

# Emprego de condutos de pericárdio bovino na conexão ventrículo-arterial pulmonar: resultados tardios

Fernando Antônio FANTINI\*, Bayard GONTIJO FILHO\*, Cristiane MARTINS\*, Roberto Max LOPES\*, Maria G. HORTA\*, Leonardo F. DRUMOND\*, Marcelo Frederico de CASTRO\*, Carla OLIVEIRA\*, Arturo FERRUFINO\*, João Alfredo de PAULA E SILVA\*, Eduardo PEREDO\*, Juscelino Teixeira BARBOSA\*, Mário O. VRANDECIC\*

RBCCV 44205-305

Fantini F A, Gontijo Filho B, Martins C, Lopes R M, Horta M G, Drumond L F, Castro M F, Oliveira C, Ferrufino A, Paula e Silva J A, Peredo E, Barbosa J T, Vrandecic M O - Emprego de condutos de pericárdio bovino na conexão ventrículo-arterial pulmonar: resultados tardios. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 1996; 11 (3): 161-7.

**RESUMO:** A reconstrução biventricular de uma série de cardiopatias congênitas requer a interposição de condutos valvados ventrículo-arteriais. Com o objetivo de analisar a evolução a longo prazo de um conduto de pericárdio bovino valvulado com bioprótese porcina sem suporte tratado com glutaraldeído, foram revistos os prontuários de 33 pacientes operados de novembro de 1985 a outubro de 1995. A idade variou de 15 dias a 18 anos (média  $5,7 \pm 4,3$  anos). A atresia pulmonar com comunicação interventricular (CIV) foi a lesão mais frequente (16 casos), seguida da síndrome da valva pulmonar ausente (5), truncus arteriosus (4), transposição das grandes artérias com CIV e estenose pulmonar (3) e outras (5). A mortalidade imediata foi de 18,2%, diretamente relacionada à condição pré-operatória. Vinte e três (70%) pacientes foram acompanhados por períodos que variaram de 3 meses a 10 anos (média  $4,8 \pm 3,0$  anos). A complicação mais frequentemente observada no seguimento tardio foi a estenose da anastomose distal do conduto, presente em 17,4% (4/23) dos pacientes. Foram reoperados 3 (13%) pacientes, sendo que 2 deles por estenose distal ( $p=0,02$ ) e 1 por endocardite tardia do conduto. A mortalidade tardia foi de 17,4% (4/23), em 1 caso devido a estenose distal. A causa da estenose distal parece ser devida a retração tecidual na área de transição entre o pericárdio bovino e o tronco pulmonar. Em até 10 anos de seguimento não ocorreu calcificação significativa que prejudicasse a função tanto da valva quanto do conduto. Em conclusão, os condutos de pericárdio bovino apresentaram uma performance satisfatória como substitutos vasculares, não tendo ocorrido calcificação significativa da valva porcina ou das paredes do conduto no seguimento tardio. A incidência de estenose na anastomose distal parece estar mais relacionada a um fenômeno de retração tecidual do que a problemas técnicos.

**DESCRIÇÃO:** Próteses vasculares. Biopróteses. Ventrículo cardíaco, cirurgia. Artéria pulmonar, cirurgia.

## INTRODUÇÃO

O emprego de condutos extracardíacos tem permitido a correção biventricular de diversas cardiopatias congênitas com conexão ventrículo-arterial pulmonar ausente ou inadequada<sup>(1-6)</sup>. No entanto, o resultado a longo prazo dessa técnica tem sido desapontador, visto que as próteses utilizadas são

de material inerte, não apresentam, portanto, crescimento e ainda se degeneram, levando a inevitáveis obstruções e a consequente necessidade de trocas futuras do conduto<sup>(7-9)</sup>.

Tem sido relatado que os homoenxertos aórtico e pulmonar seriam os condutos de escolha no reestabelecimento da continuidade ventrículo-arte-

Trabalho realizado no Biocór Hospital e na Santa Casa de Misericórdia de Belo Horizonte, MG, Brasil.

