

## Avaliação Ecocardiográfica de Pacientes Submetidos à Cirurgia Mitral com Papilopexia Cruzada

*Echocardiographic Evaluation of Patients Undergoing Mitral Valve Replacement with Crossed Papillopepy*

Geraldo Paulino Santana Filho, Otoni Moreira Gomes, Gilson José de Oliveira, Débora Rodrigues, Ana Cláudia Nogueira, Rômulo Sales, Delzirene Botelho Pinheiro, Antonio Calzada Machado, Nivaldo Gomes Oliveira

Santa Casa de Misericórdia de Goiânia, Goiânia, GO - Brasil

### Resumo

**Fundamento:** As técnicas de substituição mitral com preservação do aparelho subvalvar têm reafirmado sua superioridade, sendo a papilopexia cruzada uma nova opção técnica que além de permitir preservação de estruturas anatômicas, oferece suporte na contração e protege o miocárdio na diástole ventricular, necessitando de estudos que documentem seus resultados.

**Objetivo:** Avaliar as funções atrial e ventricular esquerdas, através de ecodopplercardiografia, em pacientes submetidos à substituição da valva mitral com papilopexia cruzada.

**Métodos:** Foram submetidos à substituição valvar mitral 15 pacientes, sendo nove (60%) do sexo masculino, com idade média de 45,7 anos. Quanto à etiologia, nove (60%) casos eram degenerativos, três (20%) reumáticos, dois (13,3%) isquêmicos e um (6,7%) com endocardite infecciosa. Após atriectomia e avaliação anatômica do aparelho valvar o folheto anterior foi desinserido do anel e centralmente dividido, sendo cada metade com seu complexo de cordas tendíneas fixada à comissura oposta por sua extremidade medial. Foi implantada a prótese valvar biológica (em 13 casos) ou mecânica, fixada por pontos separados, com redução do anel valvar nos casos com miocardiopatia dilatada. Foram tomadas avaliações clínicas e ecodopplercardiográficas no pré-operatório, e sexto mês de pós-operatório.

**Resultados:** Todos os pacientes receberam alta em condições clínicas estáveis. Foi demonstrada redução significativa dos diâmetros ventriculares e dos diâmetros atriais ( $p < 0,001$ ) sem comprometimento das vias de entrada e saída do ventrículo esquerdo.

**Conclusão:** As substituições da valva mitral realizadas com a técnica de papilopexia cruzada apresentaram resultados favoráveis, com efeito positivo na recuperação morfológica atrial e ventricular esquerdas. (Arq Bras Cardiol 2009; 93(2) : 92-96)

**Palavras-chave:** Insuficiência da valva mitral/cirurgia, cardiomiopatia dilatada, músculos papilares/cirurgia.

### Summary

**Background:** Techniques for mitral valve replacement with preservation of the subvalvular apparatus have proven their superiority, and crossed papillopepy is a new technical option which, besides allowing preservation of the anatomical structures, provides contractility support and protection to the myocardium during ventricular diastole. The technique requires further studies that document its results.

**Objective:** To evaluate the left atrial and ventricular function by Doppler echocardiography in patients who have undergone mitral valve replacement with crossed papillopepy.

**Methods:** Fifteen patients underwent mitral valve replacement, 9 (60%) of them male, and the mean age was 45.7 years. As to the etiology of aortic valve disease, nine (60%) cases were degenerative, three (20%) were rheumatic, two (13.3%) were ischemic, and one patient (6.7%) had infectious endocarditis. After closure of the atriectomy and anatomical evaluation of the valvar apparatus, the anterior leaflet was detached from the annulus and centrally split in halves, each one with its complex tendinous chords attached to the opposing commissure by its medial extremity. Biological (13 cases) or mechanical prosthetic valves were implanted and secured with separate stitches. Reduction of the valvar annulus was performed in patients with dilated cardiomyopathy. Patients underwent clinical and Doppler echocardiographic examinations before surgery and six months after the procedure.

