneo da fenestração no pós-operatório tardio da cirurgia de Fontan. A coleta de dados foi realizada de forma retrospectiva, por meio da análise de prontuários. Foram coletados dados demográficos, clínicos, cirúrgicos, ecocardiográficos, hemodinâmicos e relativos à técnica de fechamento da fenestração.

Indicação de oclusão da fenestração

A oclusão da fenestração foi indicada na presença de cianose e dessaturação significativa (< 80-85%) em condições basais, com piora no exercício, acompanhada de hemoconcentração e sintomas de fadiga e dispneia ou evidências de embolia paradoxal prévia (acidentes vasculares ou abscessos cerebrais). A decisão de levar o paciente para o laboratório de cateterismo para tentativa de oclusão dependeu da disponibilidade de prótese e materiais no serviço, não havendo uniformidade em relação ao momento ideal para a intervenção. Outros locais de possível fonte de fluxo direito-esquerdo foram investigadas durante o cateterismo como possíveis causas de dessaturação, incluindo presença de conexões venovenosas, fístulas arteriovenosas pulmonares e/ou deiscências de sutura.

Avaliação clínica pré-procedimento

Todos os pacientes foram submetidos a avaliação clínica e ecocardiográfica antes do procedimento. Para aqueles que estavam recebendo anticoagulação oral, o anticoagulante foi suspenso cerca de 4-7 dias antes do cateterismo, sendo mantidos com doses profiláticas de heparina de baixo peso molecular (enoxaparina 1 mg/kg/dia, em dose única diária). Exames sanguíneos de rotina também foram obtidos antes do cateterismo.

Técnica de oclusão da fenestração

Antes da realização do procedimento, os pais ou responsáveis assinaram o termo de consentimento esclarecido. O cateterismo foi realizado sob anestesia geral, com o paciente em ventilação mecânica assistida com FiO_2 de 21% a 35% e com auxílio do ecocardiograma transesofágico bidimensional com Doppler em cores.

O acesso venoso preferencial foi a veia femoral direita. Em um paciente com isomerismo esquerdo, ausência da *pars hepatica* da veia cava inferior e cirurgia de Kawashima pregressa associada a tunelização fenestrada das veias supra-hepáticas com a artéria pulmonar esquerda em procedimento cirúrgico subsequente, o acesso foi obtido através da veia jugular interna esquerda. Um cateter arterial de baixo perfil foi deixado para mensuração contínua das pressões e realização de angiografias, se necessário. Todos os pacientes receberam heparina na dose de 100-150 UI/kg e profilaxia antibiótica antes do procedimento. Não foi controlado o tempo de coagulação ativada rotineiramente, apenas nos casos com duração de mais de duas horas. Foram medidas as saturações venosas e arteriais sistêmicas e as pressões em todo o circuito de Fontan. Angiografias foram realizadas na veia inominada, nas veias cavas superior e inferior, no interior do túnel intracardíaco lateral ou tubo extracardíaco, e nas artérias pulmonares em projeções diversas, a fim de avaliar todo o circuito de Fontan, a fenestração, possíveis estenoses no circuito, deiscências de sutura ou comunicações residuais múltiplas, presença de fístulas arteriovenosas pulmonares ou conexões venovenosas significativas e/ou lesões adicionais. Foi realizado teste de oclusão da fenestração com cateter Bermann angiográfico antes do procedimento de oclusão. Após o cateter cruzar a fenestração, o balão foi insuflado no átrio venoso pulmonar seguido de suave tração do cateter, permitindo ancoragem do lado esquerdo da fenestração. Após cerca de 10-20 minutos de oclusão, novas medidas pressóricas foram obtidas, acompanhadas de nova coleta de amostras para oximetria para determinação do débito cardíaco (especialmente na veia cava superior e na aorta). No caso de elevação da pressão venosa do circuito de Fontan de 4-5 mmHg para valores superiores a 18-20 mmHg, acompanhada de redução > 20% do débito cardíaco (avaliado pelo método de Fick e da diferença arteriovenosa de oxigênio) e > 20% da pressão arterial sistêmica, o procedimento era contraindicado.

As dimensões angiográficas da fenestração foram determinadas em sistema digital, geralmente em perfil esquerdo, levando-se em conta seu maior diâmetro. A ecocardiografia transesofágica determinou as dimensões do defeito em pelo menos dois planos e, na medida do possível, procurou perfilar a fenestração *en face*, possibilitando a mensuração acurada de seus dois diferentes diâmetros, nos casos de configuração geométrica elipsoide.

Diferentes técnicas e dispositivos foram empregados para a oclusão da fenestração, incluindo as próteses Helex™ (WL Gore & Associates, Flagstaff, Estados Unidos), Figulla™ para forame oval (Occlutech, Praga, República Tcheca), Amplatzer™ ASO (AGA, Minneapolis, Estados Unidos), Cardia™ para fenestração (Cardia, Eagan, Estados Unidos), Cera™ ASD (Lifetech, Shenzhen, China) e o stent coberto Cheatham-Platinum™ (CPT™ – NuMed, Ontário, Canadá). A escolha do dispositivo dependeu da disponibilidade de cada um deles nos serviços. Esses dispositivos geralmente foram doados pela indústria fabricante, considerando-se que o Sistema Único de Saúde (SUS) não prevê a cobertura desse tipo de procedimento. Tais dispositivos já foram descritos extensivamente em experiências anteriores. Nos casos de uso de próteses não-autocentráveis (Helex™, Cardia™ para fenestração e Figulla™ para forame oval patente) o diâmetro do disco escolhido foi pelo menos o dobro da maior medida da fenestração. Nos casos de uso de próteses autocentráveis (Amplatzer™ e Cera™ para oclusão de comunicação interatrial), o diâmetro da cintura foi cerca de 2 mm maior que o maior tamanho da fenestração. No caso de uso do stent coberto CPT™, o balão utilizado para liberação do stent foi cerca de 2 mm maior que o diâmetro do tubo empregado na cirurgia, confirmado por medidas digitais obtidas na angiografia. Sistemas venosos de 8 F a 14 F foram utilizados para os procedimentos de oclusão, de acordo com as recomendações vigentes para uso de cada tipo de dispositivo.