Apresentado ao 23º Congresso Nacional de Cirurgia Cardíaca, Recife, PE, 20 a 23 de março, 1996.

\* Do Biocór Hospital e Santa Casa de Misericórdia de Belo Horizonte.

Endereço para correspondência: Fernando A. Fantini, Caixa Postal 106, Belo Horizonte, MG, Brasil. CEP: 30161-970.

**TABELA 1**  
CARDIOPATIAS ENCONTRADAS E ÓBITOS IMEDIATOS RELATIVOS A 33 PACIENTES

DOENÇA-BÁSICA	FREQÜÊNCIA		ÓBITO POI	
	N.	%	N.	%*
Atresia Pulmonar com CIV	16	48,6	3	18,7
Sind. Válvula Pulmonar Ausente	5	15,2	2	40,0
Truncus Arteriosus	4	12,1	1	25,0
TGA + CIV + EP	3	9,1	0	0,0
Atresia Pulmonar sem CIV	1	3,0	0	0,0
Discordância AV + CIV + EPI	1	3,0	0	0,0
Dupla Via de Saída do VD + EP	1	3,0	0	0,0
Dupla Via de Saída do VE + EP	1	3,0	0	0,0
Endocardite Tardia de Conduto	1	3,0	0	0,0
<b>Totais</b>	<b>33</b>	<b>100</b>	<b>6</b>	<b>18,1</b>

POI = pós-operatório imediato; TGA = transposição das grandes artérias; CIV = comunicação interventricular; EP = estenose pulmonar; AV = atrioventricular; VD = ventrículo direito; VE = ventrículo esquerdo.

\*Porcentagem relativa de óbitos

rial<sup>(10-11)</sup>. No entanto, as dificuldades de obtenção, estocagem e, principalmente, de comercialização desses substitutos vasculares praticamente inviabilizam o seu uso nos países em desenvolvimento<sup>(12,13)</sup>. Além disso, em pacientes jovens, a incidência de degeneração tardia tem sido comparável à das válvulas porcinas<sup>(7,14,15)</sup>.

Embora diversas técnicas tenham sido propostas com o intuito de se evitar o uso dessas próteses<sup>(16,17)</sup>, a demanda por condutos valvados ainda é grande. Torna-se, portanto, imperativo o desenvolvimento de produtos de maior durabilidade.

O objetivo do presente trabalho é o de avaliar os resultados a médio e longo prazo de um conduto de pericárdio bovino valvado com bioprótese porcina sem suporte, tratado com glutaraldeído.

## CASUÍSTICA E MÉTODOS

### Pacientes

No período de novembro de 1985 a outubro de 1995, 33 pacientes portadores de cardiopatias com conexão ventrículo-arterial pulmonar ausente ou inadequada foram submetidos a implante de um conduto de pericárdio bovino valvado com bioprótese porcina sem suporte, no Biocór Hospital de Doenças Cardiovasculares e na Santa Casa de Misericórdia de Belo Horizonte. A idade variou de 15 dias a 18 anos (média  $5,7 \pm 4,3$  anos) sendo que 5 crianças tinham menos que 1 ano de vida. Quatorze pacientes eram do sexo feminino e 19 do sexo masculino; o peso médio foi de  $16,2 \pm 10,8$  quilogramas (variação: 3,0 a 4,9 kg) e a área corporal média de  $0,7 \pm 0,3$  (variação: 0,2 a 1,4).

As lesões abordadas encontram-se relacionadas na Tabela 1. Uma paciente portadora de atresia pulmonar com comunicação interventricular e que havia sido submetida a implante de conduto valvado do tipo Hancock desenvolveu endocardite protética tardia 2 anos após a primeira operação, necessitando, assim, de reoperação. Alterações tronco pulmonar foram identificadas em 33,3% dos casos, sendo que existia dilatação de tronco e artérias pulmonares em 5 pacientes, estenose da artéria direita em 3, estenose da artéria esquerda em 2 e não confluência em 1 paciente. Operações prévias haviam sido realizadas em 18 (54,6%) pacientes (Tabela 2).