**Results:** All patients were clinically stable at discharge. A significant reduction in ventricular and atrial diameters was demonstrated ( $p < 0.001$ ) without impairment of the entry and exit points of the left ventricle.

**Conclusion:** Mitral valve replacements performed with the crossed papillopepy technique showed favorable results with a positive effect on the recovery of left atrial and ventricular morphology. (Arq Bras Cardiol 2009; 93(2) : 87-91)

**Key words:** Mitral valve insufficiency/surgery; cardiomyopathy dilated; papillary muscles/surgery.

Full texts in English - <http://www.arquivosonline.com.br>

Correspondência: Geraldo Paulino Santana Filho •

Rua 1, 110 - Apto 600 - Setor Oeste - 74115-040, Goiânia, GO - Brasil

E-mail: gpaulino@cardiol.br

Artigo recebido em 04/02/08; revisado recebido em 08/05/08; aceito em 18/06/08.

## Introdução

No tratamento da insuficiência valvar mitral já existem evidências definindo as vantagens da valvoplastia sobre a troca por válvulas artificiais<sup>1</sup>. Contudo, ainda são relativamente frequentes as indicações de cirurgia em pacientes apresentando degeneração valvar mitral avançada, exigindo a troca por válvulas artificiais. Estabelecido e divulgado o conceito da não excisão de todas as cordas e papilares, as novas discussões concentram-se em definir opções técnicas que melhor aproveitem as vantagens da continuidade anulopapilar. Publicações mais recentes acordam na manutenção de ambos folhetos<sup>2,3</sup>, de modo que não interfira com o funcionamento da prótese, sendo a ecocardiografia um método eficiente para esta avaliação<sup>4</sup>.

Também se difundem as evidências dos benefícios da troca valvar com recursos de remodelamento ventricular, no tratamento de casos de insuficiência cardíaca avançada com insuficiência mitral funcional significante<sup>5,6</sup>, já que as atuações exclusivas sobre o anel sujeitam-se à recorrência da insuficiência mitral secundária à progressão da degeneração miocárdica.

Gomes e cols.<sup>7</sup>, baseados em procedimentos previamente descritos de abordagem do plano subvalvar, introduziram o método de papilopexia cruzada<sup>8</sup> procurando otimizar o desempenho ventricular após troca valvar mitral, além de restabelecer a geometria ventricular mesmo em corações com dilatação significativa. O objetivo do presente estudo é descrever a evolução das funções atrial e ventricular esquerdas, segundo parâmetros ecocardiográficos em pacientes no sexto mês de pós-operatório da troca valvar mitral com técnica de papilopexia cruzada.

## Método

Foi estudada prospectivamente uma série de 15 pacientes, submetidos à substituição da valva mitral com papilopexia cruzada, no Serviço de Cirurgia Cardiovascular da Santa Casa de Misericórdia de Goiânia, de forma consecutiva.

Este estudo foi aprovado pela comissão de ética em pesquisa (Registro no CONEP n° 12507) e realizado sob consentimento formal esclarecido dos participantes.

Nove (60%) pacientes eram do sexo masculino e seis do sexo feminino (40%). A idade variou entre 17 e 69 anos ( $49,9 \pm 10,2$ ).

O critério de inclusão foi a presença de insuficiência mitral grave (definida como jato regurgitante maior que 40%) com repercussão atrial e ventricular. A causa mais frequente da disfunção valvar foi degeneração fibroelástica em nove (60,0%) casos, seguida de lesão valvar reumática em três (20,0%), insuficiência mitral isquêmica em dois (13,3%) e destruição valvar secundária a endocardite em um caso (6,7%) (Tabela 1).

Todos os pacientes estavam em tratamento clínico, porém sem resposta adequada, sendo operados pela mesma equipe.

A avaliação clínica e ecodopplercardiográfica foi realizada no pré-operatório e no primeiro, terceiro e sexto meses de pós-operatório, sendo objeto deste estudo a comparação das avaliações pré-operatória e pós-operatória de seis meses.

