

# Bandagem da artéria pulmonar: uma cirurgia simples? Uma análise crítica em um centro terciário

*Pulmonary artery banding: a simple procedure? A critical analysis at a tertiary center*

Acrisio Sales VALENTE<sup>1</sup>, Fernando MESQUITA<sup>2</sup>, Juan Alberto Cosquillo MEJIA<sup>3</sup>, Isabel Cristina Leite MAIA<sup>4</sup>, Márcia SOUTO MAIOR<sup>4</sup>, Klébia CASTELO BRANCO<sup>5</sup>, Valdester Cavalcante PINTO JR.<sup>6</sup>, Waldemiro CARVALHO JR.<sup>7</sup>

RBCCV 44205-1096

## Resumo

**Objetivo:** A bandagem da artéria pulmonar (BAP) é um procedimento tecnicamente simples, mas envolve em várias peculiaridades que o fazem apresentar elevadas taxas de morbidade e mortalidade. O objetivo deste estudo é analisar a experiência de um hospital de referência na bandagem da artéria pulmonar, avaliando e correlacionando diversas variáveis relacionadas ao procedimento.

**Métodos:** Entre janeiro de 2000 e dezembro de 2008, 61 pacientes submetidos a BAP por cardiopatia congênita de hiperfluxo no Hospital do Coração de Messejana-Fortaleza/CE foram avaliados quanto a mortalidade, complicações, permanência em ventilação mecânica (VM) e terapia intensiva (UTI), uso de drogas vasoativas, dificuldade de ajustes transoperatórios e reoperações para reajuste. Análise estatística foi realizada para comparações entre subgrupos.

**Resultados:** Em 46,8% dos pacientes, não se conseguiu o ajuste pressórico pretendido e 6,5% precisaram ser reoperados para reajustes. O tempo médio UTI e VM foi

14,16 ± 10,92 dias e 14,1 ± 49,6 dias, respectivamente. Em 82,6% dos pacientes foram administradas drogas vasoativas por 10,30 ± 12,79 dias. Complicações graves incidiram em 49,15% dos pacientes, com predominância da insuficiência cardíaca (44%). A taxa de mortalidade foi de 8,2%, não influenciada por peso, procedimentos associados ou cardiopatia univentricular ou biventricular.

**Conclusão:** Neste estudo, a BAP foi realizada com taxas de mortalidade aceitáveis, compatíveis com a literatura mundial. No entanto, os ajustes transoperatórios são de difícil análise, tornando o procedimento complexo e justificando elevados índices de complicações, resultando em longa permanência em UTI. Nenhuma variável isolada representou significativo fator de risco, dentre as quais, fisiologia uni ou biventricular.

**Descritores:** Procedimentos cirúrgicos cardíacos. Artéria pulmonar/cirurgia. Ventriculos do coração. Cardiopatias congênitas/cirurgia.

1. Doutor em Cirurgia Cardiovascular; Membro Especialista da SBCCV; Cirurgião Cardiovascular do Hospital do Coração de Messejana-CE.
2. Membro Associado da SBCCV; Cirurgião Cardiovascular do Hospital do Coração de Messejana-CE.
3. Mestre em Medicina Membro Especialista da SBCCV; Cirurgião Cardiovascular do Hospital do Coração de Messejana-CE.
4. Cardiologista pediátrica do Hospital do Coração de Messejana-CE.
5. Cardiologista Pediátrica e Chefe da Cardiopediatria do Hospital do Coração de Messejana-CE.
6. Membro Especialista da SBCCV; Chefe da Cirurgia Cardiovascular Pediátrica do Hospital do Coração de Messejana-CE.
7. Membro Especialista da SBCCV; Cirurgião Cardiovascular do Hospital do Coração de Messejana-CE.

Trabalho realizado no Hospital do Coração de Messejana Dr. Carlos Alberto Studart Gomes - Fortaleza-CE, Brasil.