### Conduto

O conduto\*<sup>1</sup> é composto por um tubo, confeccionado a partir de um retalho de pericárdio bovino com valva porcina selecionada de tamanho adequado, suturada diretamente no interior do tubo, sem qualquer outro suporte senão uma pequena porção da aorta porcina. O tubo de pericárdio é suturado

**TABELA 2**  
OPERAÇÕES CARDÍACAS PRÉVIAS EM 33 PACIENTES

OPERAÇÃO	N. DE PACIENTES
Ballock-Taussig	9
Ballock-Taussig Modificado	5
Waterslon	3
Implante de Conduto Valvado	1
<b>Total</b>	<b>18</b>

\* Biocór Indústria e Pesquisas Ltda, Belo Horizonte, Brasil.

apenas na sua porção média, sendo que as extremidades proximal e distal são deixadas abertas, para que sejam recortadas de acordo com as necessidades individuais de cada caso. A valva é suturada o mais próximo possível da extremidade distal da sutura do tubo. Os tecidos são afixados em solução tamponada de glutaraldeído e mantidos numa solução de formaldeído. Encontram-se disponíveis em tamanhos variando de 10 mm a 31 mm de diâmetro.

## TÉCNICA CIRÚRGICA

Todos os pacientes foram operados através de esternotomia mediana. Uma criança portadora de atresia pulmonar com CIV e grandes colaterais sistêmico-pulmonares recebeu uma toracotomia esquerda prévia no mesmo ato cirúrgico para ligadura das colaterais. Circulação extracorpórea hipotérmica (26°C) e cardioplegia cristalóide anterógrada gelada foram utilizadas em todos os pacientes. Após ventriculotomia direita, a CIV, quando presente, foi corrigida com remendo de pericárdio bovino. A seleção do diâmetro do conduto foi feita levando-se em consideração o calibre do tronco pulmonar e o espaço existente entre o coração e a parede torácica, procurando-se o implante do maior diâmetro possível. As artérias pulmonares foram tratadas caso apresentassem alguma alteração prévia. A conexão distal, do tipo término-terminal, foi confeccionada de forma que a valva ficasse o mais próximo possível dessa anastomose. A anastomose proximal também foi término-terminal, procurando-se um formato do tipo "snake head like" para se diminuir a possibilidade de gradiente.

## SEGUIMENTO

O seguimento dos pacientes foi feito diretamente nos ambulatórios das instituições envolvidas no estudo. Todos os pacientes acompanhados foram submetidos a ecodopplercardiograma seriado e, em caso de alterações de importância, a cateterismo cardíaco de controle. Os dados clínicos e ecocardiográficos tabulados referem-se a visitas ocorridas nos últimos 3 meses.

Esses dados foram estatisticamente analisados através de programa computadorizado (Epi Info versão 5.01, Epidemiology Program Office, Centers for Disease Control, Atlanta, Geórgia) e são apresentados como média mais ou menos o erro padrão (da média). Para comparação das médias foi utilizada o teste T de Student e para comparações dentro dos grupos de variáveis foi aplicada a análise de variância de dados repetidos. Significância estatística

foi definida como sendo o valor de p menor ou igual a 0,05.

## RESULTADOS

O diâmetro médio dos condutos utilizados foi de  $18,6 \pm 3,7$ , teoricamente de tamanho adequado para pacientes com área corporal de até 1,5. Procedimentos sobre as artérias pulmonares (AP) foram necessários em 33,3% dos pacientes, sendo 5 casos de plastia redutiva dos ramos pulmonares em pacientes com síndrome da valva pulmonar ausente, 3 casos de plastia de alargamento da artéria pulmonar direita (APD) com remendo de pericárdio bovino, 2 casos de alargamento da esquerda (APE) utilizando-se a própria anastomose distal do conduto e em 1 foi necessária reconstrução da bifurcação do tronco pulmonar.