O grau funcional de insuficiência cardíaca foi determinado

Tabela 1 - Dados gerais dos pacientes

n° Obs.	Diagnóstico	Procedimento Associado	Prótese Mitral
1	DLMR +IAo Leve +IT Leve	TVM+PC	Labcor 29
2	PM	TVM+PC	Labcor 29
3	IMFI +IT Grave+ICo	TVM+ PC+PT + RM	Labcor 29
4	IM +IT Moderada	TVM+PC+PT	Labcor 29
5	IMFI +IAo Leve+ICo	TVM+PC+RM	Labcor 29
6	PM	TVM+PC	CarboMedics 29
7	PM+ DLAo	TVM+PC+TVA	CarboMedics 29
8	PM	TVM+PC+CFA	Labcor 31
9	PM	TVM+PC	Labcor 29
10	PM + IT Moderada	TVM+PC+PT	Labcor 29
11	DLMR + IAo Leve	TVM+PC	Labcor 29
12	PM	TVM+PC	Labcor 31
13	DLMR	TVM+PC	Labcor 29
14	PM + IAo Leve + IT Leve	TVM+PC	Labcor 29
15	IAo + IM	TVM+PC+TVA	CarboMedics 29

OBS - observação, n° - número, PM - Prolapso mitral, IMFI - Insuficiência mitral funcional isquêmica, DLMR - Dupla lesão mitral reumática, IAo - Insuficiência aórtica, DLAo - Dupla lesão aórtica, ICo - Insuficiência coronária, IT - Insuficiência tricúspide, PC - Papilopexia cruzada; PT - Plastia tricúspide, TVA - Troca valvar aórtica, TVM - troca da valva mitral; CFA - Correção de fibrilação atrial, RM - Revascularização do miocárdio.

de acordo com o *Criteria Committee of The New York Heart Association*<sup>9</sup> (NYHA).

Os ecodopplercardiogramas foram realizados pelo mesmo profissional com aparelho HDI 5000 com transdutor P4-2 MHz (Philips- Einthoven- Holanda). O cálculo da fração de ejeção baseou-se nos volumes obtidos pela fórmula de Teichholz. Foi demonstrada ruptura das cordas tendíneas do folheto posterior em sete casos (46,7%) e do folheto anterior em um caso (6,7%). A função ventricular pré-operatória estava preservada em dez casos (66,6%) e comprometida em cinco casos (33,4%). Na avaliação pós-operatória foram verificados os gradientes transprótese e aórtico no sentido de detectar possível obstrução.

## Técnica operatória

Todas as operações foram realizadas convencionalmente por esternotomia mediana, com canulação da aorta ascendente e de ambas as cavas separadamente, após heparinização sistêmica e hipotermia moderada a 32° C. Como método de proteção miocárdica foi utilizada cardioplegia sanguínea anterógrada.

A valva mitral foi abordada por atriotomia esquerda com incisão paralela no sulco interatrial. A necessidade de troca da valva foi confirmada após inspeção direta e análise quanto à presença de calcificação, fusão, fibrose ou prolapso dos folhetos, ruptura, fibrose ou alongamento de cordas e dilatação anular.

O folheto anterior foi tracionado com a colocação de dois pontos de reparo em sua borda livre e seu subvalvar minuciosamente inspecionado. O folheto posterior, de acordo

## Artigo Original

com as variações anatômicas, foi preservado e ajustado no anel posterior, em todos os casos. Uma incisão circular foi realizada na zona basal do folheto anterior, à aproximadamente 2 mm do anel, estendendo-se até pouco abaixo dos pontos comissurais. O folheto anterior foi centralmente dividido e cada uma de suas metades, com seu complexo de cordas, fixada à comissura oposta por sua extremidade medial (Figura 1).

A utilização de próteses valvares de diâmetro menor que o anel nativo, ajudou a reduzir o tamanho da base do coração. Os pontos foram então passados no anel da prótese e fixados ao anel valvar. Foram utilizadas próteses biológicas (Labcor - Belo Horizonte - MG) e próteses mecânicas (CarboMedics - Austin - Texas - USA), de acordo com a indicação particular de cada caso. Com o coração batendo, a prótese foi devidamente inspecionada, sendo verificado o seu perfeito funcionamento. Em sete pacientes foram indicados procedimentos associados (Tabela 1).