Endereço para correspondência: Acrisio Sales Valente  
Rua Alberto Feitosa Lima, 180/Apt. 602. Água Fria. Fortaleza-CE, Brasil. CEP 60810-018.  
E-mail: acrisiovalente@yahoo.com

Artigo recebido em 15 de março de 2009  
Artigo aprovado em 16 de junho de 2009

### Abstract

**Objective:** Although pulmonary artery banding (PAB) seems to be a technically simple procedure it presents several peculiarities and is related to a significant morbidity and mortality. The aim of this study is to analyze the experience of a tertiary hospital on the PAB by assessing and correlating many aspects related to the procedure.

**Methods:** Between January 2000 and December 2008, 61 patients undergone PAB due to congenital heart disease with increased pulmonary blood flow at Messejana Heart Hospital were assessed as for mortality, complications, stay in mechanical ventilation and need for intensive care unit (ICU), use of vasoactive drugs, difficulties in the adjustment on the banding and reoperations. Some statistical analyzes were performed to compare the subgroups.

**Results:** In 46.8% of the patients the intended pressoric adjustment was not achieved and in 6.5% it was necessary another surgery to readjust the banding. The mean time of mechanical ventilation was  $14.1 \pm 49.6$  days and ICU

$14.16 \pm 10.92$  days. In 82.6% of the patients vasoactives drugs were administrated for  $10.3 \pm 12.79$  days. Severe complications were noted in 49.15% of patients and cardiac insufficiency was the most common one with an incidence of 44%. The mortality rate was 8.2% and it was not influenced by weight or associated procedures with the PAB neither if univentricular or biventricular heart disease.

**Conclusion:** The PAB can be performed with acceptable mortality rates compatible with the ones of the world literature. Nevertheless, the adjustment of the banding is difficult to be assessed during the surgery by making the procedure complex and justifying the high incidence of complications and long stay in ICU. It wasn't found any specific risk factor significant to mortality neither uni- or biventricular heart disease.

**Descriptors:** Cardiac surgical procedures. Pulmonary artery/surgery. Heart ventricles. Heart defects, congenital/surgery.

## INTRODUÇÃO

Desde a proposição inicial de Muller e Danmann [1], em 1952, as técnicas para criação cirúrgica de uma obstrução ao fluxo pulmonar evoluíram, assim como suas indicações clínicas. No entanto, o que poderia ser considerado uma cirurgia simples – a bandagem da artéria pulmonar (BAP) –, ainda hoje cursa com elevada morbidade e mortalidade, com índices de complicações significativos [2-4]. Este fato é decorrente da dificuldade de avaliação do grau de constrição pulmonar a ser produzido, considerando-se que esta avaliação é realizada em condições muito especiais, já que o paciente encontra-se sob anestesia geral, miorelaxado, com o tórax aberto e em ventilação controlada. Desta forma, o que poderia ser considerado um ajuste adequado nestas condições, pode-se mostrar excessivo ou até ineficiente quando o paciente recuperar sua condição fisiológica. A complexidade da cardiopatia também interfere na mortalidade do procedimento, que varia de 3% a 25% na literatura [5-7].

A intensidade da obstrução intraluminal também é um aspecto difícil de ser avaliado, assim como sua repercussão no fluxo. Uma estenose produzida por meio de uma constrição da artéria pulmonar (AP) que, por inspeção externa, apresenta-se como leve ou moderada pode

representar uma redução luminal muito maior em decorrência da invaginação da parede do vaso para seu lúmen, produzindo uma obstrução maior do que a esperada.

Atualmente, três são as principais indicações para a bandagem da AP: cardiopatias com hiperfluxo pulmonar e fisiologia biventricular desbalanceada, cuja cirurgia definitiva em determinado momento seria de alto risco, necessitando de correção estagiada; cardiopatias de hiperfluxo pulmonar com fisiologia univentricular, como paliativo para proteção do sistema pulmonar quanto às grandes pressões, até que a criança possa ser submetida às etapas cirúrgicas da conexão cavo-pulmonar; para o preparo do ventrículo subpulmonar hipodesenvolvido na transposição das grandes artérias (TGA) para posterior cirurgia de Jatene [8-10].