Avaliação clínica pós-procedimento

Após realização do procedimento de oclusão, houve neutralização parcial (30-50%) da heparina, dependendo da dose inicial utilizada e do tempo de procedimento. Os pacientes foram extubados dentro do laboratório de cateterismo e transferidos para unidade de recuperação anestésica adjacente ao laboratório de cateterismo para monitoração rotineira. Transferência para terapia intensiva era considerada apenas nos casos de complicações hemodinâmicas, neurológicas ou pulmonares. Todos os pacientes foram avaliados pela ecocardiografia transtorácica antes da alta hospitalar e receberam orientação para receber aspirina na dose de 3-5 mg/kg/dia por tempo indeterminado. Para aqueles que já recebiam anticoagulantes antes do procedimento, a reintrodução da medicação foi deixada a critério do clínico de referência. Possíveis medicações anticongestivas foram mantidas.

Análise estatística

Os resultados estão apresentados em média, mediana e desvio padrão, conforme a distribuição da amostra. Mudanças de saturação e de pressões foram avaliadas pelo teste *t* de Student. Foi considerado significância estatística valor de $P < 0,05$.

RESULTADOS

Entre abril de 2004 e dezembro de 2010, 12 pacientes foram levados ao laboratório de cateterismo no intuito de ocluir a fenestração. Foram realizadas 10 cirurgias com tubo extracardíaco e 2 cirurgias com túnel lateral intra-atrial. Antes da cirurgia de Fontan, esses pacientes apresentavam valor de pressão pulmonar média pré-Fontan de $15,1 \pm 3,8$ mmHg, e 4 (36%) desses pacientes apresentavam valores de pressão pulmonar > 18 mmHg. O tamanho da fenestração confeccionada no ato cirúrgico foi de $6,3 \pm 1,9$ mm. Todos os pacientes apresentavam queixa de cansaço e piora da cianose aos grandes esforços antes da oclusão e dois deles tinham apresentado eventos sugestivos de embolia paradoxal (acidente vascular cerebral e abscesso). Outras fontes significativas de fluxo direito-esquerdo foram descartadas durante o cateterismo diagnóstico antes da oclusão da fenestração.

Dos 12 pacientes, um deles apresentou aumento significativo da pressão venosa no circuito de Fontan

e diminuição de mais de 20% do débito cardíaco e da pressão arterial sistêmica após o teste de oclusão, sendo contraindicado o fechamento da fenestração naquele momento. Nos 11 pacientes restantes, o teste da oclusão foi favorável e o procedimento de oclusão foi tentado utilizando-se dispositivos diversos. A idade e o peso desses 11 pacientes (7 do sexo masculino) no momento do procedimento percutâneo foram, respectivamente, de $147,3 \pm 78,3$ meses (62,7-353,8 meses) e de $29,9 \pm 12,7$ kg (16-50 kg). O procedimento foi realizado com mediana de 44 meses (11,2-96,9 meses) após a cirurgia. No cateterismo, a média do maior diâmetro da fenestração foi de $5,5 \pm 1,7$ mm, determinada pela angiografia ou pela ecocardiografia transesofágica. Os diagnósticos de base, o tamanho da fenestração, a saturação em condições basais e os dados de cateterismo estão dispostos na Tabela.

Em 3 dos 4 pacientes nos quais foram implantadas próteses Helex™ de 15 mm de diâmetro, houve prolapso do disco do lado direito para o interior do

TABELA
Dados demográficos, clínicos e de hemodinâmica

Diagnóstico	Idade (meses)	Peso (kg)	Sexo	Tubo	SatO ₂ pré	SatO ₂ pós	Pr. sist. pré	Pr. sist. pós	PAS pré	PAS pós	Fen (mm)	Prótese/tamanho
DVEVE	62,7	16	M	Intra	90	96	16	17	80	80	4	Amplatzer™ 6 mm
Hipo VE	196,6	56	F	Extra	79	95	8	10	*	*	6	Helex™ 20 mm
DVEVE	353,8	49	F	Extra	78	95	13	14	*	*	5	Stent coberto**
Hipo VD	126,7	31	F	Extra	81	98	9	13	80	82	6	Figulla™ 30 mm
AT	107,7	27	M	Extra	70	98	13	14	93	98	5	Helex™ 20 mm
DVEVE	141,5	36	M	Extra	80	95	10	14	71	79	7	Helex™ 20 mm
AT	103,1	55	M	Intra	85	94	15	16	92	99	4	Amplatzer™ 5 mm
AT	117,8	28	M	Extra	89	96	15	16	93	94	7	Helex™ 15 mm
DSAVT desbal.	128,4	25	M	Extra	82	94	12	15	85	92	5	Atriasept™ 15 mm
AP SI	97	28	M	Extra	92	99	14	18	94	92	3	Atriasept™ 15 mm
AT	184,6	40	F	Extra	77	87	11	12	95	75	9	Cera™ 10 mm

* Dados não disponíveis.