Após o término da operação, os pacientes em estabilidade hemodinâmica foram transferidos para o centro de terapia intensiva, onde permaneceram monitorados continuamente.

Todos os pacientes foram acompanhados durante a evolução hospitalar e ambulatorial de acordo com o protocolo de obtenção e comparação de dados. O estudo estatístico dos dados obtidos foi realizado pela aplicação do teste t-Student, por tratar-se da análise de dados pareados envolvendo variáveis de distribuição normal.

## Resultados

Não ocorreram óbitos hospitalares ou durante o seguimento proposto de seis meses. Quatro pacientes (26,6%) apresentavam diagnóstico de insuficiência aórtica leve que se manteve no seguimento. Não houve complicações hemorrágicas ou infecciosas.

A média dos diâmetros ventriculares diastólicos reduziu de  $65,3 \pm 8,7$  mm para  $51,5 \pm 8,9$  mm ( $p < 0,001$ ) e dos diâmetros sistólicos de  $44,3 \pm 9,1$  mm para  $35,2 \pm 11,1$  mm ( $p < 0,001$ ). Os diâmetros atriais variaram favoravelmente de  $55,1 \pm 8,6$  mm para  $45,3 \pm 8,9$  mm ( $p < 0,001$ ). A redução do volume diastólico final foi de  $229,7 \pm 85,0$  ml para  $130,5 \pm 51,7$  ml ( $p < 0,001$ ) e do volume sistólico final de  $91,6 \pm 64,2$  ml para  $58,7 \pm 50,3$  ml ( $p = 0,001$ ). O volume sistólico reduziu de  $138,0 \pm 41,0$  ml para  $78,5 \pm 30,8$  ml ( $p = 0,002$ ). O percentual de encurtamento sistólico variou de  $32,1 \pm 9,4$  % para  $32,2 \pm 8,7$  % ( $p = 0,917$ ), e o comportamento da fração de ejeção apresentou discreta queda em relação aos níveis pré-operatórios de  $62,9 \pm 14,0$  % para  $61,9 \pm 11,7$  % ( $p = 0,684$ ) (Figura 2).

Constatou-se que a massa cardíaca diminuiu de  $294,9 \pm 115,5$  g para  $214,9 \pm 64,4$  g ( $p = 0,001$ ). A melhora da pressão na artéria pulmonar foi significativa, com declínio de  $53,4 \pm 13,1$  mmHg para  $32,9 \pm 7,9$  mmHg ( $p < 0,001$ ). (Tabela 2).

O gradiente transprótese médio foi de  $3,9 \pm 1,3$  mmHg, não se constando comprometimento das vias de entrada e subvalvar aórtico do ventrículo esquerdo. Todos os pacientes evoluíram com importante melhora clínica. Segundo a classificação da NYHA, seis pacientes (40,0%) estavam em classe funcional IV, oito (53,3%) em classe funcional III e um (6,7%) em classe funcional II. Após seis meses de observação, dois pacientes (13,3 %) estão em classe funcional II e 13 (86,7%) em classe funcional I.

## Discussão

Diversas técnicas têm sido publicadas com preservação do subvalvar confirmando a melhora do desempenho ventricular, inclusive nos corações com importante comprometimento da função sistólica<sup>10-12</sup>. Poucos são os trabalhos onde não se verificaram benefícios com a preservação das cordas tendíneas<sup>13,14</sup>.