A literatura mundial carece de grandes análises sobre a BAP. No Hospital do Coração de Messejana, em Fortaleza-CE, principal centro de referência para cardiopatias congênicas complexas do estado, realizam-se cerca de 250 a 300 cirurgias cardíacas pediátricas por ano. Em cerca de 10 casos/ano, é necessária a realização da BAP. Desta forma, o objetivo deste estudo é avaliar a experiência do serviço na cirurgia da BAP, detalhando e correlacionando os principais aspectos observados quanto à sua distribuição e evolução clínica.

## MÉTODOS

Entre janeiro de 2000 e dezembro de 2008, 76 pacientes foram submetidos à BAP por cardiopatias congênitas diversas com hiperfluxo pulmonar. Os dados foram obtidos pela avaliação retrospectiva dos prontuários. Deste total, 15 pacientes foram excluídos da análise por insuficiência de dados. Foram incluídos no estudo 61 pacientes, sendo 28 do sexo feminino. A distribuição das cardiopatias está demonstrada na Figura 1. A principal cardiopatia foi a comunicação interventricular (CIV), apresentada por 19,31% dos pacientes. Estas crianças, especificamente, foram submetidas à BAP por não apresentarem condições clínicas para correção total em determinado momento (desnutrição, infecção) e/ou pela anatomia desfavorável da CIV (apical, múltiplas, etc). Não foram considerados os casos de bandagem para preparo ventricular na TGA devido à pequena experiência em nosso Serviço, com poucos casos operados e por considerarmos esta uma condição muito específica com aspectos de ajuste e avaliação peculiares, podendo vir a ser abordada, especificamente, em outro estudo. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Hospital do Coração de Messejana.

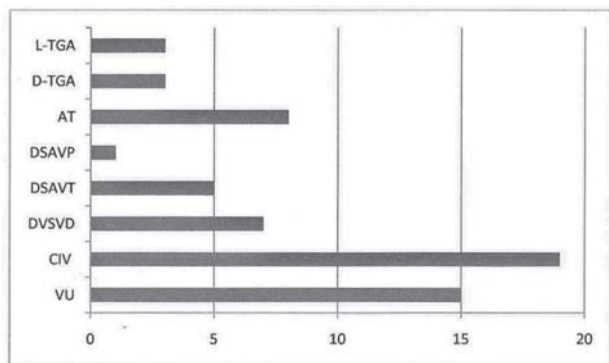


Fig. 1 - Distribuição por cardiopatia. VU = ventrículo único; CIV = Comunicação interventricular; DVSVD = Dupla via de saída do ventrículo direito; DSAVT = Defeito do septo atrioventricular forma total; DSAVP = Defeito do septo atrioventricular forma parcial; AT = Atresia tricúspide; D-TGA = Transposição das grandes artérias; L-TGA = Transposição congenitamente corrigida das grandes artérias

### Técnica cirúrgica

Os pacientes foram operados sob anestesia geral e intubação orotraqueal (IOT). Em 50 casos, o acesso ao coração foi por esternotomia clássica, em três casos por miniesternotomia com abertura parcial do pericárdio e, em oito casos, toracotomia esquerda (em seis destes havia coarctação de aorta que foi corrigida no mesmo tempo

cirúrgico). Sempre que presente, o canal arterial pérvio (PCA) foi ligado. Em todos os casos foi realizada bandagem fixa, objetivando a redução da pressão pulmonar após a banda (PAP) para cerca de 30% da sistêmica (PAS), desde que não houvesse instabilizações, condição onde a maior constricção tolerada era mantida. Nos casos de cardiopatia com fisiologia tipo ventrículo único, também era observado o valor da pressão da artéria pulmonar que, idealmente, deveria manter-se abaixo de 20mmHg. A saturação de oxigênio arterial mínima permitida foi de 75%-80%, com fração de oxigênio inspirado de 40%.