** Stent coberto CP™ 39 mm montado sobre balão BIB 24 x 40 mm.

AP SI = atresia pulmonar com septo interventricular íntegro; AT = atresia tricúspide; DSAVT desbal. = defeito do septo atrioventricular forma total desbalanceado; DVEVE = dupla via de entrada do ventrículo esquerdo; Extra = Fontan extracardíaco; F = feminino; Fen = fenestração; Hipo VD = hipoplasia do ventrículo direito; Hipo VE = hipoplasia do ventrículo esquerdo; Intra = Fontan intracardíaco; M = masculino; PAS = pressão arterial sistêmica; Pr sist. = pressão do sistema de Fontan; SatO₂ = saturação de oxigênio.

tubo extracardiaco. Em 2 pacientes o prolapso foi considerado discreto. Dessa forma, foram insuflados balões com o mesmo diâmetro do tubo extracardiaco (16-18 mm) com completa aposição do disco direito na parede do tubo, que assumiu pequena concavidade (Figura 1). Não houve alterações de fluxo sanguíneo local, mas constatou-se discreto fluxo residual à ecocardiografia. No outro paciente, o prolapso foi mais significativo e associado a pequeno fluxo residual. Foi utilizado balão Maxi™ LD 20 x 40 mm (Cordis Corp., Miami Lakes, Estados Unidos) para tentativa de aposição da prótese ao vaso, porém manteve-se o prolapso, sendo necessário implante no conduto do stent Palmaz™ 4014 (Cordis Corp., Miami Lakes, Estados Unidos), montado sobre balão de mesmo tamanho, em um procedimento adicional realizado 4 dias depois (Figura 2). Houve completa aposição do dispositivo na parede interna do tubo e eliminação do fluxo residual à ecocardiografia.

Em um paciente a oclusão da fenestração foi realizada com a prótese Figulla™ para forame oval e neste caso também foi necessária aposição da prótese com cateter-balão (Figura 3). Outros 3 pacientes receberam próteses de forame oval Amplatzer™ (2) e Cera™ (1) (Figuras 4 e 5). Os dispositivos foram considerados bem posicionados e em 2 deles (Amplatzer™ e Cera™) houve *shunt* residual, que desapareceu no ecocardiograma antes da alta hospitalar.

Em 2 pacientes foram utilizadas as próteses Atriassept™ (Cardia Inc., Eagan, Estados Unidos) concebidas para fechamento de fenestração. Um dos pacientes apresentava lesões obstrutivas no conduto de Fontan e na artéria pulmonar esquerda. Foram implantados stent Palmaz™ Genesis 1910 (Cordis Corp., Miami Lakes, Estados Unidos) na artéria pulmonar, um stent Palmaz™

4014 no conduto e a prótese Atriassept™ 15 mm na fenestração, no mesmo procedimento (Figura 6). No outro paciente, no qual foi utilizada a mesma prótese, foi necessário acesso venoso pela veia jugular interna esquerda, pois o paciente apresentava isomerismo esquerdo, persistência da veia cava superior esquerda e ausência da porção hepática da veia cava inferior. Esse paciente havia sido submetido a anastomose de Kawashima e posterior tunelização das veias supra-hepáticas para a porção inferior da artéria pulmonar esquerda. Dessa forma, o único acesso à fenestração era através da veia cava superior esquerda. Antes da cirurgia de tunelização das supra-hepáticas, esse paciente já havia sido submetido a oclusão de grande colateral venovenosa com prótese Amplatzer™, seccionada em sua metade (Figura 7).

Em um paciente optou-se pela utilização de um stent coberto CP™ 8 zig de 39 mm de comprimento montado sobre balão BIB de 20 mm de diâmetro (balão externo). Houve ótima aposição do stent na parede do tubo, com oclusão imediata da fenestração (Figura 8).

Após a oclusão da fenestração, a saturação arterial de oxigênio teve aumento de $82 \pm 6,5\%$ para $95,2 \pm 3,2\%$ ($P < 0,001$), não havendo mudanças significativas na pressão venosa no sistema de Fontan ($12,4 \pm 2,6$ mmHg para $14,4 \pm 2,3$ mmHg; $P = 0,18$), nem da pressão arterial sistólica, que se manteve semelhante ($87 \pm 8,4$ mmHg para $88 \pm 8,9$ mmHg; $P = 0,86$). O tempo de procedimento foi de $2,3 \pm 1,2$ horas.

Fluxo residual imediato discreto foi observado em 8 pacientes (4 com Helex™, 1 com Amplatzer™, 1 com Cera™ e 2 com Cardia™) imediatamente após a oclusão da fenestração. No ecocardiograma realizado antes da alta hospitalar (1 dia a 5 dias após), houve