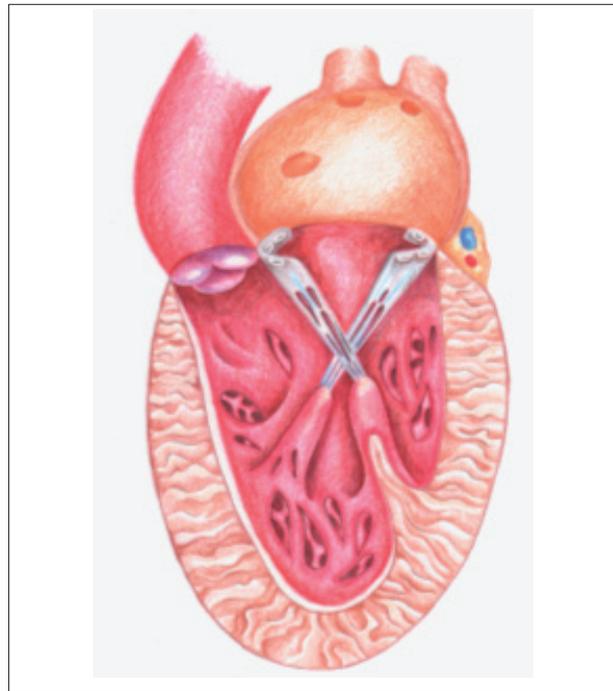
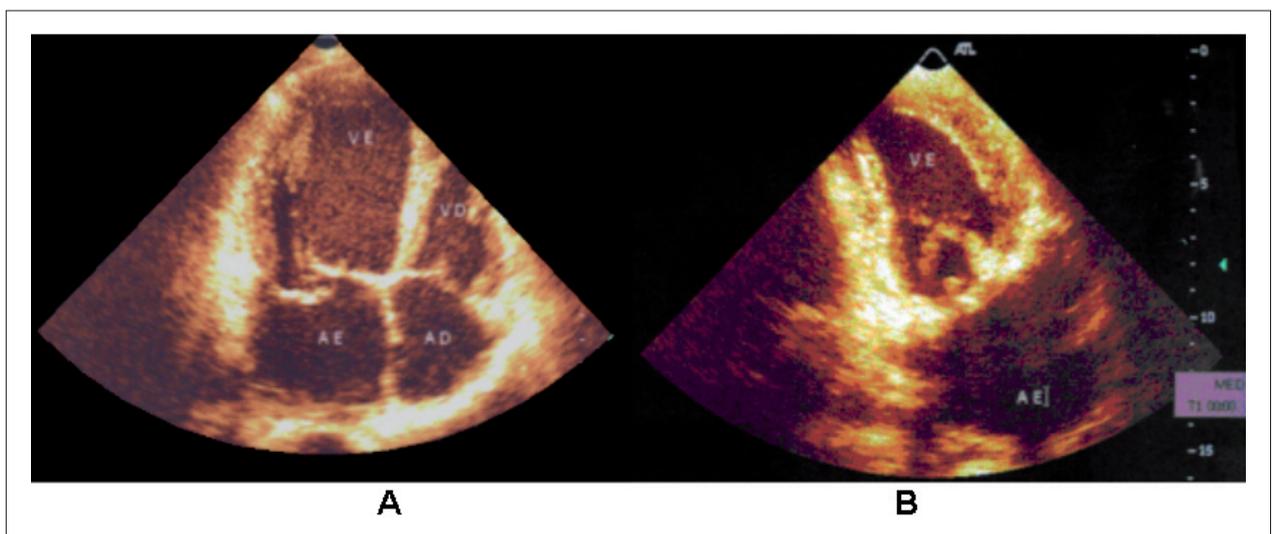


Fig. 1 - Representação esquemática da papilopexia cruzada.

Tabela 2 - Resultados

Parâmetros Ecocardiográficos	Pré-Operatório		Pós-Operatório		P
	Media	DP	Media	DP	
DDVE (mm)	65,3	8,7	51,5	8,6	<0,001
DSVE (mm)	44,3	9,1	35,2	11,1	<0,001
DAE (mm)	55,1	8,6	45,3	8,9	<0,001
VDF (ml)	229,7	85,0	130,5	51,7	<0,001
VSF (ml)	91,6	64,2	58,7	50,3	0,001
VS (ml)	138,0	41,0	78,5	30,8	0,002
FE (%)	62,9	14,0	61,9	11,7	0,684
Delta D (%)	32,1	9,4	32,2	8,7	0,917
Massa VE (g)	294,9	115,5	214,9	64,4	0,001
PSAP (mmHg)	53,4	13,1	32,9	7,9	<0,001

