

Experiência Global no Fechamento Percutâneo do Canal Arterial

Carlos Augusto Cardoso Pedra, Simone Rolim Fenandes Fontes Pedra, César Augusto Esteves, Sérgio Luís Navarro Braga, Maria Aparecida Paula Silva, Tarásio Luís Valle de Almeida, Maria Virgínia Tavares Santana, José Eduardo Moraes Rego Sousa, Valmir Fernandes Fontes

São Paulo, SP

Objetivo - Avaliar a experiência global da nossa instituição com o fechamento percutâneo do canal arterial.

Métodos - Desde dezembro/92, 150 pacientes foram submetidos a 178 procedimentos (85 - técnica de Rashkind; 87 - coils de Gianturco; 6 - coils Duct Occlud). A mediana de idade foi de 6,5 anos (1 a 57). A média do diâmetro mínimo do canal foi de $3,05 \pm 1,24$ mm (1 a 8). Avaliações clínicas e ecocardiográficas foram realizadas seriadamente.

Resultados - Implantes adequados ocorreram em 143 (95,3%) pacientes. A prevalência de shunt residual imediato foi de 52,1%, decrescendo para 15,9% no seguimento. Esta taxa caiu para 5,2% após a realização de procedimentos adicionais. Embolização de coils ocorreu em 12 procedimentos e de umbrella em 1. Um paciente apresentou hemólise e outro estenose discreta da artéria pulmonar esquerda. Não houve mortalidade.

Conclusão - Esta modalidade terapêutica é segura e eficaz, proporcionando bons resultados a longo prazo.

Palavras-chave: persistência do canal arterial, cardiologia intervencionista, cardiopatias congênicas

Overall Experience with Percutaneous Occlusion of the Patent Ductus Arteriosus

Purpose - To evaluate the overall experience of our institution with percutaneous occlusion of the patent ductus arteriosus.

Methods - Since December/92, 150 patients underwent 178 procedures (85 - Rashkind technique; 87 - Gianturco coils; 6 - Duct Occlud). Median age was 6.5 years (1 to 57). Mean minimum ductal diameter was 3.05 ± 1.24 mm (1 to 8). Clinical and echocardiographic evaluations were performed periodically.

Results - Adequate implantation was achieved in 143 (95.3%) patients. Prevalence of immediate residual shunting was 52.1%, falling to 15.9% during follow-up. This figure decreased to 5.2% after new additional procedures. Umbrella and coil embolization occurred in 1 and 12 procedures, respectively. Hemolysis and mild stenosis of left pulmonary artery were observed in one patient each. There was no mortality.

Conclusion - This therapeutic modality is safe and efficacious with good follow-up results.

Key-words: patent ductus arteriosus, interventional cardiology, congenital heart diseases

Arq Bras Cardiol, volume 71 (nº 6), 769-780, 1998

A persistência do canal arterial, excluindo-se prematuros, corresponde a 5-10% das cardiopatias congênicas¹. Após o 1º ano de vida apresenta taxas anuais de 0,6% de fechamento espontâneo e de 0,5% de mortalidade². Além da sua importância clínica, o canal arterial adquiriu notável

valor histórico quando se tornou a primeira anomalia congênita a ser corrigida cirurgicamente por Gross e Hubbard, em 1938³ e a ser tratada através do cateterismo intervencionista por Porstman e col em 1967⁴. No final da década de 70, Rashkind introduziu um novo sistema de oclusão percutânea que se difundiu rapidamente pelo mundo, tornando-se um dos procedimentos intervencionistas com maior documentação científica existente dentro da Cardiologia Pediátrica⁵⁻⁹.

Os trabalhos pioneiros de Porstmann e Rashkind deixaram bases sólidas culminando com o advento de novas técnicas¹⁰⁻¹². Destas, a oclusão do canal através do implan-

Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia - São Paulo

Correspondência: Valmir F. Fontes - Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia - Av. Dr. Dante Pazzanese, 500 - 04012-180 - São Paulo, SP

Recebido para publicação em 24/6/98

Aceito em 14/10/98

te de molas ou *coils* de Gianturco é a mais simples e a menos onerosa, tendo se popularizado rapidamente¹³⁻¹⁶.

O objetivo deste trabalho é analisar a experiência global da nossa Instituição no fechamento percutâneo do canal arterial, empregando-se as técnicas de Rashkind, das molas ou *coils* de Gianturco (Cook Inc, USA) e do oclisor ductal (Duct Occlud, PFM, Germany).

Métodos

Desde dezembro/92, 83 pacientes foram submetidos a 85 tentativas de implante de *umbrellas* através da técnica de Rashkind (grupo 1 - G1), desde dezembro/94, 75 pacientes foram submetidos a 87 tentativas de implante de *coils* (grupo 2 - G2) e desde outubro/96, seis pacientes foram submetidos a seis tentativas de implante do oclisor ductal (grupo 3 - G3), perfazendo um total de 150 pacientes com diagnóstico clínico, ecocardiográfico e angiográfico de canal arterial persistente, submetidos a 178 procedimentos percutâneos. Os riscos e benefícios do procedimento foram esclarecidos aos pacientes ou responsáveis e obtido um consentimento por escrito. A idade variou de 11 meses a 57 (média 7,2±8,7; mediana 6,5) anos, sendo significativamente menor nos pacientes do G2 (5,4±4,3 anos para o G2 x 8,6±8,9 anos para o G1 x 16,6±21,6 anos para o G3 - p<0,05). O peso variou de 8 a 75 (média 24,6±15,5, mediana 20) kg. Eram do sexo feminino 102 (68%) pacientes. Todos os pacientes encontravam-se em classe funcional (CF) I (NYHA) e, em todos, observou-se sopro contínuo em região infraclavicular esquerda. Na radiografia de tórax, 120 (80%) pacientes apresentavam discreto aumento na área cardíaca e em 30 a área cardíaca foi normal. Todos apresentavam trama vascular aumentada. Ao eletrocardiograma (ECG) constatou-se sobrecarga ventricular esquerda em 120 (80%). O ecocardiograma bidimensional com doppler colorido confirmou o diagnóstico na totalidade dos casos. Dois pacientes eram portadores de estenose pulmonar valvar associada, sendo submetidos a valvoplastia pulmonar com sucesso no mesmo procedimento¹⁷, quatro eram portadores de comunicações ventriculares mínimas, dois de estenose subaórtica em membrana, um de duas comunicações interatriais fechadas, percutaneamente, no mesmo procedimento, através do implante de duas próteses de Amplatz^{18,19}, três de síndrome de Down, três de síndrome da rubéola congênita e um de síndrome de Allagille com insuficiência renal crônica, sendo submetido, periodicamente, à hemodiálise.

Após punção de artéria e veia femorais, todos os pacientes foram submetidos a cateterismo direito e esquerdo rotineiro. Uma aortografia na aorta descendente em nível do canal em projeção lateral esquerda foi realizada para caracterização angiográfica do canal arterial, segundo a classificação de Krishenko²⁰ (fig. 1), e para mensuração de seu menor diâmetro através do método digital com correção da magnificação. O diâmetro mínimo do canal arterial variou de 1,0 a 8,0mm (1,9 a 8,0mm no G1, 1,0 a 6,0mm no G2 e 1,3 a 3,8mm no G3) com média de 3,05±1,24mm (mediana 2,9mm), sendo significativamente menor no G2 e no G3 (3,68±1,16mm no G1 x

2,26±0,81mm no G2 x 2,50±0,97 no G3; p<0,01). O canal do tipo A foi o mais freqüente (95/150 - 63,3%), seguido do C (29/150 - 19,3%), do E (12/150 - 8,0%), do B (9/150 - 6,0%) e do D (5/150 - 3,3%), obedecendo a classificação de Krichenko e col²⁰, sendo o tipo A de morfologia cônica com o segmento mais estreito na inserção pulmonar; tipo B curto e em janelas; tipo C tubular sem constrictões; tipo D com múltiplas constrictões e o tipo E de forma bizarra.

Na técnica de Rashkind, a via venosa anterógrada foi utilizada rotineiramente para o implante^{5,9,21}. A *umbrella* dupla de Rashkind (USCI, Bard, USA) é constituída de dois discos de poliuretano montados sobre uma armação de aço inoxidável, com três hastes em cada disco para a *umbrella* nº 12 (de 12mm) e quatro hastes para a de nº 17 (17mm). A *umbrella* 12 foi utilizada para oclusão de canais menores que 4mm e a 17 para canais entre 4 e 8mm^{9,21}. O sistema de liberação é controlado através de um cateter, especialmente manufaturado para o implante. Bainhas de Mullins longas 8Fr são necessárias para o implante de *umbrellas* 12, e bainhas 11Fr para as *umbrellas* 17²¹. Em nosso material, *umbrella* 12 foi utilizada em 42 procedimentos e a 17 em 43. Em dois pacientes, as *umbrellas* foram implantadas para oclusão de *shunts* residuais após implante prévio de *umbrella*.