### Parâmetros avaliados

Alguns pacientes não foram considerados para análise de determinados parâmetros por dados incompletos de prontuário ou por ausência de relação entre a variável e o procedimento cirúrgico. Nas variáveis onde isso ocorreu, especificamos o total de "pacientes válidos". Os parâmetros avaliados neste estudo foram: distribuição de peso e idade, incidência de casos onde o ajuste ideal não foi tolerado (47 pacientes válidos -- foi considerado, como um ajuste pressórico ideal, uma relação entre PAP/PAS o mais próximo do normal, em torno de 30%. Neste estudo, considerado até 0,39), avaliação dos procedimentos associados (61 pacientes válidos - PCA não foi considerado), tempo de IOT (49 pacientes válidos), tempo de permanência em unidade de terapia intensiva-UTI (44 pacientes válidos), incidência de reoperações para reajuste da bandagem (61 pacientes válidos), uso e duração de drogas vasoativas (dopamina e/ou dobutamina e adrenalina especificamente - 46 pacientes válidos) e incidência de complicações graves (insuficiência cardíaca, insuficiência renal, síndrome do baixo débito cardíaco (SBDC), bradiarritmias ou taquiarritmias graves, parada cardíaca revertida e óbito - 59 pacientes válidos).

Pacientes relacionados por SBDC apresentaram instabilidade hemodinâmica importante sem outros indícios clínicos ou radiológicos de insuficiência cardíaca. Para a caracterização de insuficiência cardíaca, foram considerados parâmetros clínicos (hepatomegalia congestiva, congestão pulmonar significativa, baixo débito cardíaco) e radiológicos ou ecocardiográficos. Para a caracterização de insuficiência renal foram considerados débito urinário e valores laboratoriais das escórias nitrogenadas.

Análise estatística foi realizada para avaliar as relações entre óbito e peso corpóreo, procedimentos associados, fisiologia univentricular ou biventricular e complicações, assim como correspondência entre estas distintas fisiologias cardíacas e dificuldade de ajuste da bandagem.

### Análise estatística

Os dados referentes a peso, idade e tempo foram descritos como média  $\pm$  desvio padrão. Para a relação entre

peso dos pacientes que morreram e dos que sobreviveram, foi aplicado o teste “t” de Student para análise de variâncias desconhecidas e iguais. O teste do qui-quadrado foi aplicado para tabelas de contingência, avaliando-se a relação entre procedimento associado e complicações. Para a avaliação da relação entre cardiopatia univentricular ou biventricular e incidência de complicações ou ajuste inadequado da bandagem foi aplicado o teste normal para igualdade entre proporções. Para todos os casos, o nível de significância utilizado foi de 5%.

## RESULTADOS

### Peso e idade

Foram considerados para o presente estudo 61 pacientes, com idade variando entre  $5,6 \pm 9,5$  meses e peso entre  $4,34 \pm 2,13$  kg.

### Procedimentos associados

Em 13 (21,3%) casos, outros procedimentos associados à BAP foram realizados, sendo seis correções de CoAo, quatro atrioseptostomias sem circulação extracorpórea (CEC), uma correção de *cor triatriatum*, uma atrioseptostomia com CEC e um implante de marcapasso definitivo.

### Ajuste ideal da bandagem

Em 22 pacientes de 47 válidos (46,8%), não foi possível um ajuste da bandagem que permitisse uma relação PAP/PAS até 0,39. A distribuição das medidas está demonstrada na Figura 2.

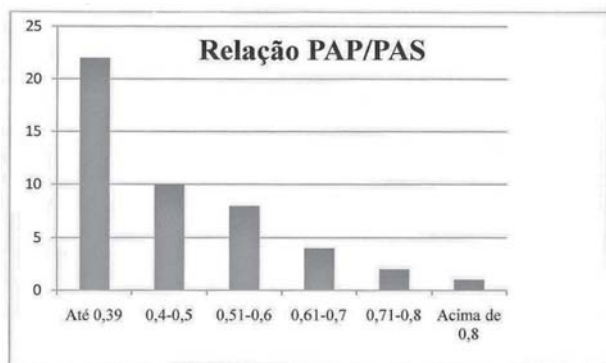


Fig. 2 - Relação pressão arterial pulmonar/pressão arterial sistêmica (PAP/PAS) – 22 pacientes até 0,39; 10 pacientes entre 0,4 e 0,5; 8 pacientes entre 0,51 e 0,6; 4 pacientes entre 0,61 e 0,7; 2 pacientes entre 0,71 e 0,8; e 1 paciente acima de 0,8