DDVE - Diâmetro diastólico do ventrículo esquerdo; DSVE - Diâmetro sistólico ventrículo esquerdo; D% - Percentual de encurtamento sistólico do ventrículo esquerdo; FE - Fração de ejeção; DAE - Diâmetro atrial esquerdo, VDF - Volume diastólico final; VSF - Volume sistólico final; VS - Volume sistólico, MC - Massa cardíaca; PSAP - Pressão sistólica na artéria pulmonar; MD - Média, DP - Desvio padrão.



**Fig. 2** - Imagens ecocardiográficas destacando a recuperação da forma mais elíptica do ventrículo esquerdo, seis meses após troca valvar mitral com papilopexia cruzada. A- Pré-operatório, B- Pós-operatório.

A avaliação ecocardiográfica é considerada um método adequado para fornecer informações sobre a geometria e o estado funcional do coração após a substituição da valva mitral, destacando-se ainda o caráter não invasivo deste método na aferição do comportamento do coração<sup>15</sup>.

Na presente investigação evidenciou-se que a morfologia ventricular esquerda foi transformada, o que se reflete na redução significativa dos diâmetros ventriculares. A tração exercida pelos músculos papilares impede a dilatação diastólica passiva e a perda desta força de contenção repercute na parede ventricular, pois a continuidade ânulopapilar regula a pré-carga ventricular, determinando a força de contração<sup>16</sup>. Foi observada redução do encurtamento da parede ventricular e discinesia tanto na zona adjacente à base dos papilares, quanto no pós-operatório de substituição valvar pela técnica convencional, refletindo diretamente o prejuízo que a falta de tensão exercida pelos papilares causa à parede ventricular<sup>17</sup>.

Tem sido descrita a recuperação do percentual de encurtamento nos corações em que foi preservado o subvalvar<sup>18</sup>, que associada ao desempenho da deformação torsional, reflete a contratilidade do cardiomiócito<sup>19</sup>. Na presente investigação, a avaliação do percentual de encurtamento sistólico apresentou discreta melhora. Apesar de não significativos, estes resultados podem ser admitidos como satisfatórios, visto o tempo de seguimento de apenas seis meses.

A redução da massa cardíaca expressa o remodelamento ventricular positivo, tendo-se observado, regressão da hipertrofia em 27,1% ( $p=0,001$ ), pela análise de variação de massa do ventrículo esquerdo. Por outro lado, a disfunção miocárdica nos pacientes com insuficiência mitral é geralmente mascarada porque parte da ejeção ventricular é descarregada em uma câmara de baixa pressão e resistência, o átrio esquerdo. Desta forma, a fração de ejeção dos pacientes com insuficiência mitral no pré-operatório pode estar superestimada<sup>20</sup>. Este detalhe

explica a constatação da diminuição da fração de ejeção, neste estudo, de 1,6% ( $p=0,684$ ) após seis meses de seguimento, a despeito da melhora das condições clínicas e do volume ejeetivo, resultados comuns a outros trabalhos<sup>16</sup>. Além disso, com a eliminação do fluxo regurgitante, o aumento da pós-carga é imediato, e o ventrículo esquerdo não adaptado passa a ejetar o sangue contra a resistência sistêmica. Isto tem sido considerado importante causa de deteriorização da função ventricular no pós-operatório dos pacientes com insuficiência mitral. Por outro lado, o prejuízo ventricular é menos pronunciado nas plastias mitrais, o que mostra que o aumento da pós-carga não traz explicação suficiente. Acredita-se, portanto, que a preservação do subvalvar no reparo mitral seja crucial para os melhores resultados.