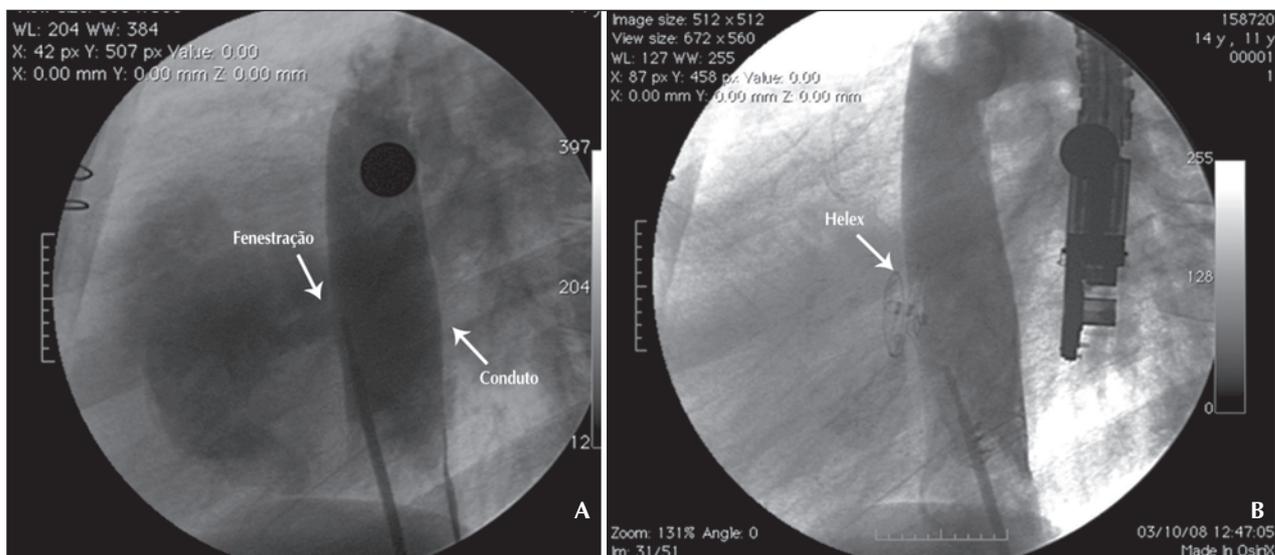


Figura 1 - Em A, angiografia em perfil esquerdo demonstrando a fenestração. Em B, angiografia em perfil esquerdo, demonstrando prótese Helex™ bem posicionada, sem obstrução ao fluxo no conduto (após dilatação com balão).

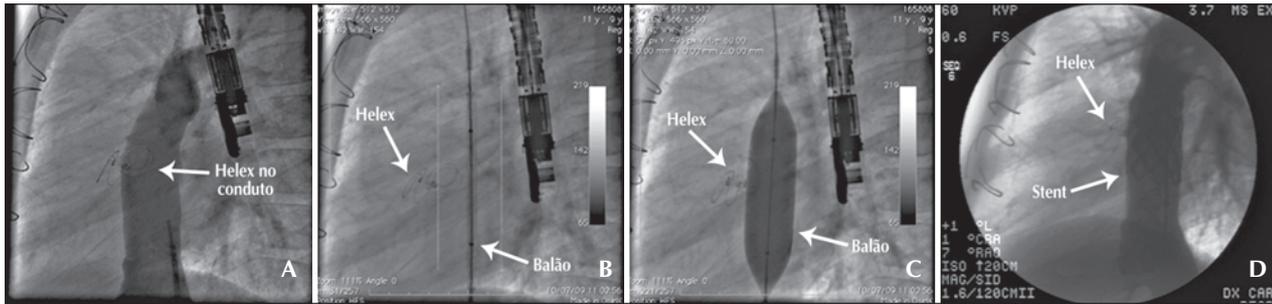


Figura 2 - Em A, prótese Helex™ prolapsada no interior do conduto. Em B e C, seqüência do posicionamento do balão no interior do conduto (linha pontilhada em B) para aposição da prótese. Em D, stent convencional posicionado no interior do conduto, completando a aposição da prótese.

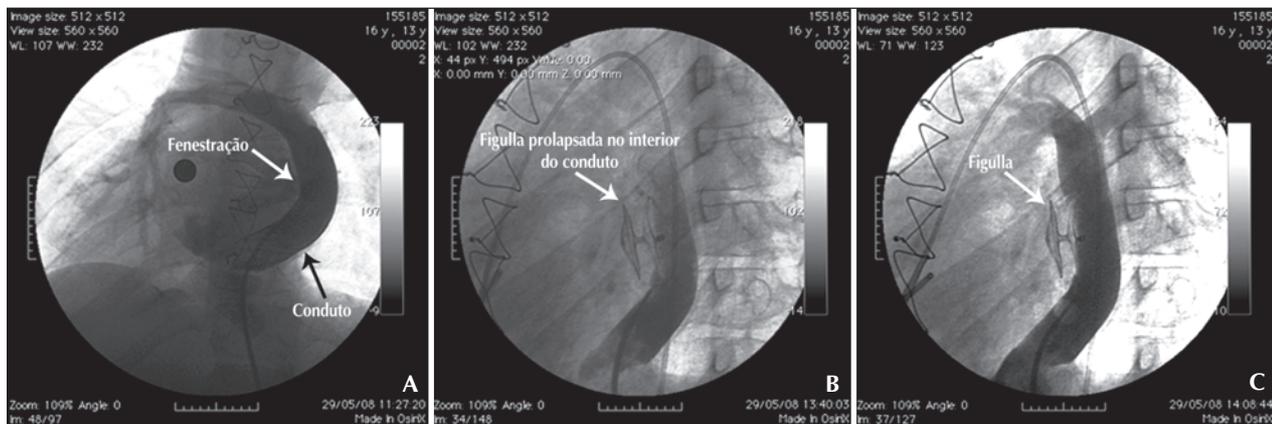


Figura 3 - Em A, angiografia demonstrando a fenestração. Em B, angiografia demonstrando a prótese Figulla™ prolapsada no interior do conduto. Em C, angiografia demonstrando prótese Figulla™ bem apostada no interior do conduto sem *shunt* residual (após dilatação com balão).

oclusão completa da fenestração em todos os casos. Não houve alterações significativas no padrão de fluxo dentro dos túneis ou condutos ou formação de trombos locais.

Em 3 pacientes foram observadas arritmias benignas no pós-cateterismo imediato (ritmo atrial ectópico em 1 paciente, taquicardia atrial não-sustentada em 1 paciente, e bradicardia juncional em 1 paciente), os quais melhoraram espontaneamente e receberam alta hospitalar em ritmo sinusal. Não houve outras complicações relacionadas aos procedimentos e nenhum paciente necessitou de terapia intensiva. A mediana do tempo de internação foi de 1 dia (1 dia a 5 dias). O paciente que recebeu alta no quinto dia foi o que necessitou de implante de stent adicional para apor o disco direito da prótese Helex™ dentro do conduto em um procedimento subsequente.