### Tempo de IOT e permanência em UTI

Os pacientes permaneceram sob ventilação mecânica em IOT por  $14,1 \pm 49,6$  dias. O tempo de internação em UTI foi de  $14,16 \pm 10,92$  dias.

### Uso e duração de drogas vasoativas

Em 82,6% dos pacientes, foi administrada dopamina e/ou dobutamina por tempo médio de  $10,30 \pm 12,79$  dias. A necessidade de adrenalina especificamente, em casos mais instáveis, foi necessária em 19,6% dos pacientes, por tempo médio de  $3,5 \pm 2,1$  dias.

### Incidência de reoperações para reajuste da bandagem

Necessária em quatro (6,5%) casos. Três pacientes apresentavam fisiologia biventricular e um, univentricular.

### Insuficiência cardíaca

Em 26 pacientes, de 59 válidos (44,0%), ocorreu algum grau significativo de insuficiência cardíaca em sua evolução.

### Insuficiência renal

Seis pacientes, de 59 válidos (10,1%), apresentaram insuficiência renal; em três deles foi necessária diálise peritoneal.

### Complicações graves (considerando insuficiência cardíaca e renal)

Foram observadas 52 complicações graves neste grupo, acometendo 29 pacientes de 59 válidos (49,15%). A distribuição de todas as complicações está demonstrada na Tabela 1.

Tabela 1. Complicações graves após o procedimento

Complicações	Total
Taquiarritmias malignas	2
Bradiarritmias	5
PCR revertida	9
Insuficiência cardíaca	26
Insuficiência renal	6
SBDC	3
Reop. sangramento	1

SBDC – Síndrome do Baixo Débito Cardíaco

### Óbitos

Cinco (8,2%) pacientes morreram, quatro deles apresentavam cardiopatia com fisiologia biventricular e um univentricular.

### Resultados das análises

Não existe diferença significativa entre os pesos das crianças mortas e as que sobreviveram ( $P=0,1012$ ).

Os pacientes que foram submetidos a BAP em associação com outro procedimento não apresentaram maior índice de complicações graves ( $P=0,1032$ ).

A comparação entre cardiopatia com fisiologia univentricular ou biventricular e incidência de complicações não apresentou diferença estatística ( $P=0,2224$ ). Da mesma

forma, não apresentou diferença estatística a comparação entre cardiopatias com essas duas fisiologias e maior incidência de ajustes inadequados ( $P=0,8728$ ).

## DISCUSSÃO

A cirurgia cardíaca pediátrica, em constante evolução, vive hoje o momento das correções totais, cada vez mais precocemente, da grande maioria das cardiopatias congênitas. No entanto, em algumas circunstâncias, a BAP ainda é um procedimento necessário, não somente como proteção quanto à elevação da resistência vascular pulmonar em cardiopatias tipo ventrículo único, mas também como palição em pacientes com cardiopatias biventriculares de hiperfluxo pulmonar que chegam aos centros especializados em condições clínicas desfavoráveis para uma correção total naquele momento.

A dificuldade em se obter uma bandagem adequada e avaliar sua repercussão hemodinâmica pode ser melhor compreendida quando levamos em consideração a observação feita por Poiseuille, em que o fluxo sanguíneo está relacionado com a quarta potência do raio do vaso. Desta forma, pequenas alterações no diâmetro do vaso têm um grande impacto no fluxo e gradiente pressórico através da bandagem, fazendo com que o procedimento, embora simples, curse com variável, mas significativa, morbidade e mortalidade [5-7]. Propostas de perímetros preestabelecidos, como a clássica regra de Trusler [11], nas quais os autores preconizam um perímetro de artéria pulmonar a ser obtido com a bandagem de 20 mm ou 24 mm, adicionado de 1 mm/kg de peso, se cardiopatia for acianótica ou cianótica respectivamente, raramente correspondem à realidade, embora possam ser utilizados como referência para “ponto de partida” da constricção.