As complicações ocorridas no pós-operatório imediato (POI), assim como os óbitos correspondentes encontram-se na Tabela 3. Cito pacientes foram reoperados no POI, sendo 1 para drenagem pericárdica, 1 devido a mediastinite, 2 para revisão de hemostasia e 4 para fechamento secundário do esterno. Este tipo de estratégia foi importante por permitir uma melhor acomodação do conduto no mediastino. A mortalidade imediata foi de 18,2% (6 pacientes), diretamente relacionada à doença de base e à condição clínica pré-operatória (Tabela 1). Dentre os pacientes reoperados no POI, ocorreram 2 óbitos, sendo um devido a mediastinite e outro por insuficiência respiratória após fechamento secundário do esterno. Cinco pacientes que sofreram procedimentos reconstrutivos do tronco pulmonar foram estudados no POI através de cateterismo cardíaco; em todos, a correção mostrou-se adequada.

Dos 27 pacientes sobreviventes, não foi possível obter informações adequadas de 4 casos, o que resultou em uma taxa de seguimento de 70%. O tempo de observação variou de 3 meses a 10 anos, com média de  $4,8 \pm 3,0$  anos.

TABELA 3  
COMPLICAÇÕES DO PÓS-OPERATÓRIO IMEDIATO E RESPECTIVOS ÓBITOS EM 33 PACIENTES

COMPLICAÇÕES	FREQUÊNCIA		ÓBITOS N.
	N.	%	
Síndrome de Baixo Débito	6	18,1	4
Hemorragia	2	6,1	0
Insuficiência Respiratória	2	6,1	1
Mediastinite	1	3,0	1
Derrame Pericárdico	1	3,0	0
Totais	12	36,3	6

Os dados ecodopplercardiográficos relacionados ao conduto obtidos nos 23 pacientes acompanhados estão relacionados na Tabela 4. Na maioria dos casos o gradiente encontrado não era hemodinamicamente significativo. No entanto, em 4 pacientes, gradientes superiores a 60 mmHg puderam ser detectados. Insuficiência da valva do conduto foi vista em apenas 2 pacientes, sendo que 1 deles era portador de doença vascular pulmonar importante.

Nove pacientes com alterações de importância clínica ou ecocardiográfica foram submetidos a cateterismo cardíaco de controle, num período de tempo que variou de 10,8 meses a 8,6 anos (Tabela 5). A complicação mais freqüente foi a estenose na anastomose distal do conduto, presente em 3 dos pacientes; foi ainda encontrado: desproporção entre o tamanho do conduto e a área corporal do paciente, insuficiência ventricular direita e hipertensão pulmonar sem alteração da função do conduto e 2 pacientes com CIV residual sem importância hemodinâmica. Em 1 caso, nenhuma, alteração foi evidenciada.

Tanto na radiografia convencional de tórax, quanto nos exames complementares acima citados, não foi possível a detecção de calcificação de importância na valva ou nas paredes do conduto.

Reoperações tardias após 11,5 meses a 4,5 anos foram necessárias em 3 (13%) pacientes. Em 1 deles o conduto foi trocado devido à presença de endocardite tardia na prótese. Nos outros dois, a indicação cirúrgica deveu-se a estenose na anastomose distal ( $p=0,02$ ). Na reoperação, apresentavam fibrose intensa ao redor do conduto, com perda dos planos de clivagem e retração cicatricial ao nível da anastomose da prótese com o tronco pulmonar. Em 1 caso o conduto foi trocado e em outro foi realizada plastia de alargamento da área estenosada. Dois pacientes aguardam reoperação, sendo 1 por estenose da anastomose distal e outro por desproporção paciente-conduto.