DISCUSSÃO

Nesta pequena série de pacientes não-consecutivos, a oclusão percutânea da fenestração do pós-operatório tardio da cirurgia de Fontan, utilizando-se diversas técnicas e próteses, foi factível, segura e eficaz. A utilização de várias próteses e a não uniformização

das técnicas se deu por mera necessidade, já que nos dias de hoje o SUS não contempla a cobertura de tais procedimentos. Para viabilizar a oclusão da fenestração com essa variedade de materiais, disponíveis de forma não-sistemática em nossos serviços, o intervencionista precisa estar familiarizado com as características de cada um e utilizar técnicas alternativas de implante. A experiência prévia dos autores com procedimentos de oclusão da comunicação interatrial e do forame oval patente e com implante de stents na aorta e nas artérias pulmonares, utilizando essa variedade de materiais, foi importante para viabilizar a realização da oclusão percutânea da fenestração com segurança e eficácia.

Apesar de esse tipo de procedimento ser realizado com sucesso sem o suporte da ecocardiografia transesofágica⁷, acredita-se que essa ferramenta seja fundamental para monitoração de todo o procedimento. Antes do implante, a ecocardiografia transesofágica pode ajudar a diagnosticar trombos no circuito de Fontan, o que é uma contraindicação para a oclusão, já que pode resultar em embolia paradoxal maciça e acidente vascular cerebral, como relata a literatura.⁷ A presença de deiscências com múltiplas fontes de fluxo direito-esquerdo pelo tubo extracardíaco ou tunelização intracardíaca também pode ser diagnosticada pela ecocardiografia.

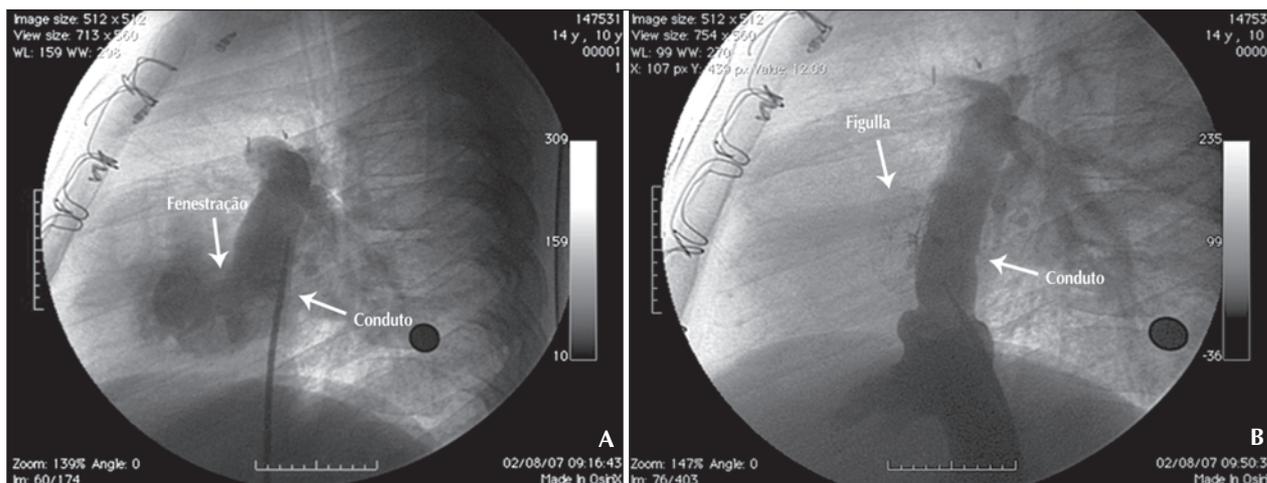


Figura 4 - Em A, angiografia em perfil esquerdo demonstrando a fenestração. Em B, angiografia em perfil esquerdo demonstrando prótese Amplatzer™ bem apostada à parede do conduto sem *shunt* residual.

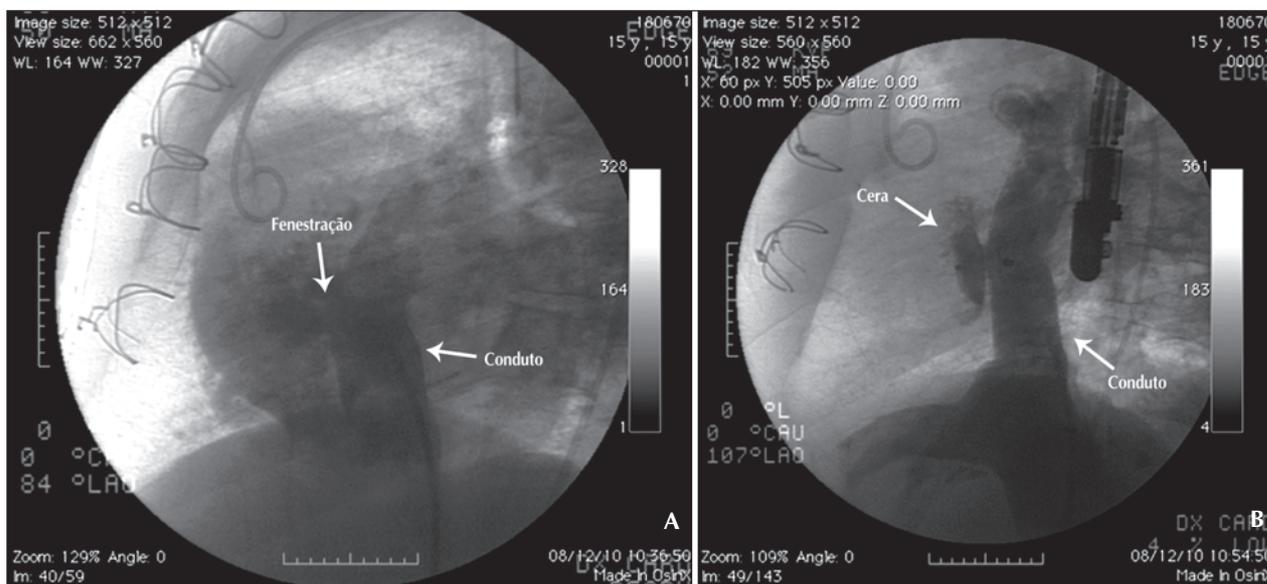


Figura 5 - Em A, angiografia em perfil esquerdo demonstrando o conduto e a fenestração. Em B, angiografia em perfil esquerdo demonstrando prótese Cera™ bem posicionada com mínimo *shunt* residual.