Os *coils* são espiras metálicas revestidas por cerdas de dácron que têm alta capacidade trombogênica. Estas espiras são encontradas comercialmente em diversas configurações, variando-se o diâmetro interno da haste metálica, o diâmetro externo da alça e o comprimento total da mola quando esticada²¹. Nesta série de pacientes, de acordo com a disponibilidade do dispositivo, a seleção de uma ou mais molas para oclusão do canal procurou obedecer a seguinte regra: era escolhido um dispositivo com diâmetro externo da alça com pelo menos o dobro do diâmetro interno mínimo do canal e com um comprimento suficiente para produzir a formação de pelo menos três alças^{14-16,21}. Todos os procedimentos foram realizados através da via arterial retrógrada clássica, de acordo com protocolos técnicos de implante já previamente descritos^{15,16,21}. Neste método, o sistema de liberação não é controlado. Variações da técnica padrão também foram empregadas: em um paciente foram implantados dois *coils* sequenciais no mesmo procedimento; em três casos implantamos duas molas simultaneamente (através da via arterial retrógrada por punção de duas artérias femorais)²²; em três pacientes o procedimento foi assistido com cateter balão *wedge pressure*^{23,24} e em outros dois implantamos duas molas simultâneas com a ajuda do balão²². O diâmetro externo das alças dos *coils*, mais freqüentemente utilizados, foram: 3: 3/87 - 3,5%; 4: 4/87 - 4,6%; 5: 58/87 - 66,6%; 8: 21/87 - 24,1%; e 10: 1/87 - 1,2%. Em 14 procedimentos foram utilizados *coils* com comprimentos suficientes para a formação de apenas duas alças. Em sete pacientes, os *coils* foram empregados para oclusão de *shunts* residuais, após implante prévio de *umbrellas* (um no mesmo procedimento). Em seis procedimentos os *coils* foram empregados para oclusão de *shunts* residuais, após implante prévio de *coils*, sendo que em três pacientes foi necessário a dilatação do canal com cateter de angioplastia coronária para possibilitar a passagem do cateter liberador²⁵.

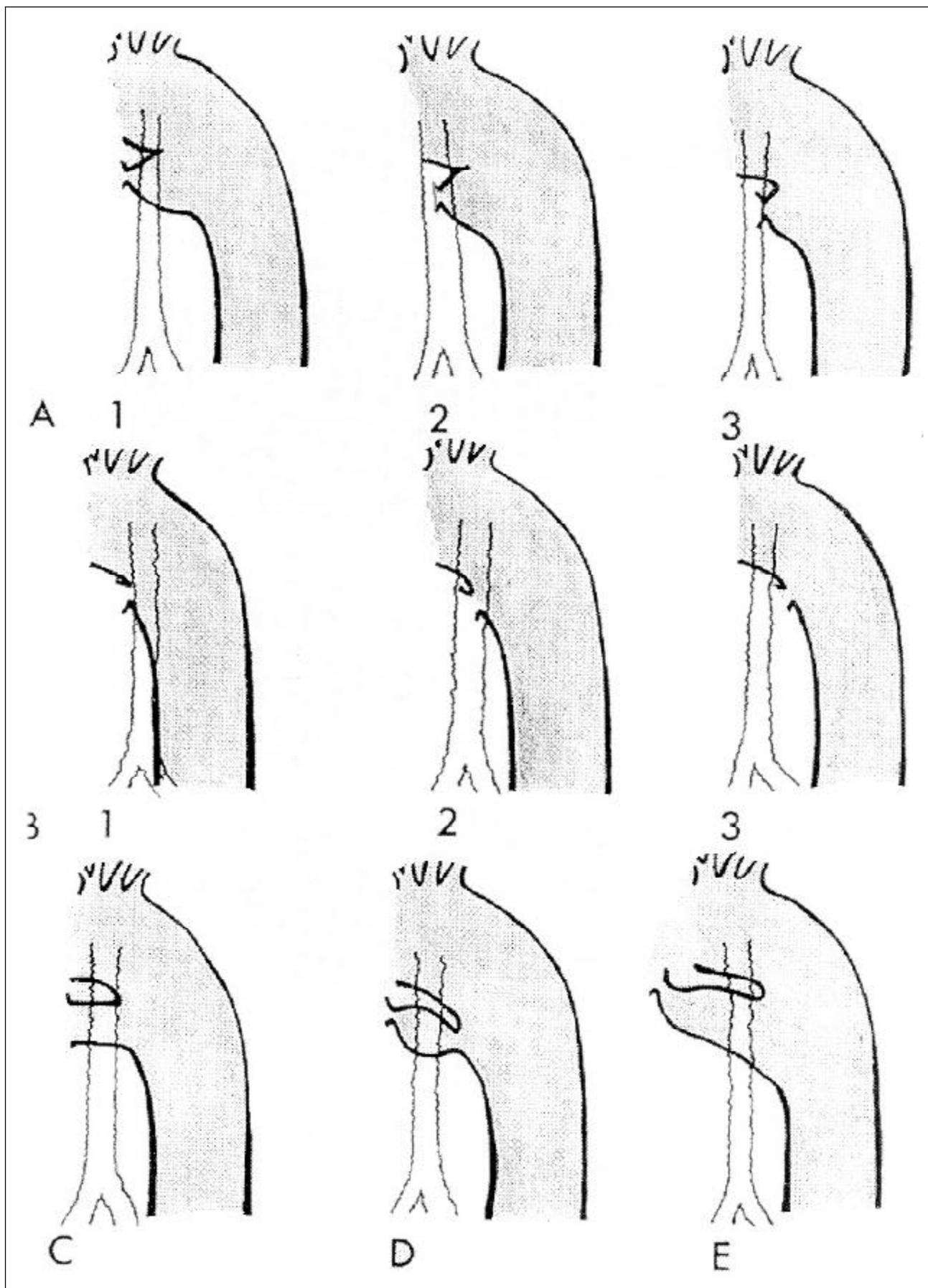


Fig. 1 - Classificação angiográfica dos tipos de canal arterial segundo Krishenko e col (adaptado²⁰).

Na técnica de oclusão com o ocluser ductal, o dispositivo constitui-se de uma mola metálica, sem cerdas de dácron, envolvendo a sua superfície que, uma vez implantado, assemelha-se a uma ampulheta, com a região central apresentando um diâmetro discretamente menor que as extremidades. Apresenta inúmeras configurações relativas ao diâmetro externo das alças proximais, mediais e distais e ao seu comprimento total esticado. O implante é realizado através da via venosa anterógrada, com cateteres de baixo perfil, possuindo um sistema de liberação controlado muito seguro²⁶. A escolha do dispositivo leva em conta não só o menor diâmetro do canal e seu formato anatômico, como também a sua extensão e o diâmetro da ampola ductal em nível da aorta.

Para todas as técnicas, a cefazolina foi empregada profilaticamente e a heparina não foi utilizada rotineiramente antes do procedimento. Uma anestesia geral balanceada (inalatória e venosa) foi utilizada nos pacientes menores de 10 anos, com intubação endotraqueal nos menores de três anos a critério da equipe anestésica. Nas crianças maiores, adolescentes e adultos procuramos realizar o procedimento sob sedação consciente.

Uma angiografia na aorta descendente em projeção lateral esquerda foi realizada cerca de 20min após o implante, a fim de se avaliar a presença de *shunt* residual imediato^{9,21}. De modo geral (excetuando-se dois casos), os portadores de *shunt* residual imediato não foram submetidos a novo procedimento de oclusão no mesmo tempo, sendo mantidos em acompanhamento. Uma avaliação clínica e ecocardiográfica foi realizada na manhã seguinte do procedimento. A ecodopplercardiografia com mapeamento de fluxo a cores deu ênfase à ausência ou à presença de *shunt* residual e sua magnitude^{27,28}. O *shunt* residual foi classificado em trivial se só sistólico, discreto se presente também na diástole e restrito à artéria pulmonar esquerda, moderado se acometesse parte do tronco da pulmonar, e grave se atingisse também a valva pulmonar²⁸. Medidas das velocidades de fluxo na artéria pulmonar esquerda e na aorta também foram sistematicamente realizadas²⁸. Mesmo nos casos de oclusão total imediata ou dentro das primeiras 24h, ainda foi recomendado, quando necessário, a profilaxia para endarterite infecciosa por cerca de mais três meses, até se completar o processo de endotelização da prótese⁵. Após um mês, os pacientes retornaram para nova avaliação clínica com realização de radiografia de tórax e ECG. Com três e seis meses de acompanhamento, além do exame clínico, foram realizados novos estudos ecocardiográficos e, a partir do 1º ano após o implante, as consultas clínicas foram realizadas anualmente, juntamente com a realização de radiografia de tórax, ECG e ecocardiograma⁹.

Se após cerca de um ano de seguimento houvesse persistência de *shunt* residual significativo (definidos pela presença de sopro contínuo ou de *shunt* maior que trivial ao ecocardiograma), o paciente era encaminhado a novo cateterismo para avaliação da possibilidade de novo implante²⁹. As técnicas para os procedimentos adicionais de reoclusão não diferiram substancialmente das utilizadas para a aborda-

gem do canal nativo^{25,30-35}. Com a possibilidade de dilatação dos *shunts* residuais diminutos²⁵, passamos a encaminhar todos os portadores de *shunt* residual tardio para uma tentativa de oclusão total após o 1º ano de seguimento.

Os valores são expressos em média \pm o desvio padrão. O teste T de Student e o χ^2 foram empregados dependendo da indicação. A regressão logística foi aplicada para avaliação de preditores. Um valor de $p \leq 0,05$ foi considerado como estatisticamente significativo.

Resultados

Técnica de Rashkind - De 85 tentativas, o dispositivo foi adequadamente implantado em 83 procedimentos (97,6% de sucesso) (fig. 2). No 1º paciente da casuística, houve embolização da *umbrella* para a artéria pulmonar esquerda. Em um outro paciente com canal de diâmetro mínimo de 3,6mm e do tipo C, uma *umbrella* 12 não ancorou devidamente no canal e o procedimento foi abortado, sem intercorrências. Os dois procedimentos realizados para oclusão de *shunts* residuais, após implante prévio de *umbrella*, foram bem sucedidos, com interrupção do fluxo ainda no laboratório de hemodinâmica (fig. 3).