A mortalidade tardia foi de 17,4% (4/23), tendo ocorrido de 3 meses a 4,5 anos após a operação. Uma criança morreu subitamente, sem qualquer evidência de problema com relação ao conduto. Em outro caso, o óbito foi devido a septicemia, 3 meses após a troca do conduto, por endocardite. Um dos pacientes reoperados faleceu na sala de operações, por sangramento incontrolável. O último óbito ocorreu em uma criança portadora de síndrome da valva pulmonar ausente, submetida a plastia redutora das artérias pulmonares. O cateterismo cardíaco de controle realizado no POI mostrou adequada redução do diâmetro das artérias pulmonares e ausência de gradiente ao nível das anastomoses. Ecocardiograma realizado no 4º mês de pós-operatório denotou a presença de gradiente na anastomose

**TABELA 4**  
RESULTADO TARDIO - ACHADOS  
ECODOPPLERCARDIOGRÁFICOS EM 23 PACIENTES

	N.	%	
Gradiente	<20 mmHg	14	60,8
	21 - 36 mmHg	4	17,4
	36 - 60 mmHg	1	4,3
	>60 mmHg	4	17,4
Regurgitação	Ausente	21	91,4
	Leve	1	4,3
	Moderada	1	4,3
Vegetações	1	4,3	

distal, com discreta estenose a este nível. Esta criança retornou ao hospital no 11º mês de PO em franca insuficiência ventricular direita e faleceu antes que qualquer medida pudesse ser tomada. A necropsia realizada mostrou os mesmos achados de intensa retração cicatricial na área de transição entre o pericárdio bovino e o tronco pulmonar. Os cortes histológicos das peças cirúrgicas e de necropsia mostram, em geral, o tubo de pericárdio envolvido externamente por proliferação fibrovascular, com moderado infiltrado inflamatório predominantemente mononuclear. Internamente, nota-se camada mais espessa de tecido fibroblástico e hialinizado, com poucas células inflamatórias. As válvulas são parcialmente revestidas por material amorfo, contendo histiócitos e células grânulo-mononucleares. Células endoteliais não são identificadas. Em peças mais antigas, discretos focos de calcificação no pericárdio bovino podem ser identificados.

#### COMENTÁRIOS

As dificuldades de manutenção de bancos de homoenxertos, em nosso meio, assim como os maus resultados relatados com próteses sintéticas na conexão entre o coração e o tronco pulmonar<sup>(8,18)</sup> proporcionaram a investigação de outras opções de materiais. O pericárdio bovino tratado com glutaraldeído, em decorrência de suas características<sup>(19)</sup>, tem sido largamente usado em diversas circunstân-

**TABELA 5**  
CATETERISMO CARDÍACO EM 9 PACIENTES

ACHADOS	N.
Estenose Anastomose Distal	3
Desproporção Conduto-Paciente	1
Insuficiência Ventricular Direita	1
Hipertensão Pulmonar	1
CIV Residual	2
Sem Alterações	1

cias, tanto para correções intracardiácas <sup>(20)</sup>, como dos grandes vasos da base <sup>(21,22)</sup>. Ele se aproxima bastante do tecido ideal, por ser liso, flexível, de paredes finas, portanto de fácil manejo e bastante hemostático. Além disso, é de baixo custo e facilmente obtido e estocado.

Vários tipos de conduto de pericárdio têm sido utilizados em nosso meio <sup>(18,23,24)</sup>. O conduto que vem sendo desenvolvido pelo nosso grupo mostra um enxerto de pericárdio bovino suturado de forma a perfazer a função tubular, no interior do qual é incorporada uma valva porcina sem suporte. Segue, portanto, a filosofia do nosso grupo com relação aos xenoenxertos, o conceito "stentless" <sup>(25)</sup>, com desenhos o mais próximo do natural para não causar turbulência. Na presente série, o comportamento da valva porcina tem sido excelente e, mesmo no seguimento mais tardio, ela continua funcionando adequadamente, sem causar obstrução no interior do conduto.