grafia, sendo diagnóstico diferencial importante. Além disso, a ecocardiografia não só auxilia no implante da prótese no local adequado, mas é fundamental para determinar o local seguro de abertura do disco esquerdo, já que, dependendo do local e trajeto da fenestração e da anatomia cardíaca da doença de base, o disco esquerdo pode lesar a musculatura pectínea do apêndice atrial direito ou ficar preso em uma comunicação interatrial nativa. Além disso, ela estabelece qual o melhor ângulo de ataque em relação à fenestração, fazendo com que o intervencionista ajuste suas manobras para obter o ótimo posicionamento. Finalmente, a determinação da presença e magnitude de possíveis fluxos resi-

duais completa a avaliação ecocardiográfica, minimizando a necessidade do uso de contraste.

Apesar da utilização de vários materiais e técnicas para oclusão, não houve acúmulo de experiência suficiente com números maiores de pacientes para determinar se há superioridade de algum tipo de dispositivo em relação a outro. Entretanto, foi possível fazer algumas observações em relação ao uso dos diferentes materiais. Com a prótese Helex™, houve certa dificuldade para alcançar aposição adequada do disco direito sobre a superfície interna do conduto. Tal observação pode ser explicada pela pouca rigidez e alta maleabilidade da prótese. A insuflação de balões no con-

duto após a liberação dessa prótese, acompanhada ou não pelo implante adicional de stents intravasculares, pode ser necessária nesse caso, para otimizar a aposição do dispositivo. Acredita-se que a aposição completa, não só com a prótese Helex™, mas com qualquer outra prótese, seja fundamental para evitar a formação de trombos no circuito, especialmente considerando que o fluxo local é de baixa velocidade, há a presença de corpo estranho local e o paciente no pós-operatório

tardio de Fontan encontra-se em situação de hipercoagulabilidade. Também houve necessidade de comprimir o disco direito da prótese Figulla™ de forame oval utilizando um cateter-balão para obter melhor aposição. Em retrospecto, talvez devesse ter sido utilizada prótese com disco direito de menor diâmetro. Nesse sentido, especula-se que o uso de próteses de nitinol para oclusão de comunicações interatriais, com discos direitos menores que o disco esquerdo, talvez seja mais apropriado para evitar protrusões para dentro do conduto e resultar em melhor aposição. Próteses com discos estabilizados por mecanismos de contratensão, como Cardia™ de fenestração, talvez sejam as que mais se adaptem ao contorno interno do conduto. Finalmente, apesar de o stent coberto CP™ ter sido utilizado com sucesso em um paciente apenas, com ótima aposição a toda superfície interna do conduto, essa alternativa parece ter sua indicação absoluta em situações em que haja múltiplos pontos de fluxo direito-esquerdo por deiscências de sutura e naquelas com estenoses do conduto associadas à presença de fenestração.

Finalmente, é fundamental uma avaliação diagnóstica precisa antes da oclusão da fenestração. Outras fontes de fluxo direito-esquerdo significativo devem ser reconhecidas e tratadas. Nesse sentido, a oclusão de colaterais venovenosas e de fístulas arteriovenosas pulmonares também pode ser realizada com segurança e eficácia no laboratório de cateterismo.¹⁸ Além disso, possíveis sítios de estenose no circuito de Fontan e nas artérias pulmonares devem ser agressivamente tratados antes da oclusão da fenestração, como observado em um paciente desta casuística. Mesmo estenoses discretas no circuito podem comprometer sobremaneira o retorno venoso pulmonar, o enchimento do

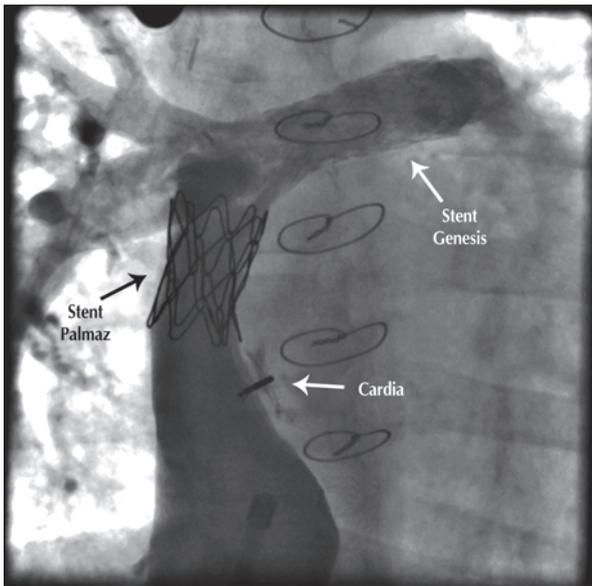


Figura 6 - Angiografia em pósterio-anterior demonstrando prótese Cardia™ ocluindo a fenestração, stent Palmaz™ no conduto e stent Genesis™ na artéria pulmonar esquerda.