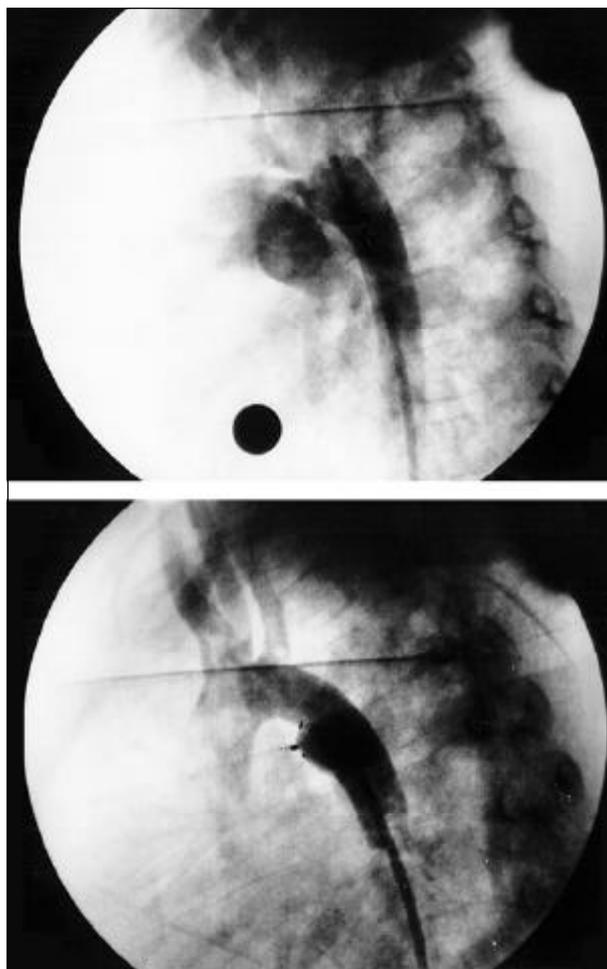


Fig. 2 - Canal arterial de 3,4mm de diâmetro interno mínimo, do tipo A, ocluído com uma *umbrella* 12 (USCI, Bard, USA), sem *shunt* residual.

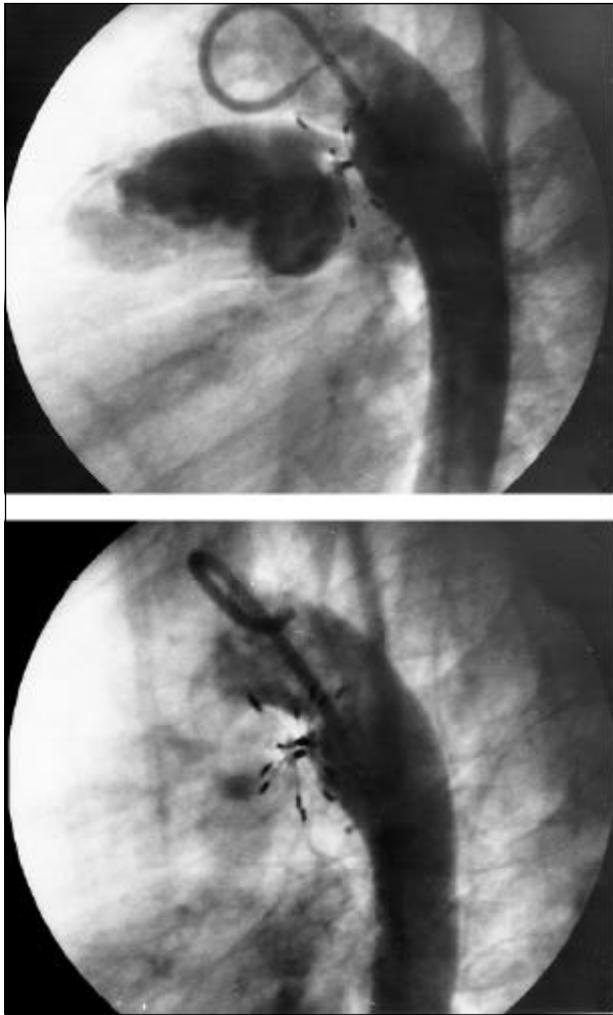


Figura 3 - *Shunt* residual tardio após implante de *umbrella* 17, ocluído com um novo implante de *umbrella* 17 com sucesso e interrupção imediata do fluxo através do canal.

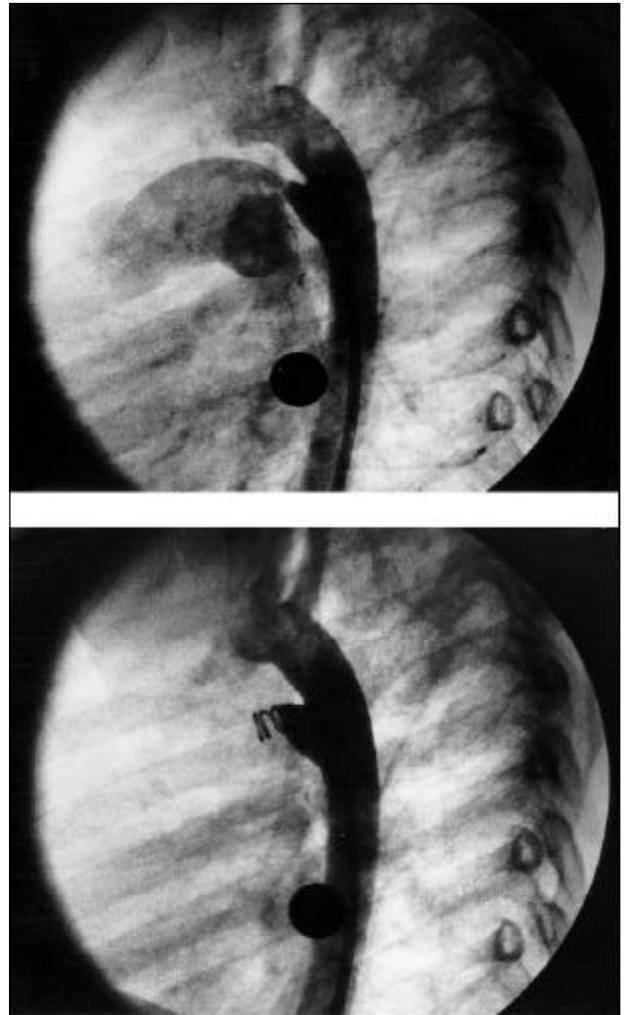


Figura 4 - Canal arterial do tipo A, de 2,3mm de diâmetro, ocluído com *coil* 38-5-8 (Cook, USA), sem *shunt* residual imediato.

Técnica de *coils* - De 87 tentativas, as molas foram adequadamente implantadas em 72 procedimentos (82,7% de sucesso) (fig. 4). Em três (3,4%) pacientes, o posicionamento das molas dentro do canal não foi considerado satisfatório e, portanto, foram imediatamente resgatadas através de cateteres laço. Desses três pacientes, em um foi implantado *umbrella* 12 no mesmo procedimento com sucesso; um foi submetido a novo implante de *coil* com sucesso em um procedimento posterior e o 3º foi encaminhado para cirurgia devido a hemólise secundária a implante de *coil* sobre *umbrella* prévia. Em 12 (13,8%) pacientes houve embolização para artérias pulmonares. O diâmetro interno mínimo do canal arterial foi significativamente maior nos casos de insucesso: $2,93 \pm 1,18 \text{ mm}$ x $2,06 \pm 0,56 \text{ mm}$ ($p < 0,03$). A utilização de um *coil* relativamente curto (35-5-8; suficiente para a formação de apenas duas alças) também esteve relacionado com insucesso (*coil* curto: nove insucessos em 15 (60%) vezes em que foram utilizados x *coils* longos: seis insucessos em 61 (9,8%) vezes em que foram utilizados - $p < 0,001$). Além disto, dois casos de embolização ocorreram em canais do tipo C (tubular) e um outro em um canal do tipo

B (em janela). Dos 15 episódios de insucesso, em 10 encontramos um ou mais fator de risco predisponente para tal (diâmetro maior que 2,5mm, canal tubular ou em janela ou utilização de um *coil* relativamente curto). Controlando diversas variáveis (idade, peso, sexo, diâmetro e tipo do canal e o uso do *coil* de duas alças) através da regressão logística, apenas o diâmetro do canal apareceu como preditor de insucesso no implante ($p < 0,02$). Dos 12 pacientes em que os *coils* foram utilizados para oclusão de *shunts* residuais tardios após implante prévio de *umbrella* ou de *coil*, um evoluiu com hemólise e nos outros 11 os procedimentos foram bem sucedidos, com interrupção imediata do fluxo em 8 e tardia em 1 (fig. 5 e 6). Dois pacientes necessitaram de mais um procedimento adicional para oclusão total (totalizando três procedimentos percutâneos cada).

Técnica de ocluidor ductal - Das seis tentativas de implante, os dispositivos foram adequadamente implantados em quatro (66,6%) ocasiões (fig. 7). Nas duas ocasiões em que houve insucesso, as configurações do dispositivo não estavam adequadas para o tipo de canal abordado. As molas foram retiradas facilmente antes de sua liberação final e

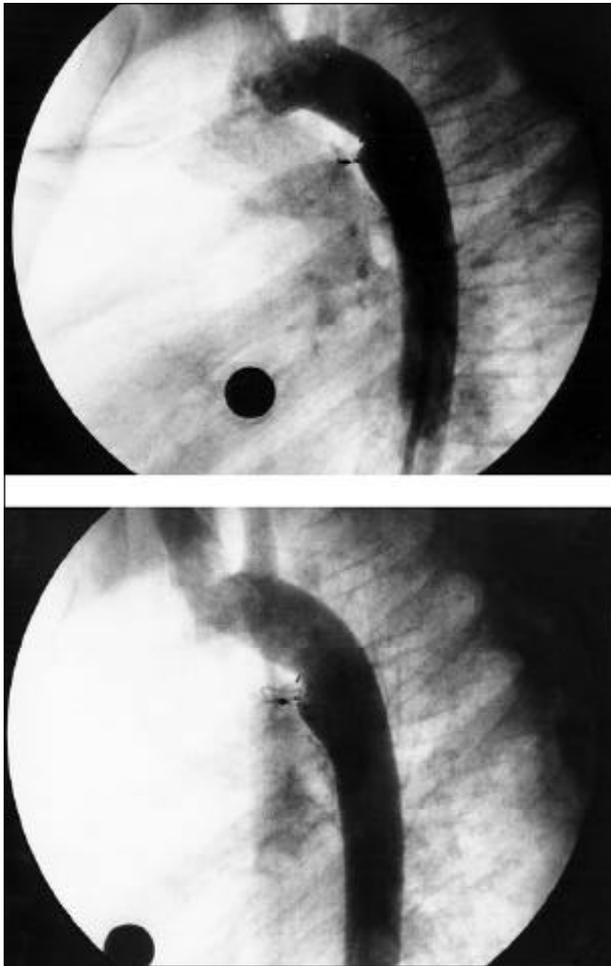


Fig. 5 - *Shunt* residual tardio após implante de *umbrella* 17, ocluído com implante adicional de *coil* (35-5-5) por sobre a *umbrella*.