No entanto, os tecidos biológicos de uma maneira geral se degeneram com o passar do tempo independentemente do local implantado. Segundo GABBAY et al. <sup>(26)</sup> realizaram, em cães, implante de pericárdio bovino tratado com glutaraldeído em diferentes locais do coração; quando implantado na parede atrial esquerda, o pericárdio mostrava-se invariavelmente espessado e, principalmente, retraído, com intensa reação fibrótica e calcificação. Na substituição de cordas tendíneas, apesar de espessado e calcificado, mantinha as suas dimensões originais. Essas observações são de fundamental importância, pois comprovam a resistência do pericárdio ao estresse físico, na forma de pressão ou tensão e corroboram os resultados que têm sido obtidos com esse material. Em vasos de alta pressão, como a aorta, o pericárdio apresenta excelente performance a curto e longo prazo <sup>(27,28)</sup>, em locais como o tronco pulmonar o pericárdio tende a se retrair, podendo levar a estenose <sup>(29,30)</sup>. Assim sendo, a presença de uma anastomose término-terminal de um tecido que sofre retração numa câmara de baixa pressão explica os achados de estenose na área de transição entre o tronco pulmonar e o conduto val-

vado observado na nossa série. Portanto, a inclusão de um "stent" próximo à extremidade distal do conduto deve diminuir a incidência de complicações a esse nível.

Estudos recentes sugerem que o pericárdio bovino tratado com glutaraldeído pode induzir resposta imunológica *in vivo*, consistente com uma reação do tipo hospedeiro-versus-prótese <sup>(31)</sup>. Este tipo de resposta é também observado em outros tecidos biológicos <sup>(32,33)</sup>. Estudos laboratoriais e clínicos em andamento na nossa Instituição <sup>(25)</sup> com um novo método de tratamento anticalcificante (No React <sup>TM</sup>) têm conseguido tecidos biológicos 100% citocompatíveis, que não produzem reação de corpo estranho. Além de provocar menor grau de calcificação, a superfície dos enxertos permite a formação de neointima verdadeira, como pode ser observado em estudos imuno-histoquímicos para demonstração do fator 8 (marcador de células endoteliais) realizados em peças recuperadas. Embora a degeneração dos tecidos não tenha constituído problema na presente casuística, já que o grau de espessamento e calcificação encontrado tanto no tubo de pericárdio, quanto na valva porcina não prejudicaram o funcionamento do conduto, a utilização de tecidos totalmente histocompatíveis deve determinar maior longevidade aos heteroenxertos, melhorando, assim, os resultados a longo prazo.

Obviamente, os resultados tardios obtidos com os diversos tipos de condutos estão longe do ideal <sup>(34,35)</sup> e os números da presente série não fogem a essa regra. No entanto, as observações extraídas desse grupo de pacientes nos permitem concluir que: a) o pericárdio bovino comprovou ser um bom substituto vascular, perfazendo de maneira satisfatória a função tubular a que se destina; b) a calcificação da valva porcina ou das paredes do conduto não foi significativa, não tendo se constituído, dessa forma, em fator de mau prognóstico; c) houve uma incidência aumentada de estenoses na transição entre o pericárdio bovino e o tronco pulmonar, que parece estar relacionada a um fenômeno de retração tecidual de caráter cicatricial.

Fantini F A, Gontijo Filho B, Martins C, Lopes R M, Horta M G, Drumond L F, Castro M F, Oliveira C, Ferrufino A, Paula e Silva J A, Peredo E, Barbosa J T, Vrandečić M O - Late results with the use of a valved conduit of bovine pericardium for ventricle to pulmonary artery connection. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 1996; 11 (3): 161-7.