Pouco empenho tem sido observado na literatura mundial para publicação e análise de grandes casuísticas sobre BAP. Em nosso serviço, realizamos cerca de dez destes procedimentos por ano e vivenciamos as dificuldades descritas nos poucos relatos clínicos da literatura. O tempo médio de IOT e permanência em UTI de duas semanas foram elevados, assim como a necessidade de drogas vasoativas na grande maioria dos pacientes. O uso de adrenalina foi considerado isoladamente, pois, embora o uso de dopamina ou dobutamina possa até ser uma rotina nas primeiras horas em alguns serviços, a adrenalina, invariavelmente, é uma droga de resgate, utilizada em situações extremas, sendo necessária em quase 20% dos pacientes avaliados. Esses longos tempos de uso de drogas vasoativas, ventilação mecânica e permanência em UTI resultam em altos custos e são compatíveis com os encontrados no tratamento das cardiopatias congênitas mais complexas.

Chama a atenção o elevado número de pacientes que não tolerou maior aperto da bandagem em busca de uma

relação pressórica mais fisiológica (46,8%). Em sete pacientes (11,4%), somente uma pequena constricção foi tolerada e, em 6,5%, foi necessária nova cirurgia para reaperto da bandagem. Esses dados mostram a dificuldade e o empirismo em se tentar um ajuste em condições tão especiais. Idealmente, dever-se-ia instalar a bandagem e proceder aos ajustes posteriormente, com o paciente acordado e recuperado do procedimento cirúrgico. Os dispositivos ajustáveis podem ser a solução [12-16].

A irrealidade do ajuste transoperatório também fica caracterizada pela discordância observada entre os gradientes VD-TP (tronco pulmonar/artéria pulmonar) medidos durante a cirurgia em alguns pacientes e o ecocardiograma pós-operatório. Como tal prática não foi realizada regularmente por falta de padronização, o dado não foi meta de nossa pesquisa e, portanto, não abordado em nossos resultados. No presente estudo, a presença de apenas um ventrículo normofuncionante ou ambos não influenciou na dificuldade de ajuste.

A incidência das complicações graves analisadas foi elevada, atingindo 49,15% dos pacientes. Arritmias cardíacas, insuficiência renal e cardíaca com considerável índice de nove casos de PCR revertida bem caracterizam o complicado pós-operatório destas crianças graves, submetidas a uma sobrecarga ventricular abrupta sem tempo para adaptação prévio. Mais uma vez, cardiopatias de fisiologia uni ou biventricular não apresentaram diferença quanto ao índice de complicações. Embora não abordado nos resultados, merecem citação os potenciais problemas anatômicos relacionados à BAP. Isto ocorre quando a banda migra para próximo à bifurcação dos ramos pulmonares ou da valva pulmonar, causando distorção da estrutura [17]. Em nossa casuística, este último aspecto ocorreu em um paciente.

Correlações entre complicações e avaliações ecocardiográficas não foram relatadas no presente estudo, pois não houve padronização do momento da realização do exame no pós-operatório. No entanto, nos casos em que foi realizado na vigência de insuficiência cardíaca, em somente um paciente havia disfunção ventricular importante. Ecocardiogramas realizados em períodos irregulares do pós-operatório tardio não demonstraram casos de disfunção ventricular sustentada.

Cinco (8,2%) pacientes morreram, incidência que, embora compatível com a literatura, não é desprezível, principalmente se considerarmos que a mortalidade esperada da correção de uma comunicação interventricular, cardiopatia congênita mais comum, está em torno de 2%-3%. O peso das crianças que morreram não foi diferente estatisticamente da média geral, não sendo, então, fator determinante no óbito.