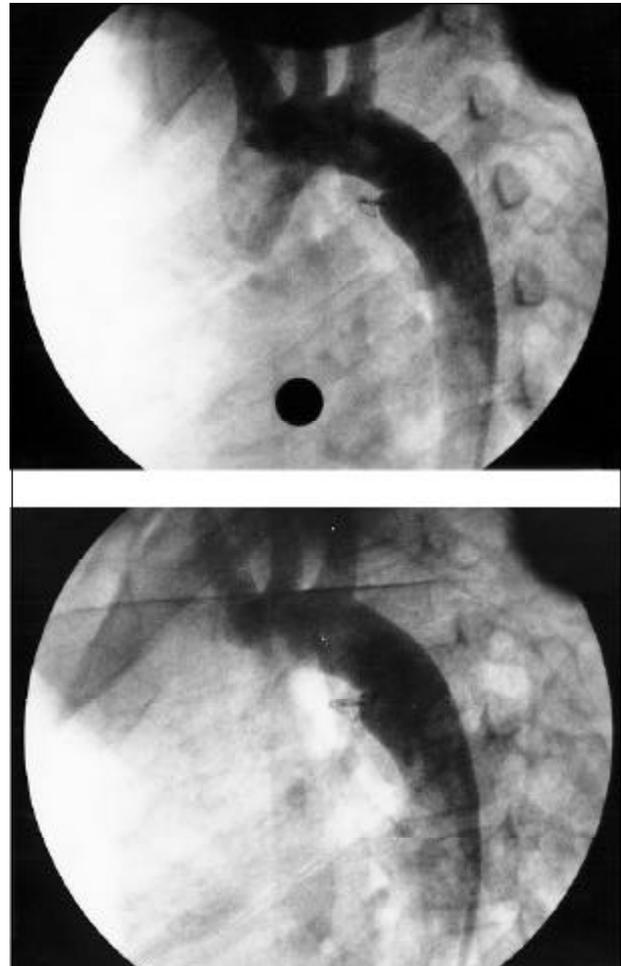


Fig. 6 - *Shunt* residual tardio mínimo (jato de alta velocidade na porção superior do dispositivo) após implante de *coil* 35-5-5, ocluído com um novo implante de *coil* 35-5-5, com sucesso. Neste caso houve a necessidade de dilatação do orifício de *shunt* com cateter balão de angioplastia coronária para permitir a progressão do cateter liberador.

os procedimentos foram abortados sem complicações. Estes dois pacientes foram submetidos a implante de *umbrellas* em outras ocasiões com sucesso.

Complicações - No 1º paciente da casuística de *umbrellas* houve embolização do dispositivo (*umbrella* nº 17) para a artéria pulmonar esquerda, sendo necessária sua retirada cirúrgica. O canal do tipo tubular (C) medindo 8mm foi seccionado e suturado⁹. No grupo de *coils*, a taxa de embolização de 13,8% aparentemente esteve relacionada a uma má seleção de pacientes. Todos os 12 pacientes que sofreram episódios de embolização foram submetidos a angiografia pulmonar seletiva imediata, e em nenhum constatou-se interrupções de fluxo em ramos de maior calibre da artéria pulmonar. Em seis pacientes os *coils* foram resgatados ainda no laboratório de hemodinâmica. Desses seis pacientes, três foram submetidos a implante de *umbrella*, dois sofreram novos implantes de *coils* (um ainda no mesmo procedimento) e em um perdeu-se o seguimento. Quatro pacientes permaneceram com um *coil* na circulação pulmonar, um permaneceu com dois *coils* e outro com três *coils*. Desses seis pacientes, quatro foram encaminhados para tratamento ci-

rúrgico do canal, sendo que em um, após breve período de circulação extracorpórea, resgatou-se um dos dois *coils* embolizados, em outro a tentativa de resgate não teve sucesso e nos outros dois optou-se apenas pela secção e sutura do canal. Os dois pacientes restantes submeteram-se a implante de *umbrella* com sucesso. Desses seis pacientes que permaneceram com *coils* na circulação pulmonar, quatro foram submetidos a mapeamento pulmonar com radioisótopos duas semanas, três, seis e 12 meses após a embolização: em dois a perfusão pulmonar foi considerada normal e, em um, foi notado um infarto pulmonar laminar mínimo em um segmento anterior do lobo inferior direito. No paciente em que três *coils* não puderam ser resgatados (localizados em regiões diferentes do pulmão), o mapeamento revelou uma área de infarto discreto a moderado em lobo inferior do pulmão esquerdo relativo ao local de um dos *coils* (35-5-8). Nas áreas relativas ao posicionamento dos outros dois *coils*, a perfusão foi considerada normal.

Cinco (3,4%) pacientes do G2 evoluíram com perda de pulso distal após o procedimento, necessitando de estrep-toquinase na sala recuperação pós-cateterismo para reaber-

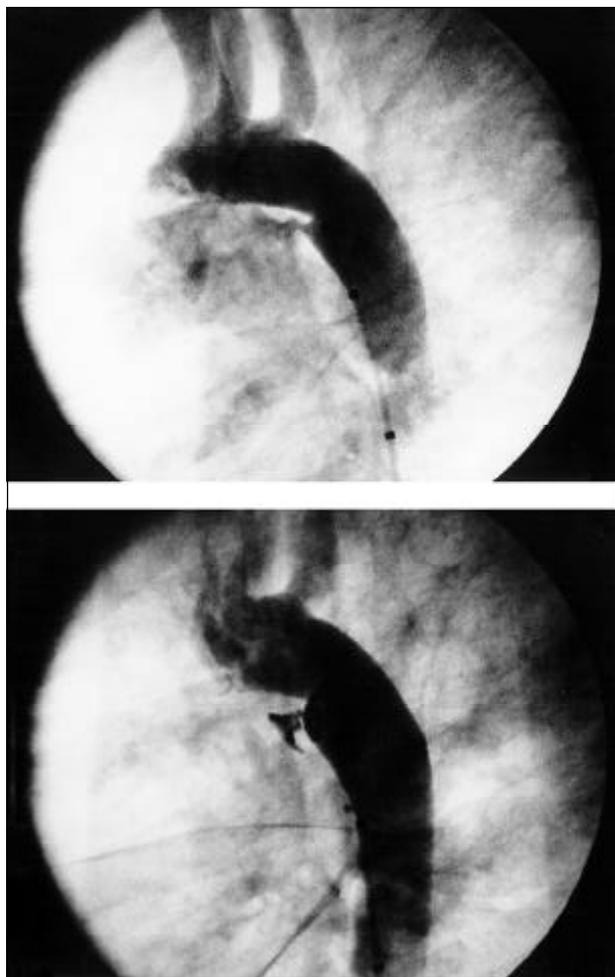


Fig. 7 - Canal arterial de 1,8mm, do tipo A, ocluído com oclusor ductal (Duct Occlud, PFM, Germany), com sucesso, sem *shunt* residual imediato.

tura da artéria, com sucesso imediato em três. Um outro paciente apresentou retorno espontâneo da amplitude do pulso no seguimento. Em um paciente, um *coil* que foi resgatado após embolização ficou preso na veia femoral, sendo necessária sua retirada cirúrgica e reparo da veia ainda no laboratório de cateterismo.

Sete (4,8%) pacientes necessitaram de transfusão após o procedimento. Um (0,7%) paciente evoluiu com sinais clínicos e laboratoriais sugestivos de hemólise intravascular detectados um mês após implante de *coil* (35-5-10) sobre *umbrella* prévia. Como o quadro persistiu mesmo após terapêutica transfusional, o paciente foi encaminhado para uma tentativa de implante de um novo *coil* (35-5-8). Devido a posicionamento inadequado, este 2º *coil* foi resgatado e o paciente, encaminhado a cirurgia, onde ambos os dispositivos foram retirados sem a necessidade de circulação extracorpórea, o canal foi seccionado e suturado e a hemólise controlada³⁶.

Não tivemos mortalidade e não observamos nenhum caso sugestivo de endarterite no seguimento imediato e tardio. Foi concedida alta hospitalar na tarde do mesmo dia ou na manhã seguinte do procedimento a 136 (90,6%) pacientes.

Shunt residual imediato - Excetuando os pacientes que não tiveram sucesso no implante e que foram encaminhados à cirurgia (n=5) ou que perderam o seguimento (n=2) e, considerando apenas os procedimentos realizados para a oclusão do canal nativo (sem a existência prévia de dispositivos) e com próteses adequadamente implantadas, a prevalência de *shunt* residual imediato 20min após o implante foi de 61,7% (50/81) para o G1, 40,4% (23/57) para o G2, 25,0% (1/4) para o G3 e de 52,1% no total. As taxas de *shunt* residual imediato e tardio relativas aos diferentes subgrupos encontram-se nos gráficos 1 e 2. As variáveis peso, idade, sexo, diâmetro interno e tipo anatômico do canal, e dimensões do dispositivo foram submetidas a análise uni e multivariável através da regressão logística em cada grupo, não se identificando preditores de *shunt* residual imediato.