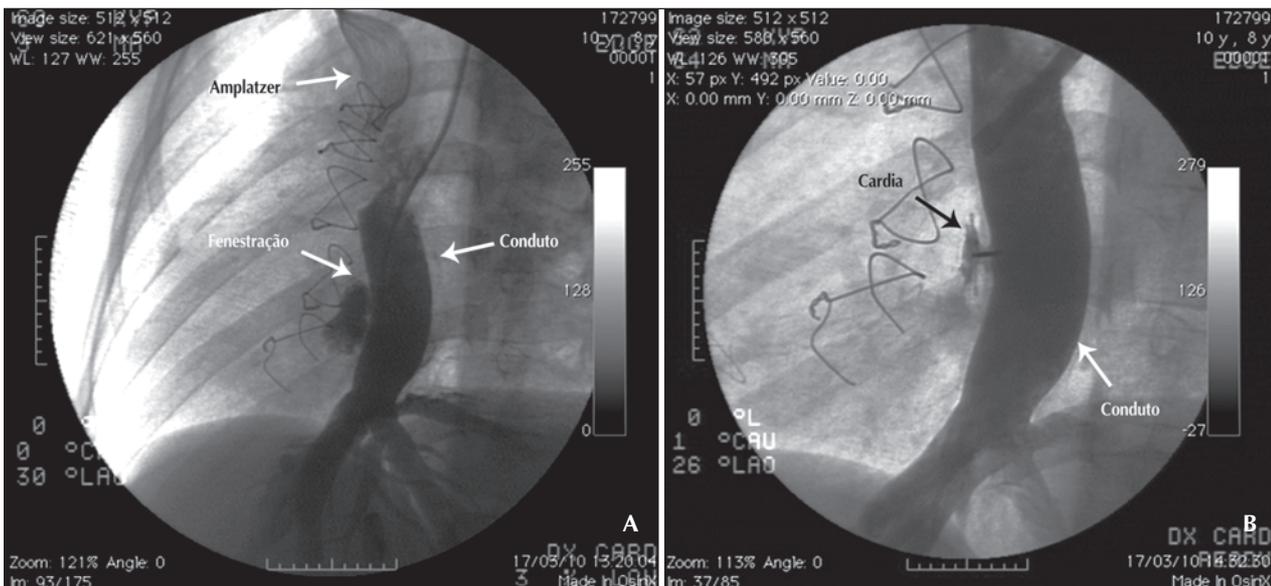


Figura 7 - Em A, angiografia em oblíqua esquerda demonstrando a fenestração e a prótese Amplatzer™ posicionada na veia cava superior direita. Em B, angiografia em oblíqua esquerda demonstrando prótese Cardia™ bem posicionada, com mínimo fluxo residual.

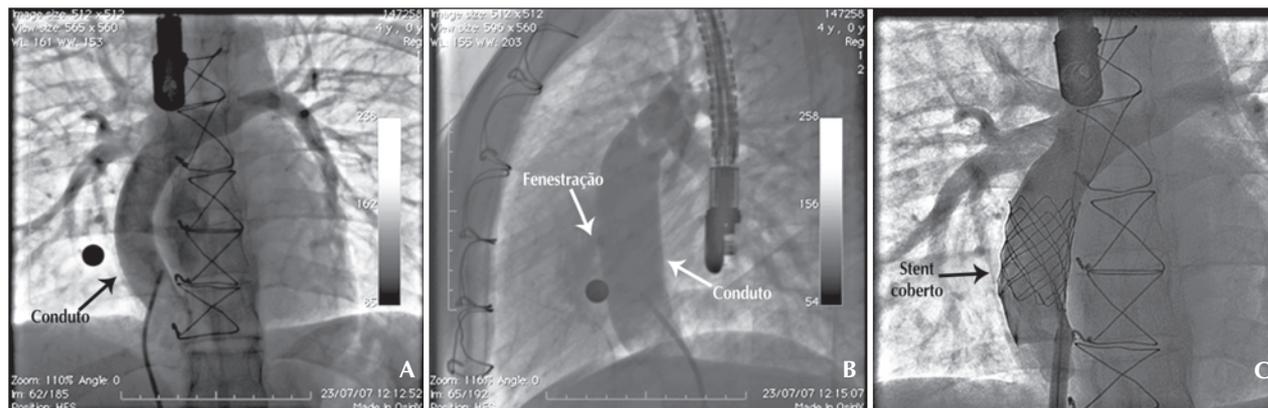


Figura 8 - Em A, angiografia em pótero-anterior, demonstrando o tubo da cirurgia de Fontan. Em B, angiografia em perfil esquerdo do mesmo paciente, demonstrando a fenestração. Em C, angiografia em pótero-anterior, demonstrando o stent coberto posicionado no interior do conduto, ocluindo totalmente a fenestração.

ventrículo sistêmico e o débito cardíaco, especialmente se não houver um local de escape proximal à obstrução, como geralmente funciona a fenestração. A oclusão teste da fenestração, de execução técnica extremamente simples, pareceu adequada para selecionar pacientes que se beneficiem desse procedimento. Talvez seja mais útil nos pacientes que já apresentem pressões elevadas em condições basais, como foi visto em um paciente desta casuística.

Apesar do pequeno número de pacientes desta experiência, o procedimento pareceu seguro. Heparinização plena, observação rigorosa das técnicas de cateterismo com limpeza de guias e cateteres, e agilização no tempo de procedimento são importantes para evitar possíveis complicações tromboembólicas. O uso da ecocardiografia também minimiza o risco de embolização dos dispositivos. Apesar de o procedimento ter sido altamente efetivo para melhorar os níveis de saturação sistêmica de oxigênio, algumas questões devem ser abordadas no futuro em relação à entrega tecidual de oxigênio, especialmente durante o exercício. Além disso, não se sabe se, a longo prazo, a oclusão da fenestração pode ter efeito deletério paradoxal na circulação de Fontan, já que a maioria dos pacientes apresentará disfunção ventricular e congestão venosa progressivas durante o acompanhamento.