**ABSTRACT:** The biventricular repair of congenital heart diseases with an inadequate or absent ventricle to pulmonary artery connection sometimes requires the use of extracardiac conduits. In order to study the long-term outcome of a glutaraldehyde-preserved bovine pericardial conduit valved with a stentless porcine aortic valve, we reviewed the data of 33 patients operated between November 1985 and October 1995. Patients ages ranged from 15 days to 18 years (mean  $5.7 \pm 4.3$  years). Pulmonary atresia with ventricular septal defect (VSD) was the most frequent disease (16 cases), followed by tetralogy of Fallot with absent pulmonary valve (5), truncus arteriosus (4), transposition of great arteries with VSD and pulmonary stenosis (3) and other miscellaneous (5). The overall hospital mortality was 18.2% and was related to the preoperative clinical condition; 23 patients (70%) were followed by a mean of  $4.8 \pm 3.0$  years (ranging from 3 months to 10 years). The most common late complication observed was stenosis of the anastomosis between the conduit and the pulmonary artery present in 17.4% (4/23) of the patients and was the cause of 2 later reoperations ( $p=0,02$ ); another patient was reoperated for late conduit endocarditis. This complication was also the cause of 1 of the 4 late deaths (17.4%). The last patient is waiting for surgery. The development of the anastomotic stenosis was probably due to a retraction of the pericardial tissue along the transition with the thin wall of the pulmonary artery. Up to 10 years, gross calcification impairing the function of the valve or the conduit itself could not be detected. In conclusion, the bovine pericardial conduits have shown a good performance as a vascular substitute. Calcification has not been a major drawback. The high incidence of distal stenosis appears to be more related to a shrinking of the pericardial tissue than to technical reasons.

**DESCRIPTORS:** Vascular prostheses. Bioprostheses. Heart ventricle, surgery. Pulmonary artery, surgery.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 Kirklín J W & Barrat-Boyes B G - *Cardiac surgery*. New York: Churchill Livingstone, 1988: 758 p.
- 2 Klinner W & Zenker R - Experience with correction of Fallot's tetralogy in 178 cases. *Surgery* 1961; 57: 353-7.
- 3 McGoon D C, Rastelli G C, Ongley P A - An operation for the correction of truncus arteriosus. *JAMA* 1968; 205: 69-73.
- 4 Rastelli G C, Ongley P A, Davis G D, Kirklín J W - Surgical repair for pulmonary valve atresia with coronary-pulmonary artery failure: report of a case. *Mayo Clin Proc* 1965; 40: 521-7.
- 5 Rastelli G C, Wallace R B, Ongley P A - Complete repair of transposition of the great arteries with pulmonary stenosis: a review and report of a case corrected by using a new surgical technique. *Circulation* 1969; 39: 83-95.
- 6 Ross D N & Somerville J - Correction of pulmonary atresia with a homograft aortic valve. *Lancet* 1966; 2: 1446-7.
- 7 Bull C, Macartney F J, Horvath P - Evaluation of long-term results of homograft and heterograft valves in extracardiac conduits. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1987; 94: 12-19.
- 8 Jonas R A, Freed M D, Mayer J E, Castañeda A R - Long-term follow-up of patients with synthetic right heart conduits. *Circulation* 1985; 72 (Suppl.2): 77-83.
- 9 Razzouk A J, Williams W G, Cleveland D C et al. - Surgical connections from ventricle to pulmonary artery: comparison of four types of valved implants. *Circulation* 1992; 86 (Suppl.2): 154-8.
- 10 Bando K, Danielson G K, Schaff H V, Mair D D, Julsrud P R, Puga F P - Outcome of pulmonary and aortic homografts for right ventricular outflow tract reconstruction. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995; 109: 509-18.
- 11 Kay P H & Ross D N - Fifteen year's experience with the aortic homograft: the conduit of choice for right ventricular outflow tract reconstruction. *Ann Thorac Surg* 1985; 40: 360-4.
- 12 Barbero-Marcial M, Baucía J A, Jatena A - Valved conduits of bovine pericardium for right ventricle to pulmonary artery connections. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 1995; 7: 148-53.
- 13 Iyer K S & Sharma R - The right ventricle to pulmonary artery connection: when homografts are not always available. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 1995; 7: 145-7.