Seguimento, *shunt* residual tardio e procedimentos de reoclusão - G1: em um paciente do G1 com *shunt* residual imediato, foi implantado um *coil* no mesmo procedimento com sucesso e com abolição imediata do *shunt*. Quatro casos com *shunt* residual imediato perderam o seguimento clínico. Dos 76 pacientes restantes, 32 apresentaram resolu-

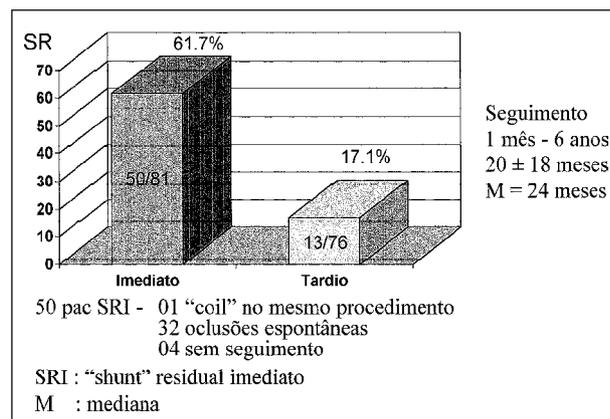


Gráfico 1 - Fechamento espontâneo de *shunt* residual imediato no grupo 1. Seguimento: 1 mês - 6 anos; 20±18 meses; M- 24 meses; 50 pacientes SRI- 1 *coil* no mesmo procedimento; 32 oclusões espontâneas; 4 sem seguimento; SRI- *shunt* residual imediato; M- mediana.

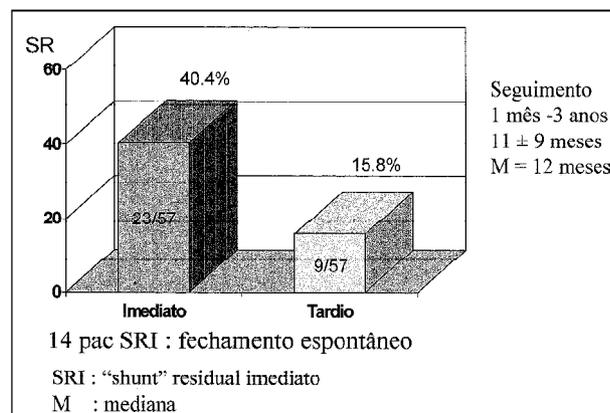


Gráfico 2 - Fechamento espontâneo de *shunt* residual imediato no grupo 2. Seguimento: 1 mês - 3 anos; 11±9 meses; M- 12 meses; 14 pacientes SRI- fechamento espontâneo; SRI- *shunt* residual imediato; M- mediana.

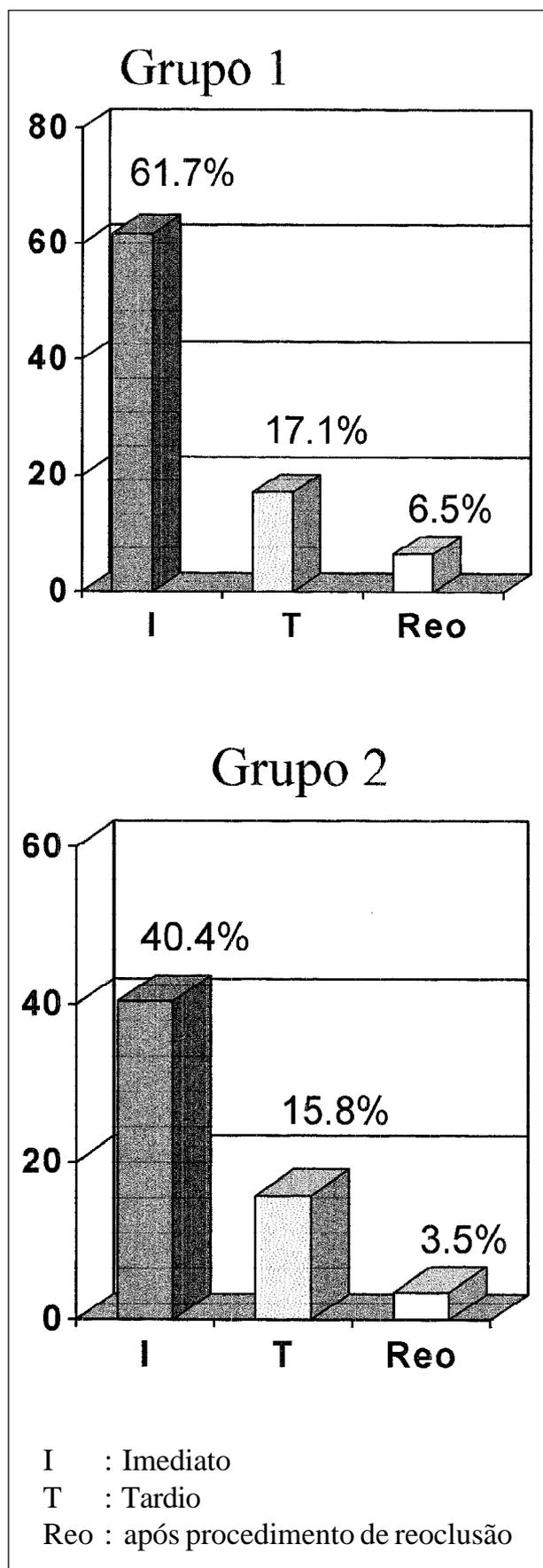


Gráfico 3 - Shunt residual tardio após procedimento de reoclusão. I- imediato; T- tardio; Reo- após procedimento de reoclusão.

ção espontânea do *shunt* residual durante o acompanhamento, confirmada pela ecocardiografia com mapeamento de fluxo a cores. Em dois pacientes documentou-se a oclusão espontânea do *shunt* residual após o 1º ano de seguimento, em outro, entre seis meses e dois anos e, no restante dos pacientes, este fenômeno ocorreu dentro do 1º ano de acompanhamento. Portanto, 13 (17,1%) de 76 pacientes apresentavam *shunt* residual na última consulta (tempo de seguimento um mês a seis anos; média de 20 ± 18 meses; mediana 24 meses) (gráfico 1). Nove desses 13 pacientes foram submetidos a tentativas de reoclusão tardia dos *shunts* residuais. Em um paciente, o procedimento não teve sucesso porque o orifício de *shunt* era tão pequeno que impedia até a passagem de um fio guia *steerable* para coronária. Em dois casos, as *umbrellas* foram utilizadas com abolição imediata do *shunt*. Em seis pacientes os *coils* foram utilizados com interrupção imediata do *shunt* em quatro. Um evoluiu com hemólise e outro necessitou de mais um novo implante de *coil* (totalizando três procedimentos). Portanto, computando os resultados dos procedimentos adicionais de reoclusão, a taxa de *shunt* residual tardio no G1 decresceu para 6,5% (5/76), sendo que quatro pacientes ainda apresentam um seguimento inferior a três meses (gráfico 3).

G2 - Neste grupo, em um paciente com *shunt* imediato, foi implantado mais um *coil* de forma seqüencial, no mesmo procedimento, com abolição imediata do *shunt*. Quatorze pacientes apresentaram resolução espontânea do *shunt* residual dentro do 1º ano de seguimento. Nenhum paciente foi perdido no acompanhamento. Portanto, dos 57 pacientes, 9 (15,8%) apresentavam *shunt* residual no último seguimento detectados através do ecocardiograma (tempo de seguimento: um mês a três anos; média de 11 ± 9 meses; mediana de 12 meses) (gráfico 2). Desses nove pacientes, oito foram submetidos a procedimentos adicionais de implante de *coils* na tentativa de ocluir completamente o canal. Em dois pacientes o procedimento de reoclusão não teve sucesso devido ao mínimo orifício de *shunt*. De forma curiosa, em um destes pacientes houve fechamento espontâneo do *shunt* um ano e meio após a tentativa de reoclusão. Nos outros seis pacientes, os procedimentos tiveram sucesso, com interrupção imediata do *shunt* em quatro e tardia em um. Um paciente necessitou de mais um novo implante de *coil* para oclusão completa do canal (totalizando três procedimentos). O outro paciente com *shunt* residual tardio deverá retornar para consulta de rotina em breve (de dois anos). Portanto, computando os resultados dos procedimentos adicionais de reoclusão, a taxa de *shunt* residual tardio no G2 decresceu para 3,5% (2/57) (gráfico 3).

G3 - Todos os quatro pacientes foram acompanhados e um apresentou resolução espontânea do *shunt* dentro do 1º ano de seguimento, caracterizando uma taxa de *shunt* residual tardio de 0%.

As variáveis peso, idade, sexo, diâmetro interno, tipo anatômico do canal, e tamanho do dispositivo foram submetidas a análise uni e multivariável através de regressão logística, não se identificando preditores de *shunt* residual tardio. As taxas de oclusão imediata e tardia, incluindo os

procedimentos de reoclusão, relativas aos diferentes subgrupos se encontram nos gráficos 1 e 2. Para finalizar, computando os resultados finais relativos aos três grupos, dos 137 pacientes com dispositivos adequadamente implantados e efetivamente seguidos, houve oclusão total do canal com um ou mais procedimentos em 130, perfazendo uma taxa final de oclusão de 94,9%. Não se observaram fenômenos de recanalização tardia do canal.

