

# Correção da ruptura de cordas tendíneas na insuficiência mitral degenerativa pelo emprego de cordas padronizadas de pericárdio bovino

*Surgical repair of chordae tendineae rupture after degenerative valvular regurgitation using standardized bovine pericardium*

Francisco Gregori Júnior<sup>1</sup>, Moacir Fernandes de Godoy<sup>2</sup>, Celso Otaviano Cordeiro<sup>3</sup>, Alexandre Noboru Murakami<sup>3</sup>, Rogerio Teruya<sup>3</sup>, Sergio Shigueru Hayashi<sup>4</sup>, Wallace Kohata de Aquino<sup>5</sup>, Luiz Eduardo Gallina<sup>6</sup>

DOI: 10.5935/1678-9741.20130007

RBCCV 44205-1440

## Resumo

**Objetivo:** Avaliar, clinicamente e pelo ecodopplercardiograma, o funcionamento da valva mitral em 22 pacientes submetidos à correção do refluxo valvar com substituição das cordas tendíneas nativas por cordas padronizadas de pericárdio bovino.

**Métodos:** Os pacientes apresentavam insuficiência mitral degenerativa. Quatorze (63,6%) pacientes eram do gênero masculino e a idade variou de 19 a 76 anos (média 56,8±13,8 anos). As cordas de pericárdio bovino foram tratadas com glutaraldeído, com reforço de suas extremidades transversais formando um trapézio.

**Resultados:** Um (4,5%) paciente faleceu no pós-operatório imediato em síndrome de baixo débito cardíaco e três (13,6%) no pós-operatório tardio. Uma (4,5%) paciente foi reoperada. As curvas atuariais de sobrevivência livre de

óbitos por causa cardiovascular e livres de reoperações para os pacientes que deixaram o hospital (21) demonstraram taxas de 82,0±9,8% e 83,9±10,4%, aos 70 meses de pós-operatório, respectivamente. Dezesete (77,3%) pacientes estão vivos com a própria valva. Dos 17 pacientes vivos com a própria valva 16 (94,1%) estão em classe funcional I. O ecodoppler pós-operatório (média de 41 meses; 4 a 70 meses) demonstrou ausência de regurgitação mitral em 11 (64,7%) pacientes e regurgitação discreta em cinco (29,4%).

**Conclusão:** A técnica de implante de cordas padronizadas de pericárdio bovino para substituição de cordas tendíneas da valva mitral em pacientes com insuficiência mitral degenerativa demonstrou resultados bastante satisfatórios.

**Descritores:** Insuficiência da valva mitral. Músculos papilares. Cordas tendinosas. Pericárdio.

1. Professor Associado, Chefe da Disciplina de Cirurgia Cardíaca da Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, Brasil – Idealizador do estudo; coleta de dados; discussão; redação.
2. Professor Adjunto e Livre-Docente no Departamento de Cardiologia e Cirurgia Cardiovascular da Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto (Famerp), Diretor Adjunto de Ensino da Famerp, São José do Rio Preto, SP, Brasil – Análise Estatística / Discussão.
3. Cirurgião do Hospital Evangélico de Londrina e Hospital João de Freitas de Arapongas, Londrina, PR, Brasil – Coleta de dados; discussão.
4. Cardiologista do Hospital Evangélico de Londrina, Londrina, PR, Brasil – Coleta de Dados; discussão.
5. Cardiologista do Hospital Evangélico de Londrina, Londrina, PR, Brasil – Discussão.
6. Cardiologista do Hospital João de Freitas de Arapongas, Arapongas, PR, Brasil – Discussão.

Trabalho realizado no Departamento de Clínica Cirúrgica da Universidade Estadual de Londrina (UEL), Hospital Evangélico de Londrina e Hospital Regional João de Freitas de Arapongas, Paraná, Brasil. Departamento de Cardiologia e Cirurgia Cardiovascular da Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto (Famerp), São José do Rio Preto, SP, Brasil.