Tais evidências justificam os esforços de pesquisa para aperfeiçoamento das técnicas operatórias correlatas. A viabilidade da papilopexia cruzada pode ser também confirmada, por não haver gerado restrição dos folhetos das próteses implantadas, e não causando obstrução na via de entrada do ventrículo esquerdo, o que também se reflete na recuperação da pressão sistólica da artéria pulmonar e no remodelamento atrial esquerdo. Observou-se redução significativa dos diâmetros atriais esquerdos ( $p<0,001$ ) e da pressão sistólica da artéria pulmonar em 38,5%. O remodelamento atrial esquerdo pode ser considerado fator prognóstico de melhora clínica e sobrevida após a substituição valvar<sup>21</sup>.

Na presença de regurgitação valvar aórtica, o que se aplica a 26,6% desta casuística, confirmou-se o benefício da técnica empregada. Nesses casos observa-se que não houve progressão da disfunção ventricular, condição patológica na qual é muito maior o potencial de dilatação e remodelamento diastólico nocivo.

Nos corações muito dilatados, com o aumento da distância interpapilar e seu reposicionamento mais acima na cavidade ventricular, o apoio dos papilares ao encurtamento longitudinal é restrito.

Na técnica de substituição valvar, originalmente descrita por

Miki e cols.<sup>22</sup>, os papilares tornam-se perfeitamente paralelos à parede ventricular, favorecendo o deslocamento mais amplo da parede e a esfericidade indesejável. A papilopexia cruzada, com a implantação de cada metade do folheto na comissura oposta tem por objetivo aumentar a tensão dos papilares agindo mais intensamente no remodelamento reverso do ventrículo esquerdo. Talvez os benefícios possam ser ainda mais acentuados nos casos de miocardiopatia dilatada, pretendendo que os papilares voltem a participar da contração ventricular.

A técnica empregada no presente estudo, ao mesmo tempo em que corrige a insuficiência mitral, tende à remodelação interna da cavidade ventricular e reduz o diâmetro da base do coração. Tal procedimento diminui a circunferência do anel mitral, através do implante de uma prótese um ou dois tamanhos menores que o anel atrioventricular esquerdo.

### Conclusão

Respeitadas as limitações por se tratar de estudo não randomizado, não comparativo, com amostra pequena e com seguimento de apenas seis meses, a papilopexia cruzada é uma alternativa técnica viável que possibilitou recuperação

geométrica das câmaras cardíacas esquerdas.

### Agradecimentos

Ao Departamento de Cardiologia da Santa Casa de Misericórdia de Goiânia: Ana Claudia Nogueira, Delzirene Pinheiro Botelho, Rômulo Sales, Luiz Rassi Júnior, e Antônio Calzada Machado, pelo apoio constante e competente.

### Potencial Conflito de Interesses

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

### Fontes de Financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

### Vinculação Acadêmica

Este artigo é parte de dissertação de mestrado de Geraldo Paulino Santana Filho pelo Núcleo de pós-graduação e pesquisa da Fundação Cardiovascular São Francisco de Assis - Servcor.