Seguimento e alterações de fluxo na artéria pulmonar e na aorta - Um paciente de 17 anos, submetido a implante de *umbrella* 17, evoluiu apresentando de forma persistente uma velocidade, estimada através do Doppler pulsado, de cerca de 3,0m/s (gradiente sistólico estimado em 36mmHg) na artéria pulmonar esquerda. Em outro paciente de 18 meses (9kg), submetido a implante de *coil* 35-8-5, detectou-se uma velocidade de 2,5m/s na aorta descendente em nível do canal no retorno de três meses após o implante (gradiente estimado de 25mmHg).

Dos 150 pacientes submetidos as três técnicas descritas para fechamento percutâneo do canal arterial, o objetivo final (oclusão total) foi obtido em 130 (86,7%). Sete (4,7%) pacientes permaneceram com *shunt* residual no seguimento, apesar do pouco tempo de acompanhamento em quatro. Quatro (2,7%) pacientes com *shunt* residual imediato não foram acompanhados, existindo ainda a possibilidade de fechamento espontâneo tardio. Seis (4,0%) pacientes foram encaminhados para tratamento cirúrgico (um devido a hemólise), sendo que em quatro pacientes em que houve embolização de *coils*, ainda havia a possibilidade de oclusão com *umbrellas*, não disponíveis no momento da intercorrência. Os dois (1,3%) pacientes que tiveram insucesso inicial no implante seriam candidatas a novos implantes se não tivessem perdido o acompanhamento.

Discussão

O tratamento do canal arterial está indicado em qualquer idade quando acarreta repercussão hemodinâmica de difícil controle clínico, ou é realizado de forma eletiva com o objetivo de prevenir a instalação de endarterite infecciosa^{1,12,29}. Portanto, o canal arterial detectado clinicamente, através da presença de sopro contínuo em região infraclavicular esquerda e confirmado por estudos ecocardiográficos, tem indicação formal de tratamento, seja ele cirúrgico ou percutâneo^{12,29}. Canais diagnosticados acidentalmente através da ecocardiografia, sem achados auscultatórios, são definidos como “canais silenciosos”³⁷. Estima-se que estejam presentes em cerca de 0,5% de pacientes assintomáticos, sem suspeita de cardiopatia e são submetidos a exame ecocardiográfico por motivos não cardíacos. O tratamento deste subgrupo de pacientes permanece controverso^{12,25,29}. A incidência de endarterite infecciosa em um “canal silencioso” é excepcional³⁸. A maioria dos autores^{12,39,40} não recomenda o tratamento rotineiro destes pacientes. No entanto parece-nos prudente recomendar a profilaxia para endarterite infecciosa sempre que necessário²⁹. As contra-indicações de tratamento do canal arterial correspondem a

doença vascular pulmonar oclusiva, já instalada, e a presença de cardiopatia congênita cianogênica canal dependente¹².

Por possuir um sistema de liberação controlado, o índice de sucesso no implante de *umbrellas* é alto (97,6%) e a ocorrência de embolização incomum⁵⁻⁹. Analisando-se, retrospectivamente, nossos casos de insucesso, o 1º paciente deveria ser submetido a tratamento cirúrgico devido ao grande diâmetro do canal. No 2º paciente, como o canal possuía diâmetro próximo a 4mm e uma morfologia tubular, uma *umbrella* 17 e não a 12 é que deveria ter sido utilizada. Nosso índice de *shunt* residual imediato é semelhante à casuística mundial e não teve relação com nenhum fator preditivo⁵⁻⁹.

Desde o relato inicial de Cambier e col¹³, vários autores descreveram suas experiências com o fechamento percutâneo do canal arterial através do implante de molas de Gianturco com resultados variados¹⁴⁻¹⁶. Em um estudo multicêntrico, relatando os resultados imediatos de 535 procedimentos, o índice de sucesso no implante chegou a 95%⁴¹. Oclusão completa nas primeiras 24h foi obtida em 75% dos pacientes e oclusão parcial em 20%. Nossos índices encontram-se um pouco aquém desses devido à seleção inadequada de pacientes e de dispositivos em alguns casos (enganos inerentes a curva de aprendizado inicial). Um outro motivo é que, possivelmente, em alguns casos de insucesso, as medidas do canal não foram estimadas apropriadamente devido à natureza elástica do canal arterial²⁹. Esta característica dinâmica de sua estrutura é um fenômeno comum na prática intervencionista diária e que pode levar a escolhas inapropriadas de quaisquer dispositivos para seu fechamento. Neste mesmo estudo multicêntrico, foram identificados como fatores preditivos para uma maior incidência de *shunt* residual imediato, um diâmetro maior tanto do canal arterial quanto da espira. Estes fatores não foram identificados em nossa série, talvez devido ao tamanho da amostragem. Alguns autores adotam uma postura de tolerância zero a presença de *shunt* residual imediato, ou seja: implantam-se quantos *coils* forem necessários até a oclusão total imediata do canal^{14,42}.

Por não possuir um sistema de liberação controlada, a ocorrência de embolização é comum, com taxas variando entre 5 a 20%, sendo mais freqüente durante a curva de aprendizado^{12,22,29,31,41}. Um diâmetro maior do canal e canais arteriais do tipo B e C são considerados como preditores de insucesso no implante⁴¹. Na nossa experiência, estes fatores também foram identificados. Nossos casos de insucesso estiveram relacionados a um diâmetro maior do canal arterial, dois episódios de embolização ocorridos em canais do tipo C (tubular) e outro em um do tipo B (em janela), de anatomias desfavoráveis para o necessário ancoramento do *coil*, devido à ausência de constrições⁴³. Um aspecto técnico que também teve influência negativa nos resultados desta experiência foi a utilização de molas relativamente curtas, permitindo a formação de apenas duas alças. Molas com comprimentos suficientes para a formação de no mínimo três alças (de preferência até de quatro a cinco alças) devem ser utilizadas de rotina¹². Em grande parte dos casos, os *coils* embolizados podem ser resgatados ainda na própria

sala de cateterismo¹⁴⁻¹⁶. Os que, por algum motivo, não são resgatados, geralmente acabam se localizando em pequenos ramos da árvore pulmonar, não trazendo maiores consequências clínicas⁴³. Os resultados da angiografia pulmonar realizada nos 12 pacientes, logo após a embolização, e os resultados do mapeamento pulmonar com radioisótopos, realizados no seguimento em quatro pacientes, sustentam, em parte, esta observação. Em nenhum caso houve interrupções de fluxo para ramos maiores da artéria pulmonar e dos pacientes submetidos a mapeamento, em dois notou-se perfusão pulmonar normal, em um havia mínima área de infarto e em outro com três *coils* embolizados para locais distintos da árvore pulmonar, observamos uma área de infarto relativa apenas a um *coil*. Este fenômeno talvez possa ser explicado pela orientação espacial que as molas assumem dentro dos vasos após sua liberação. Conforme estejam posicionadas, em relação ao fluxo sanguíneo, muitas vezes nem chegam a obstruir o vaso⁴⁴.

A fim de reduzir os episódios de embolização, alguns autores utilizam cateteres com um laço em sua extremidade para auxiliar no implante⁴⁵. Com isto, através de via venosa anterógrada, o laço segura e manipula o *coil* no lado pulmonar, antes de sua liberação final. Outros autores preconizam a via venosa anterógrada rotineiramente para o procedimento, abordando inclusive canais acima de 2,5-3,0mm, através do implante seqüencial de múltiplos *coils* com ótimos resultados^{14,42}. Com o intuito de diminuir a frequência de embolização, temos experimentado variações na técnica clássica de implante, como por exemplo a liberação simultânea de dois *coils* e o implante assistido com um cateter balão tipo *wedge pressure*^{22,24}. Uma casuística maior com estas variações é necessária para avaliar seu real impacto na minimização desta complicação. Os sistemas de liberação controlada de *coils* (Jackson *detachable coil* - Cook ou Duct Occlud - PFM), apesar de mais caros, praticamente extinguíram os episódios de embolização^{26,46}. Na nossa limitada experiência com o oclusor ductal (Duct Occlud) a segurança proporcionada pelo método pôde ser constatada. No entanto, tivemos impressão que a escolha da prótese ideal não é tão fácil como para as técnicas de *umbrella* ou *coil* de Gianturco e que o seu posicionamento adequado dentro do canal requer uma maior manipulação dos cateteres e do dispositivo comparado as outras técnicas, podendo estender o tempo de procedimento.

Outras complicações mais raras, como hemólise, obstrução da artéria pulmonar esquerda ou pseudo coarctação de aorta descritas em outras séries^{6-8,12,47-49}, também foram observadas em nossa casuística. O caso que evoluiu com hemólise após implante de *coil* por sobre uma *umbrella*, provavelmente foi relacionada a seleção inapropriada do dispositivo, permitindo uma protusão excessiva da parte distal da mola em direção à aorta³⁶. Em apenas um paciente detectamos uma real estenose na artéria pulmonar esquerda. Este paciente é um candidato a implante de *stent* para alívio desta lesão. Aumentos discretos da velocidade de fluxo na artéria pulmonar esquerda podem ser observados nas primeiras semanas após o implante com tendência

retornar ao normal durante o seguimento. Este declínio provavelmente decorre do processo de epiteliação progressiva dos dispositivos^{28,49}. Um paciente evoluiu com um aumento significativo da velocidade de fluxo na aorta e, apesar de se encontrar ainda no 3º mês de seguimento, com possibilidade de regressão desta velocidade, pelo mesmo motivo já citado, este fenômeno pode estar relacionado com a escolha de um *coil* mais longo (com cinco alças) para uma criança relativamente pequena (9kg)⁴².

A prevalência global de *shunt* residual imediato nos nossos pacientes foi de 52,1% (74/142). Durante o seguimento, esta taxa declinou de forma espontânea e significativa para 15,9% (22/138). Uma endotelização progressiva da superfície dos dispositivos e eventuais mudanças em suas geometrias no interior do canal são hipóteses para explicar tal fenômeno⁶. A literatura refere um maior diâmetro do canal como preditor de *shunt* residual tardio^{6,7,50}, o que não foi observado em nossa casuística.