Endereço para correspondência

Moacir F. Godoy

Rua Garabed Karabashian, 570

São José do Rio Preto, SP, Brasil – CEP: 15070-600

E-mail: mf60204@gmail.com

Artigo recebido em 27 de janeiro de 2013

Artigo aprovado em 28 de fevereiro de 2013

Abreviações, acrônimos & símbolos	
AE	Diâmetro átrio esquerdo
AVM	Área valvar mitral
FE	Fração de ejeção
GTVM	Gradiente transvalvar médio mitral
NYHA	New York Heart Association
PD2VE	Pressão diastólica final do ventrículo esquerdo
PTFE	Politetrafluoretileno
VDFVE	Volume diastólico final do ventrículo esquerdo

#### Abstract

**Objective:** To evaluate clinically and by Doppler Echocardiography 22 patients submitted to mitral valve repair after valvular regurgitation using standardized bovine pericardium chordae.

**Methods:** The patients had degenerative mitral regurgitation. Fourteen (63.6%) patients were male and the age ranged from 19 to 76 years (mean  $56.8 \pm 13.8$  years). The strings of bovine pericardium treated with glutaraldehyde were reinforced in its transverse ends forming a trapezoid.

## INTRODUÇÃO

Se não a mais frequente, seguramente uma das mais importantes causas da insuficiência mitral tem sido a ruptura de cordas tendíneas, estando presente em todas as etiologias, especialmente na degenerativa. As rupturas de cordas, levando ao prolapso da cúspide correspondente, foram tratadas cirurgicamente no início da cirurgia com circulação extracorpórea por McGoon [1], por meio da plicatura da porção prolapsada da cúspide.

Os resultados iniciais foram bons, porém em longo prazo culminaram com a diminuição da mobilidade da cúspide, especialmente a anterior. Merendino et al. [2] propuseram a ressecção da cúspide posterior da valva mitral, eliminando assim o prolapso e suturando borda a borda essa cúspide, precedida de plicatura posterior do anel mitral. Essa técnica tem sido empregada até os dias atuais, com excelentes resultados, limitando-se, porém, às rupturas de cordas da cúspide posterior [3]. Os maus resultados com as ressecções da cúspide anterior da valva mitral levaram Carpentier et al. [4] a introduzirem a técnica de transferência de cordas da cúspide posterior para a cúspide anterior da valva mitral em casos de ruptura de cordas tendíneas.

A criação de nova corda a partir de retalho de tecido da cúspide anterior foi proposta por Gregori et al. [5], para a correção de prolapso, nos casos de ruptura de cordas da cúspide anterior. No entanto, essa técnica ficou reservada para os casos em que há exuberância de tecidos, fato comum na doença degenerativa. Desde janeiro de 1991, temos empregado uma técnica para a correção do prolapso da cúspide anterior da valva mitral secundário

**Results:** One patient (4.5%) died in the immediate postoperative period with in low cardiac output syndrome and three (13.6%) in the late postoperative period. One patient (4.5%) was reoperated. The actuarial curves for survival free of death from cardiovascular causes and free from reoperation for patients who left the hospital (21), showed rates of  $82.0 \pm 9.8\%$  and  $83.9 \pm 10.4\%$  at 70 months postoperatively, respectively. Seventeen patients (77.3%) are alive with native valves. Of the 17 patients alive with native valves 16 (94.1%) were in functional class I. The Doppler Echocardiography postoperatively (mean 41 months, 4-70 months), showed no mitral regurgitation in 11 (64.7%) patients and mild regurgitation in five (29.4%).

**Conclusion:** The technique of standard cords of bovine pericardium implantation to replace chordae tendineae of the mitral valve in patients with degenerative mitral regurgitation showed satisfactory results.

**Descriptors:** Mitral valve insufficiency. Papillary muscles. Chordae Tendineae. Pericardium.

à ruptura de cordas tendíneas, com bons resultados. Consiste no fornecimento de cordas tendíneas a partir da transferência parcial da valva tricúspide para a valva mitral [6]. O prolapso valvar tem sido tratado por outras técnicas que tentam evitar qualquer tipo de restrição à mobilidade da cúspide anterior da valva mitral, como a confecção de cordas artificiais de pericárdio bovino [7] ou de politetrafluoretileno (PTFE) [8].