Da mesma forma, a associação de outros procedimentos à bandagem, em dois casos com CEC, também não interferiu

na mortalidade. Takayama et al. [7] analisaram a mortalidade da BAP em sua casuística desde 1966, década a década. Observaram redução progressiva da mortalidade, estabilizada nas últimas duas décadas em torno de 13,5%. Nenhuma variável isolada, como sexo, peso ou diagnóstico, representou significativo fator de risco, assim como em nosso estudo. Os pacientes operados na última década por Takayama et al. [7] apresentaram peso médio pouco inferior ao de nosso estudo ( $3,2 \pm 0,1$  kg) e idade muito inferior ( $3,69 \pm 8,9$  dias), o que representa a dificuldade de acesso à medicina terciária ainda presente em nosso Estado, o que faz com que muitos pacientes cheguem tardiamente ao tratamento especializado.

Alguns autores relatam que os danos relacionados à instalação aguda de uma sobrecarga fixa ao ventrículo podem não se restringir apenas à fase hospitalar, sendo observadas em estudos experimentais disfunção ventricular tardia e áreas de necrose ventricular [18-20]. Todos esses aspectos estimulam as experiências com os dispositivos ajustáveis de bandagem, pois, além de permitirem que a sobrecarga seja instituída com o paciente em condições fisiologicamente normais, permitem ajustes progressivos ou regressivos, conforme a evolução deste. Em nosso meio, Dias et al. [12] e Assad et al. [21], objetivando o preparo do ventrículo subpulmonar para a cirurgia de Jatene, desenvolveram dispositivo simples de bandagem vascular ajustável tipo manguito hidráulico, que se mostrou eficiente em estudos posteriores de Canêo et al. [13] e Valente et al. [22]. Certamente, o uso regular destes dispositivos em muito beneficiará os pacientes que precisam dispor deste procedimento. De qualquer forma, a BAP deve ser conduzida por cirurgiões experientes e os pacientes acompanhados com atenção, não devendo o procedimento ser menosprezado e considerado uma técnica simples e sem requintes.

#### Limitações do estudo

Os subgrupos correlacionados no presente estudo apresentam número de pacientes reduzido, o que limita a análise das conclusões obtidas. Maior casuística com comparações entre grupos maiores permitirá valiosa análise complementar.

#### CONCLUSÃO

O estudo demonstra que a BAP pode ser realizada com taxas de mortalidade aceitáveis, compatíveis com a literatura mundial. No entanto, os ajustes transoperatórios são de difícil controle, tornando o procedimento complexo e justificando elevados índices de complicações, resultando em longa permanência em UTI. Peso, procedimentos associados e fisiologia uni ou biventricular da cardiopatia de base não influenciaram na dificuldade de ajuste da bandagem ou incidência de óbito.