Como ficou constatado em nossa série, *shunts* residuais tardios podem ser tratados com sucesso através de novos implantes³⁰⁻³⁵. Abordagem que permitiu uma redução significativa na taxa de *shunt* residual final para 5,2% (130/137). Do ponto de vista técnico, às vezes é necessário dilatar o canal com um cateter de angioplastia coronária a fim de possibilitar a passagem do cateter liberador²⁵, evidenciado em três casos. O momento ideal para se indicar o procedimento de reoclusão é assunto discutível na literatura, sendo definido arbitrariamente. Mesmo reconhecendo que o fechamento espontâneo pode levar mais de um ano⁶ (observado em três pacientes do G1), temos nos posicionado da seguinte forma: já que na maioria absoluta dos casos, o fenômeno de fechamento espontâneo dos *shunts* residuais ocorre durante o 1º ano de seguimento se, aproximadamente, após um ano de evolução ainda não houver oclusão total do canal, encaminhamos o paciente para um 2º procedimento, independente dos achados clínicos ou ecocardiográficos²⁵. Os pacientes que permanecem sem sopros e com *shunts* triviais ao ecocardiograma também podem ser considerados como portadores de “canal silencioso”⁴⁰. Os três pacientes em que os procedimentos de reoclusão não tiveram sucesso devido ao mínimo orifício de *shunt*, poderiam ser avaliados também sob esse prisma. Interessante foi notar como um desses pacientes apresentou fenômeno de oclusão espontânea tardia do canal. E aqui cabe um comentário, traçando um paralelo em relação ao que já foi dito sobre esse subgrupo de pacientes: como no momento não há conhecimento suficiente para definir se a presença de um material estranho intravascular pode ou não alterar a história natural, aparentemente benigna, desta entidade, recomenda-se que esses pacientes com *shunt* residual mínimo e “silencioso” continuem a receber profilaxia antimicrobiana para endarterite infecciosa, quando necessária²⁹. Apesar de estarem fora de risco para desenvolvimento de doença vascular pulmonar, esses pacientes constituem-se em uma limitação dos métodos de fechamento percutâneo⁶. A possibilidade de encaminhá-los para tratamento cirúrgico deve ser individualizada.

As vantagens deste tipo de abordagem são óbvias. O fechamento percutâneo do canal arterial proporciona um curto período de internação (24h), podendo até ser realizado em caráter ambulatorial⁵¹; elimina a ocorrência de dor e desconforto geral relacionados à toracotomia; não implica em uma cicatriz cirúrgica anti-estética e por fim, minimiza consideravelmente o forte impacto negativo que qualquer procedimento terapêutico invasivo causa sobre o binômio psicofetivo e social do paciente⁹. A técnica de *coils* emprega um material (dispositivo, introdutor, cateteres e fio guia) de uso rotineiro no laboratório de hemodinâmica, possibilitando uma redução considerável no custo do procedimento²¹. Além disto, a técnica é simples e de fácil aprendizado. Os introdutores utilizados são de baixo perfil (3F a 6F), o que permite sua utilização em pequenos lactentes. Pequenos canais arteriais podem ser ocluídos sem dificuldades técnicas, não sendo necessárias adaptações técnicas⁵². O método de Rashkind, apesar de oferecer maior segurança ao procedimento, tem custos um pouco mais elevados, às vezes comparáveis aos do tratamento cirúrgico⁵³. Ao nosso ver, acreditamos que em países em desenvolvimento, com poucos centros especializados no tratamento de cardiopatias congênitas, o fechamento percutâneo também tem o mérito de possibilitar um alívio na sobrecarga operatória desses centros⁷, reservando a abordagem cirúrgica para o tratamento de cardiopatias congênitas mais complexas⁹.

Qualquer técnica designada para o fechamento percutâneo do canal arterial leva em conta a idade e o peso do paciente, o diâmetro mínimo do canal arterial e seus aspectos anatômicos baseados na classificação de Krishenko²⁰. As técnicas aqui apresentadas apresentam algumas limitações. No método de Rashkind, por exemplo, um peso inferior a 6kg impede a utilização dos introdutores necessários para o implante (8Fr ou 11 Fr)⁵⁻⁹. Pacientes nesta faixa de peso também são de risco para desenvolvimento de estenose da artéria pulmonar esquerda⁵⁴. Canais maiores que 8mm são considerados de grande risco para embolização e, portanto, devem ser tratados cirurgicamente²⁹.

Em geral são candidatos a oclusão com *coils* de Gianturco através da técnica convencional (implante de único *coil* pela via arterial retrógrada), portadores de canais de até 2,5-3,0mm de diâmetro interno mínimo, de forma cônica (tipo A), com múltiplas constrições (tipo D) ou de configuração aberrante (tipo E) (ou seja, aqueles que têm uma ampola aórtica bem definida e/ou constrições no trajeto para ancorar bem o *coil*)^{29,43}. Acima desse diâmetro e em canais do tipo B e C, o risco de insucesso é grande. Os *coils* também constituem-se em ótima alternativa para a oclusão de *shunts* residuais tardios após implante prévio de outras próteses^{25,30-35}. Nestas situações, o risco de embolização fica minimizado pela presença do outro dispositivo no canal^{25,33}.

Pelos motivos já expostos, neonatos e lactentes sintomáticos, portadores de canais calibrosos (felizmente infreqüentes) não são candidatos ao fechamento percutâneo através das técnicas aqui descritas. O advento de novas próteses, como por exemplo, a Amplatzer (AGA Medi-

cal Corporation, USA) permitiu a extensão do procedimento para pequenos lactentes por requererem bainhas de baixo perfil, por possuírem dimensões compactas e se adaptarem a qualquer tipo anatômico de canal. Este dispositivo proporciona taxas de oclusão de 100% em um seguimento de três meses (Dr. Ziyad Hijazi - comunicação pessoal), estando ainda em fase inicial de estudos clínicos (quase 100 casos).

Mesmo tendo um caráter pouco invasivo, o fechamento percutâneo do canal arterial não é 100% eficaz, deixando um pequeno grupo com *shunts* residuais mínimos, sem repercussão clínica e com risco ainda desconhecido para endarterite (provavelmente muito baixo)⁶. É importante notar que a experiência aqui relatada possui uma natureza dinâmica devido a curva de aprendizado e a possibilidade dos *shunts* residuais ainda poderem apresentar fechamento espontâneo ou serem ocluídos através de novos procedimentos. Assim sendo, consideramos que o fechamento percutâneo do canal arterial através das técnicas aqui descritas apresenta resultados finais extremamente satisfatórios, podendo ser encarado como uma alternativa terapêutica inicial segura e eficaz para pacientes selecionados com canal arterial. Muito provavelmente, o desenvolvimento tecnológico permitirá a abordagem percutânea de qualquer tipo de canal em praticamente todas as faixas etárias (o neonato continuará sendo um desafio), aumentando a simplicidade técnica, segurança e eficácia do método com otimização da relação custo/benefício.

Agradecimentos

À Srta Angela Paes pela análise estatística.

Adendo

Após o término da configuração deste manuscrito, mais cinco procedimentos de implante de *coil* foram realizados para oclusão do canal arterial. Um dos pacientes com *shunt* residual tardio do grupo de *coil* retornou após dois anos de acompanhamento, apresentando *shunt* trivial ao ecocardiograma, sendo submetido a novo implante de *coil* com oclusão total imediata. Um outro paciente com implante prévio de *coil* apresentou fenômeno de recanalização após dois anos de seguimento e foi submetido a novo implante de *coil*, com abolição imediata do *shunt*, que era trivial ao ecocardiograma. Em ambos os casos, devido à natureza diminuta do orifício de *shunt*, foi necessária a dilatação prévia do canal com cateter balão para angioplastia coronária para permitir a passagem do cateter liberador. Mais três pacientes com canais nativos entre 2,0 e 2,8mm foram submetidos a implantes de *coil* (um com implante simultâneo de dois *coils*) com oclusão imediata em dois, confirmados pela ecocardiografia. Dados que corroboram com os resultados já apresentados, reduzindo ainda um pouco mais a taxa de *shunt* residual tardio no grupo 2 para 3,3% (com um paciente com tempo de seguimento inferior a um mês).