Limitações do estudo

São inúmeras as limitações deste estudo. A oclusão da fenestração não foi tentada em todos os pacientes no pós-operatório de Fontan. Em razão disso, não se conhece o real efeito dessa abordagem em toda a população candidata ao procedimento. A falta de uniformidade no uso de materiais e o número restrito de pacientes também limitam a robustez das observações realizadas, permitindo apenas inferências e impressões pessoais baseadas no bom-senso. Não foi objetivo deste estudo avaliar os efeitos a longo prazo da oclusão

da fenestração, em especial sobre a possível melhora das condições cardiocirculatórias no exercício e a abolição da necessidade de medicações anticoagulantes. Adicionalmente, esses pacientes podem apresentar piora tardia dos níveis de saturação pela abertura de colaterais venosas e limitações pulmonares. Maior número de pacientes e estudos multicêntricos com seguimento a longo prazo são necessários para responder a essas difíceis questões.

CONCLUSÕES

A oclusão percutânea da fenestração no pós-operatório tardio da cirurgia de Fontan pode ser realizada de maneira segura e efetiva com ampla variedade de técnicas e dispositivos, resultando na (quase) normalização dos níveis de saturação arterial. Acredita-se que esse tipo de procedimento deva ser realizado após teste de oclusão temporário, em centros com experiência na utilização de dispositivos para fechamento de defeitos septais e com auxílio do ecocardiograma transesofágico.

CONFLITO DE INTERESSES

Carlos A. C. Pedra participa de sessões de treinamento e é consultor das empresas AGA Medical, Occlutech e Cardia, e é membro do Advisory Board da empresa Lifetech. Os demais autores declaram não haver conflito de interesses relacionado a este manuscrito.

REFERÊNCIAS

1. Udekem Y, Iyengar A, Cochrane A, Grigg LE, Ramsay JM, Wheaton GR, et al. The Fontan procedure: contemporary techniques have improved long-term outcomes. *Circulation*. 2007;116(11 Suppl):1157-64.
2. Anderson P, Sleeper L, Mahony L, Colan SD, Atz AM, Breitbart RE, et al. Contemporary outcomes after the Fontan procedure: a Pediatric Heart Network multicenter study. *J Am Coll Cardiol*. 2008;52(2):85-98.

3. Kim SJ, Kim WH, Lim HG, Lee JY. Outcomes of 200 patients after an extracardiac Fontan procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2008;136(1):108-16.
4. Lee JR, Kwak J, Kim KC, Min SK, Kim WH, Kim YJ, et al. Comparison of lateral tunnel and extracardiac conduit Fontan procedure. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2007;6(3):328-30.
5. Mavroudis C, Zales VR, Backer CL, Muster AJ, Latson LA. Fenestrated Fontan with delayed catheter closure: effects of volume loading and baffle fenestration on cardiac index and oxygen delivery. *Circulation.* 1992;86(5 Suppl):II85-92.
6. Thompson LD, Petrossian E, McElhinney DB, Abrikosova NA, Moore P, Reddy VM, et al. Is it necessary to routinely fenestrate an extracardiac Fontan? *J Am Coll Cardiol.* 1999;34(2):539-44.
7. Pihkala J, Yazaki S, Mehta R, Lee KJ, Chaturvedi R, McCrindle BW, et al. Feasibility and clinical impact of transcatheter closure of interatrial communications after fenestrated Fontan procedure. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2007;69(7):1007-14.
8. Ono M, Boethig D, Goeler H, Lange M, Westhoff-Bleck M, Breyman T. Clinical outcomes of 20 years after Fontan operation: effect of fenestration on late morbidity. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2006;30(6):923-9.
9. Bridges ND, Lock JE, Castañeda AR. Baffle fenestration with subsequent transcatheter closure: modification of the Fontan operation for patients at increased risk. *Circulation.* 1990;82(5):1681-9.
10. Masura J, Borodocova L, Tittel P, Berden P, Podnar T. Percutaneous management of cyanosis in Fontan patients using Amplatzer occluders. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2008;71(6):843-9.
11. Boudjemline Y, Bonnet D, Sidi D, Agnoletti G. Closure of extracardiac Fontan fenestration by using the Amplatzer duct occluder. *Arch Mal Coeur Vaiss.* 2005;98(5):449-54.
12. Rueda F, Squitieri C, Ballerini L. Closure of the fenestration in the extracardiac Fontan with the Amplatzer duct occluder device. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2001;54(1):88-92.
13. Ebeid MR, Mehta I, Gaymes CH. Closure of external tunnel Fontan fenestration: a novel use of the Amplatzer vascular plug. *Pediatr Cardiol.* 2009;30(1):15-9.
14. Tófeig M, Walsh KP, Chan C, Ladusans E, Gladman G, Arnold R. Occlusion of Fontan fenestrations using the Amplatzer occluder. *Heart.* 1998;79(4):368-70.
15. Cowley CG, Badran S, Gaffney D, Rocchini AP, Lloyd TR. Transcatheter closure of Fontan fenestrations using the Amplatzer septal occluder: initial experience and follow-up. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2000;51(3):301-4.
16. Marini D, Boudjemline Y, Agnoletti G. Closure of extracardiac Fontan fenestration by using the covered Cheatham Platinum Stent. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2007;69(7):1003-6.
17. Kim SH, Kang IS, Huh J, Lee HJ, Yang JH, Jun TG. Transcatheter closure fenestration with detachable coils after Fontan operation. *J Korean Med Sci.* 2006;21(5):859-64.
18. Pereira FL, Ribeiro MS, Costa RN, Braga SLN, Fontes VF, Pedra CAC. Clinical experience with Amplatzer Vascular Plugs. *Rev Bras Cardiol Invasiva.* 2010;18(3):327-36