- 14 Cleveland D C, Williams W G, Razzouk A J - Failure of cryopreserved homograft valved conduits in the pulmonary circulation. *Circulation* 1992; 86 (Suppl.2): 150-3.
- 15 Sano S, Karl T R, Mee R B B - Extracardiac valved conduits in the pulmonary circuit. *Ann Thorac Surg* 1991; 52: 285-90.
- 16 Barbero-Marcial M, Riso A, Atik E, Jatene A - A technique for correction of truncus arteriosus types I and II without extracardiac conduits. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1990; 99: 364-9.
- 17 Lecompte Y, Neveux J Y, Leca F et al. - Reconstruction of the pulmonary outflow tract without prosthetic conduit. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1982; 84: 727-33.
- 18 Kobayashi J, Backer C L, Zales V R, Crawford S E, Muster A J, Mavroudis C - Failure of hemishield extension in right ventricle-to-pulmonary artery conduits. *Ann Thorac Surg* 1993; 56: 277-81.
- 19 Ishihara T, Ferrans V J, Jones M, Boyce S W, Roberts W C - Structure of bovine parietal pericardium and of unimplanted Ionescu-Shiley pericardial valvular bioprostheses. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1981; 81: 747-57.
- 20 De Leval M - Ventricular septal defects. In: Stark J & De Leval M - *Surgery for congenital heart defects*. 2.ed. Philadelphia W. B. Saunders, 1994: 355-71.
- 21 Fantini F A, Gontijo Filho B, Vrandecic M O et al. - Substituição da aorta ascendente e arco aórtico por enxerto de pericárdio bovino: resultados a médio prazo. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 1994; 9: 81-7.
- 22 Gontijo Filho B, Fantini F A, Silva J A P et al. - Correção cirúrgica da estenose supra-aórtica localizada: relato de 2 casos. *Arq Bras Cardiol* 1984; 43: 433-6.
- 23 Moraes C R, Rodrigues J V, Gomes C A et al. - Operação de Rastelli utilizando-se conduto valvulado de pericárdio bovino: experiência inicial. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 1988; 3: 84-92.
- 24 Santos J L V, Braille D M, Soares M J F et al - Avaliação de tubo valvulado de pericárdio bovino em modelo experimental animal. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 1990; 5: 16-25.
- 25 Vrandecic M, Gontijo B, Fantini F, Gabbay S, Vrandecic E A, Vrandecic E - The stentless heart valve concept. New anticalcific tissue tanning: pre-clinical trial. In: Pivnicka A & Westaby S, eds. *Stentless bioprostheses*. Oxford: Isis Medical Media, 1990: 93-9.
- 26 Gabbay S, Bortolotti U, Factors S, Shore D F, Frater M B - Calcification of implanted xenograft pericardium: influence of site and function. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1984; 87: 782-7.
- 27 Braille D M, Ardito R V, Greco O T - Alargamento da raiz da aorta com "patch" de pericárdio bovino preservado pelo glutaraldeído. *Arq Bras Cardiol* 1983; 41: 289-96.
- 28 Gontijo B, Vrandecic M, Fantini F et al. - Replacement of the ascending aorta and aortic arch with bovine pericardial grafts. *Eur J Cardio-thorac Surg* 1995; 9: 127-32.
- 29 Fantini F A, Gontijo Filho B, Lopes R M - Cirurgia de Glenn bidirecional: importância da manutenção de fluxo "pulsátil" na artéria pulmonar. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 1995; 10: 25-33.
- 30 Lamberti J J, Spicer R L, Waldman J D et al. - The bidirectional cavopulmonary shunt. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1990; 100: 22-30.
- 31 Dahm M, Lyman W D, Schwell A B, Frater R W M - Immunogenicity of glutaraldehyde tanned bovine pericardium. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1990; 99: 1082-90.
- 32 Imai Y, Takanashi Y, Hoshino S, Nakata S - The equine pericardial valved conduit and current strategies for pulmonary reconstruction. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 1995; 7: 157-61.
- 33 Rocchini A P, Weesner K M, Heindelberger K, Keren D, Behrendt D, Rosenthal A - Porcine xenograft valve failure in children: an immunologic response. *Circulation* 1981; 64 (Suppl.2): 162-71.
- 34 Danielson G K, Anderson B J, Scheleck C D, Ilstrup D M - Late results of pulmonary ventricle to pulmonary artery conduits. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 1995; 7: 162-7.
- 35 Salles C A, Ribeiro N A M, Kalil R A et al. - Reconstrução arterial com tubo de pericárdio bovino corugado. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 1992; 7: 88-95.