#### REFERÊNCIAS

1. Muller WH Jr, Danmann JF Jr. The treatment of certain congenital malformations of the heart by the creation of pulmonic stenosis to reduce pulmonary hypertension and excessive pulmonary blood flow; a preliminary report. *Surg Gynecol Obstet.* 1952;95(2):213-9.
2. Steussy HF, Caldwell RL, Wills ER, Waller BF. High takeoff of the left main coronary artery from the pulmonary trunk: potentially fatal combination with pulmonary trunk banding. *Am Heart J.* 1984;108(3 Pt 1):619-21.
3. Kutsche LM, Alexander JA, Van Mierop LH. Hemolytic anemia secondary to erosion of a silastic band into the lumen of the pulmonary trunk. *Am J Cardiol.* 1985;55(11):1438-9.
4. Robertson MA, Penkoske PA, Duncan NF. Right pulmonary artery obstruction after pulmonary artery banding. *Ann Thorac Surg.* 1991;51(1):73-5.
5. Kron IL, Nolan SP, Flanagan TL, Gutgesell HP, Muller WH Jr. Pulmonary artery banding revisited. *Ann Surg.* 1989;209(5):642-7.
6. Dajee H, Benson L, Laks H. An improved method of pulmonary artery banding. *Ann Thorac Surg.* 1984;37(3):254-7.
7. Takayama H, Sekiguchi A, Chikada M, Noma M, Ishizawa A, Takamoto S. Mortality of pulmonary artery banding in the current era: recent mortality of PA banding. *Ann Thorac Surg.* 2002;74(4):1219-23.
8. Jatene AD, Fontes VF, Paulista PP, Souza LC, Neger F, Galantier M, et al. Successful anatomic correction of transposition of the great vessels. A preliminary report. *Arq Bras Cardiol.* 1975;28(4):461-4.
9. Yacoub MH, Radley-Smith R, Maclaurin R. Two-stage operation for anatomical correction of transposition of the great arteries with intact interventricular septum. *Lancet.* 1977;1(8025):1275-8.
10. Jonas RA, Giglia TM, Sanders SP, Wernovsky G, Nadal-Ginard B, Mayer JE Jr, et al. Rapid, two-stage arterial switch for transposition of the great arteries and intact ventricular septum beyond the neonatal period. *Circulation.* 1989;80(3 Pt 1):I203-8.
11. Albus RA, Trusler GA, Izukawa T, Williams WG. Pulmonary artery banding. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1984;88(5 Pt 1):645-53.
12. Dias CA, Assad RS, Caneo LF, Abduch MC, Aiello VD, Dias AR, et al. Reversible pulmonary trunk banding. II. An experimental model for rapid pulmonary ventricular hypertrophy. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2002;124(5):999-1006.

13. Canêo LF, Dias CA, Assad RS, Abduch MCD, Aiello VD, Moreira LFP, et al. Preparo do ventrículo subpulmonar através de dois modelos ajustáveis de bandagem do tronco pulmonar: estudo experimental. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2001;16(1):35-48.
14. Muraoka R, Yokota M, Aoshima M, Nomoto S, Kyoku I, Kobayashi A, et al. Extrathoracically adjustable pulmonary artery banding. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1983;86(4):582-6.
15. Bonhoeffer P, Henry GW, Katanhama H. Preparation of the "pulmonary ventricle" for arterial switch by adjustable intravascular balloon outflow obstruction: an experimental approach in a lamb model. *Cardiol Young*. 1992;2:85-8.
16. Corno AF, Bonnet D, Sekarski N, Sidi D, Vouhé P, von Segesser LK. Remote control of pulmonary blood flow: initial clinical experience. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2003;126(6):1775-80.
17. Usta E, Kaulitz R, Salehi-Gilani S, Hofbeck M, Ziemer G. Severe pulmonary valve incompetence late after debanding: repair by bicuspidization. *Ann Thorac Surg*. 2008;86(1):295-7.
18. Boutin C, Wernovsky G, Sanders SP, Jonas RA, Castaneda AR, Colan SD. Rapid two-stage arterial switch operation. Evaluation of left ventricular systolic mechanics late after an acute pressure overload stimulus in infancy. *Circulation*. 1994;90(3):1294-303.
19. Le Bret E, Lupoglazoff JM, Borenstein N, Fromont G, Laborde F, Bachet J, et al. Cardiac "fitness" training: an experimental comparative study of three methods of pulmonary artery banding for ventricular training. *Ann Thorac Surg*. 2005;79(1):198-203.
20. Perrino C, Naga Prasad SV, Mao L, Noma T, Yan Z, Kim HS, et al. Intermittent pressure overload triggers hypertrophy-independent cardiac dysfunction and vascular rarefaction. *J Clin Invest*. 2006;116(6):1547-60.
21. Assad RS, Rodriguez MQ, Abduch MC, Valente AS, Andrade JL, Krieger JE, et al. Bandagem ajustável do tronco pulmonar: comparação de dois métodos de hipertrofia aguda do ventrículo subpulmonar. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2006;21(4):418-28.
22. Valente AS, Assad RS, Abduch MCD, Silva GJJ, Thomaz PG, Miana LA, et al. Bandagem reversível do tronco pulmonar IV: análise da hipertrofia aguda do ventrículo direito em modelo experimental de sobrecarga intermitente. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2008;23(1):60-9.