### Referências

1. Akins CW, Hilgenberg AD, Buckley MJ, Vlahakes GJ, Torchiana DF, Daggett VM, et al. Mitral valve reconstruction versus replacement for degenerative or ischemic mitral regurgitation. *Ann Thorac Surg.* 1994; 58 (3): 668-75.
2. Hennein HA, Swain JA, McIntosh CL, Bonow RO, Stone CD, Clark RE. Comparative assessment of chordal preservation versus chordal resection during mitral valve replacement. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1990; 99: 828-37.
3. Yun KL, Sintek CF, Miller C, Pfeiffer TA, Kochamba GS, Khonsari S, et al. Randomized trial comparing partial versus complete chordal-sparing mitral valve replacement: effects on the left ventricular volume and function. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2002; 123: 707-14.
4. Leal JC, Gregori F Jr, Galina LE, Thevenard R, Braile DM. Avaliação ecocardiográfica em pacientes submetidos à substituição de cordas tendíneas rotas. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2007; 22 (2): 184-91.
5. Buffolo E, Paula IM, Branco JNR, Carvalho ACC, Mantovan I C, Caputi G. Tratamento da insuficiência cardíaca terminal através da correção da insuficiência mitral secundária e remodelação ventricular. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2001; 16 (3): 203-11.
6. Gaiotto FA, Puig LB, Mady C, Fernandes F, Tossuniam CE, Pardi MM, et al. Substituição da valva mitral com tração dos músculos papilares em pacientes com miocardiopatia dilatada. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2007; 22 (1): 68-74.
7. Gomes OM. Papilopexia para preservação da degeneração miocárdica após substituição mitral. *Arq Bras Cardiol.* 1987; 49 (supl. 1): 165-9.
8. Gomes OM, Gomes ES, Santana Fº GP, Pontes JCDV, Benfatti RA. Nova abordagem técnica para papilopexia cruzada em operação de substituição valvar mitral: resultados imediatos. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2005; 20 (3): 340-5.
9. The Criteria Committee of the New York Heart Association. Nomenclature and Criteria for Diagnosis of Diseases of the Heart and Great Vessels. 9th ed. Boston (Mass): Little, Brown & Co; 1994. p. 253-6.
10. David TE, Uden DE, Strauss HD. The importance of mitral apparatus in the left ventricular function after correction of mitral regurgitation. *Circulation.* 1983; 68 (Suppl 2): S76-82.
11. Hetzer R, Bougioukas G, Franz M, Borst HG. Mitral valve replacement with preservation of papillary muscles and chordae tendinae: revival of a seemingly forgotten concept. I. Preliminary clinical report. *Thorac Cardiovasc Surg.* 1983; 31 (5): 291-6.
12. Okita Y, Miki S, Ueda Y, Tahata T, Sakai T. Left ventricular function after mitral valve replacement with or without chordal preservation. *J Heart Valve Dis.* 1995; 4 (Suppl. 2): S181.
13. Rastelli GC, Tsakiris AG, Frye RL, Kirklin J. Exercise tolerance and hemodynamic studies after replacement of canine mitral valve with and without preservation of chordae tendinae. *Circulation.* 1967; 35 (Suppl. 4): S34-S41.
14. Björk VO, Björk L, Malers E. Left ventricular function after resection of the papillary muscles in patients with total mitral valve replacement. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1964; 48 (4): 635-9.
15. Deutsch HJ, Curtis JM, Bongarth C, Behlke E, Boroski A, Vivie ER. Left ventricular geometry and function before and after mitral valve replacement. *J Heart Valve Dis.* 1994; 3: 288-94.
16. Goldman ME, Mora F, Guarino T, Fuster V, Mindich BP. Mitral valvuloplasty is superior to valve replacement for preservation of left ventricular function: an intraoperative two-dimensional echocardiographic study. *J Am Coll Cardiol.* 1987; 10: 568-75.
17. Pitarys CJ II, Forman MB, Panayiotou H, Hansen DE. Long term effects of excision of the mitral valve apparatus on global and regional ventricular function in humans. *J Am Coll Cardiol.* 1990; 15: 557-63.
18. Izumi C, Himura Y, Iga K, Gen K, Komeda M, Ueda Y. Relationship between papillary muscle size and benefit to cardiac function in mitral valve replacement with chordal preservation. *J Heart Valve Dis.* 2001; 10: 57-64.
19. De Anda A, Komeda M, Nikolic SD, Daughters GT, Ingels NB, Miller C. Left ventricular function, twist and recoil after mitral valve replacement. *Circulation.* 1995; 92 (Suppl. 2): II458-II466.
20. Gomez-Doblas JJ, Schor J, Vignola P, Weinber D, Traad E, Carrilo R. Left ventricular geometry and operative mortality in patients undergoing mitral valve replacement. *Clin Cardiol.* 2001; 24: 717-22.
21. Reed D, Abbott RD, Smucker ML, Kaul S. Prediction of outcome after mitral valve replacement in patients with symptomatic chronic mitral regurgitation: the importance of left atrial size. *Circulation.* 1991; 84: 23-34.
22. Miki S, Kusuwhara K, Ueda Y, Komeda M, Okita Y, Tahata T. Mitral valve replacement with preservation of chordae tendinae and papillary muscles. *Ann Thorac Surg.* 1988; 45: 28-32.