Referências

1. Brook MM, Heymam MA - Patent ductus arteriosus. In: Emmanouilides GC, Riemenschneider TA, Allen HD, Gutgesell HP. eds) - Heart Disease in Infants, Children and Adolescents. Including the Fetus and Young Adult. 5th ed. Baltimore: William & Wilkins, 1995; 746-64.
2. Campbell M - Natural history of persistent ductus arteriosus. *Br Heart J* 1968; 30: 4-13.
3. Gross RE, Hubbard JP - Surgical ligation of a patent ductus arteriosus. Report of the first successful case. *JAMA* 1939; 112: 729-33.
4. Portsmann W, Wierny L, Warnke H, Gerstbrger G, Romanuik PA - Catheter closure of patent ductus arteriosus. 62 cases treated without thoracotomy. *Radiol Clin North Am* 1971; 9: 201-13.
5. 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: 583-592.
6. Hosking MCK, Benson LN, Musewe N, Dick ID, Freedom RM - Transcatheter occlusion of persistently patent ductus arteriosus. Forty month follow-up and prevalence of residual shunting. *Circulation* 1991; 84: 2313-17.
7. Ali Khan MA, Yousef AL, Mullins CE, Sawyer W - Experience with 205 procedures of transcatheter closure of ductus arteriosus in 182 patients, with special reference to residual shunts and long-term follow-up. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992; 104: 1721-27.
8. Tynan M - Report of the European Registry. Transcatheter occlusion of persistent arterial duct. *Lancet* 1992; 340: 1062-6.
9. Fontes VF, Pedra CAC, Esteves CA et al - Cierre percutâneo del conducto arterioso con la técnica de Rashkind. Experiencia inicial del Instituto Dante Pazzanese de Cardiología, São Paulo-Brasil. *Arch Inst Cardiol Mex* 1996; 66: 129-137.
10. Verin VE, Saveliev SV, Kolody SM, Prokubovsky VI - Results of transcatheter closure of the patent ductus arteriosus with the Botallo occluder. *J Am Coll Cardiol* 1993; 22: 1509-14.
11. Rao PS, Sideris PB, Haddad J et al - Transcatheter occlusion of patent ductus arteriosus with ajustable buttoned device. Initial Clinical Experience. *Circulation* 1993; 88: 1119-1126.
12. Rao PS, Sideris EB - Transcatheter occlusion of patent ductus arteriosus: State of the Art. *J Invasive Cardiol* 1996; 8: 278-88.
13. Cambier PA, Kirby WC, Worthan DC, Moore JW - Percutaneous closure of the small (<2.5mm) patent ductus arteriosus using coil embolization. *Am J Cardiol* 1992; 69: 815-6.
14. Hijazi ZM, Geggel RL - Results of antegrade transcatheter closure of patent ductus arteriosus using single or multiple Gianturco coils. *Am J Cardiol* 1994; 74: 925-9.
15. Lloyd TR, Fedderly R, Mendelsohn AM, Samdhu SK, Beekman RH III - Transcatheter occlusion of patent ductus arteriosus with Gianturco coils. *Circulation* 1993; 88: 1412-20.
16. Moore JW, George L, Kirkpatrick SE - Percutaneous closure of the small patent ductus arteriosus using occluding spring coils. *J Am Coll Cardiol* 1994; 23: 759-65.
17. Pedra CAC, Pedra SRFF, Esteves CA, Braga SLN, Fontes VF - Tratamento simultâneo da estenose pulmonar valvar e da persistência do canal arterial através do cateterismo intervencionista. *Arq Bras Cardiol* 1997; 68: 357-62.
18. Pedra CAC, Pedra SRFF, Esteves CA, Asséf JE, Fontes VF, Hijazi ZM - Multiple atrial septal defects and patent ductus arteriosus: successful outcome using two Amplatzer septal occluders and Gianturco coils. *Cath Cardiovasc Diagn* 1998. Submitted to editorial evaluation.
19. Fontes VF, Pedra CAC, Pedra SRFF - Experiência inicial no fechamento percutâneo da CIA com a prótese de Amplatzer. *Arq Bras Cardiol* 1998 (no prelo).
20. Krishenko A, Benson LN, Burrows P, Moes CAF, MC Laughlin P, Freedom RM - Angiographic classification of the isolated, persistently patent ductus arteriosus and implications for percutaneous catheter occlusion. *Am J Cardiol* 1989; 63: 877-80.
21. Fontes VF, Esteves CA, Braga SLN, Santana MVT, Silva MAP, Pedra CAC - Oclusão do canal arterial: "umbrellas" e "coils" - quando indicar e quais os resultados. *Rev Soc Cardiol Est SP* 1995; 5: 494-502.
22. Esteves CA, Pedra CAC, Braga SLN, Fontes VF - Percutaneous occlusion of the arterial duct by simultaneous retrograde release of 2 Gianturco coils. *J Invasive Cardiol*. Submitted to editorial evaluation.
23. Dalvi B, Goyal V, Narula D, Kulkarni H, Ramakantan R - New technique using temporary balloon occlusion for transcatheter closure of patent ductus arteriosus with Gianturco coils. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1997; 41: 62-70.
24. Esteves CA, Pedra CAC, Braga SLN, Fontes VF - Implante assistido de mola de Gianturco no canal arterial através da ajuda de cateter balonado. *Rev Bras Cardiol Inv* 1997; 5: 6-11.
25. Pedra CAC, Esteves CA, Pedra SRFF, Braga SLN, Fontes VF - Indicações, técnica, resultados e impacto clínico dos procedimentos para oclusão de shunts residuais após fechamento percutâneo do canal arterial. *Arq Ins Cardiol Mex* 1998. Submitted to a avaliação editorial.
26. Tometzki A, Chan K, Giovani J et al - Total UK multi-centre experience with a novel arterial occlusion device (Duct Occlud PFM). *Heart* 1996; 76: 520-4.
27. Musewe NN, Benson LN, Smallhorn JF, Freedom RM - Two dimensional echocardiographic and color flow Doppler evaluation of a ductal occlusion with the Rashkind prothesis. *Circulation* 1989; 80: 1706-10.
28. Pedra SRFF, Pedra CAC, Jesus C - O papel da ecocardiografia no fechamento percutâneo do canal arterial. *Rev Bras Eco* 1998. Submetido a avaliação editorial.
29. Pedra CAC, Esteves CA, Braga SLN, Kambara A, Fontes VF - Oclusão percutânea do canal arterial. Estado da Arte. *Rev Bras Cardiol Inv* 1997; 2: 22-35.
30. Huggon LC, Tabatabaei AH, Qureshi AS - Use of a second transcatheter Rashkind arterial duct occluder for persistent flow after implantation of the first device: indications and results. *Br Heart J* 1993; 69: 544-50.
31. Moor MD, Al Fadley F, Galal O - Closure of residual leak after umbrella occlusion of the patent arterial duct, using Gianturco coils. *Int J Cardiol* 1996; 56: 5-9.
32. Moore JW, George L, Kirkpatrick SE - Closure of residual patent ductus arteriosus with occluding spring coil after implant of a Rashkind occluder. *Am Heart J* 1994; 127: 943-45.
33. Hijazi ZM, Geggel RL, Al-Fadley F - Transcatheter closure of residual patent ductus arteriosus shunting after the Rashkind occluder device using single or multiple Gianturco coils. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1995; 36: 255-8.
34. Abbag F, Galal O, Fadley F, Oufi S - Reocclusion of residual leaks after transcatheter occlusion of patent ductus arteriosus. *Eur J Pediatr* 1995; 154: 518-21.
35. Moore JW - Repeat use of occluding spring coils to close residual patent ductus arteriosus. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1995; 35: 172-5.
36. Pedra CAC, Pedra SRFF, Fontes VF - Hemolysis associated with coil occlusion of the arterial duct. *Cardiol Young*, 1998; 8: 63-6.
37. Houston AB, Guanapragasan JP, Lim MH, Doig WB, Coleman EM - Doppler ultrasound and the silent ductus. *Br Heart J* 1991; 65: 97-9.
38. Balzer DT, Spray TL, MC Mullin D, Cottingham W, Canter CE - Endarteritis associated with a clinically silent patent ductus arteriosus. *Am Heart J* 1993; 125: 1192-3.
39. Lloyd TR, Beekman RH III - Clinically silent patent ductus arteriosus (Letter). *Am Heart J* 1994; 127: 1664.
40. Latson LA - Residual shunts after transcatheter closure of patent ductus arteriosus. A major concern or benign "techno-malady"? *Circulation* 1991; 84: 2591-3.
41. Lloyd TR, Beekman RH II, Moore JW et al - The PDA coil registry: Report of the first 535 procedures. *Circulation* 1995; 92: I-380.
42. Hijazi ZM, Geggel RL - Transcatheter closure of patent ductus arteriosus using coils. *Am J Cardiol* 1997; 79: 1279-80.
43. Pauperio HM, Redington AN, Rigby ML - Closing the patent arterial duct - plugs, umbrellas and coils. *Cardiol Young* 1996; 6: 252-4.
44. Fellows KE, Lock JE - Catheter intervention: septostomy, occlusion techniques and pericardial drainage. In: Lock JE, Keane JF, Fellows KE, ed - Diagnostic and interventional catheterization in congenital heart disease. : Martinus Nijhoff Publishing, 1987: 128.
45. Sommer RJ, Gutierrez A, Lai WW, Parness IA - Use of preformed Nitinol snare to improve transcatheter coil delivery in occlusion of patent ductus arteriosus. *Am J Cardiol* 1994; 74: 836-9.
46. Tometzki A, Arnold R, Peart I et al - Transcatheter occlusion of the patent ductus arteriosus with Cook detachable coils. *Heart* 1996; 76: 531-5.
47. Ladusans EJ, Murdach I, Franciosi - Severe haemolysis after percutaneous closure of a ductus arteriosus (arterial duct). *Br Heart J* 1989; 61: 548-50.
48. Ottenkamp J, Hess J, Talsma MD, Buis-Lien TN - Protusion of the device: a complication of catheter closure of patent ductus arteriosus. *Br Heart J* 1992; 68: 301-3.
49. Magee AG, Stumper O, Burns JE, Godman M - Medium term follow up of residual shunting and potential complications after transcatheter occlusion of the ductus arteriosus. *Br Heart J* 1994; 71: 63-9.
50. Shim D, Fedderly RT, Beekman RH III et al - Follow up of coil occlusion of patent ductus arteriosus. *J Am Coll Cardiol* 1996; 28: 207-11.
51. Wessel DL, Keane JF, Parness I, Lock JE - Outpatient closure of patent ductus arteriosus. *Circulation* 1988; 77: 1068-71.
52. Benson LN, Dyck JD, Hecht B - Technique for closure of the small patent ductus arteriosus using the Rashkind occluder. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1988; 14: 82-4.
53. Gray DT, Fyler DC, Walker AM, Weinstein MC, Chalmers TC - Clinical outcomes and costs of transcatheter as compared with surgical closure of patent ductus arteriosus. The patent ductus arteriosus closure comparative study group. *N Engl J Med* 1993; 329: 1570-2.
54. Nykanen DG, Hayes AM, Benson LN, Freedom RM - Transcatheter patent ductus arteriosus: application in the small child. *J Am Coll Cardiol* 1994; 23: 1666-70.