Desde 2006, temos empregado uma prótese para substituição de cordas tendíneas rotas [9,10]. Trata-se de cordas tendíneas pré-moldadas de pericárdio bovino conservado em glutaraldeído. A técnica empregada é similar à transferência parcial da valva tricúspide para a valva mitral para o fornecimento de novas cordas [6].

O objetivo deste estudo é apresentar a evolução pós-operatória de uma série consecutiva de pacientes portadores de insuficiência mitral degenerativa secundária a ruptura de cordas tendíneas, submetidos à cirurgia reparadora com implante de cordas pré-moldadas de pericárdio bovino tratado em glutaraldeído e anticalcificantes.

## MÉTODOS

Foram estudados, prospectivamente, 22 pacientes submetidos à cirurgia reparadora da valva mitral insuficiente de causa degenerativa, no período de maio de 1996 a maio de 2012. Esses pacientes eram portadores de prolapso da valva mitral por ruptura de cordas tendíneas levando a regurgitação valvar. Foram operados, consecutivamente, pelo mesmo cirurgião, no Hospital Evangélico de Londrina (Londrina, PR, Brasil) e Hospital João de Freitas de Araçongas (Araçongas, PR,

Brasil), pela técnica de substituição de cordas tendíneas rotas pelo implante de cordas premoldadas de pericárdio bovino tratado em glutaraldeído e anticalcificantes (Braile Biomédica, São José do Rio Preto, SP, Brasil).

Os dados clínicos pré-operatórios dos pacientes encontram-se na Tabela 1. Quatorze (63,6%) pacientes eram do sexo masculino e oito (36,4%), do sexo feminino. A idade dos pacientes variou de 19 a 76 anos, com média de 56,8±13,8 anos.

Todos os pacientes apresentavam insuficiência mitral de etiologia degenerativa, sendo degeneração fibroelástica em 16 (72,7%) pacientes e síndrome de Barlow em seis (27,3%). Quinze (68,2%) pacientes encontravam-se na classe funcional III e sete (31,8%) na classe IV da New York Heart Association (NYHA).

A ausculta da valva mitral demonstrou sopro sistólico regurgitativo em todos os pacientes, sendo importante em 13 (59,1%) e muito importante em nove (40,9%). A fibrilação atrial estava presente em quatro (18,2%) pacientes. O diagnóstico clínico foi comprovado pelo estudo ecodopplercardiográfico e hemodinâmico quando

então a cirurgia foi indicada. Cinco (22,7%) pacientes apresentavam insuficiência tricúspide, um (4,5%), comunicação interatrial e um (4,5%), insuficiência coronária crônica.

Os dados hemodinâmicos pré-operatórios encontram-se na Tabela 2.

Ao exame hemodinâmico, realizado em 21 pacientes, a regurgitação mitral era moderada em cinco (23,8%) e importante em 16 (76,2%) pacientes. Quanto à contratilidade do ventrículo esquerdo observada pela cineventriculografia encontramos: normal em oito (38,1%) pacientes, hipocinesia discreta do ventrículo esquerdo em cinco (23,8%), moderada em seis (28,6%) e hipocinesia importante em dois (9,5%). A média da pressão diastólica final do ventrículo esquerdo (PD<sub>2</sub>VE) era de 19,8 mmHg (variando de 12 a 31 mmHg).

Em todos os pacientes, duas alterações estiveram sempre presentes, ruptura de cordas tendíneas e dilatação do anel da valva mitral. Em 13 (59,1%) pacientes, a ruptura de cordas era na cúspide anterior da valva mitral, em oito (36,4%), na cúspide posterior e em um (4,5%), em ambas as cúspides.

Tabela 1. Dados clínicos pré-operatórios dos pacientes

No.	Paciente	Sexo	Idade	Diag	DiagAssoc	Etiol	CF	SSFM
1	VG	M	61	IM	IT	DFE	IV	++++
2	CLSF	F	51	IM	-	DFE	III	+++
3	JR	M	59	IM	-	DFE	III	+++
4	AM	M	58	IM	CIA	DFE	III	+++
5	AMB	M	53	IM	-	DFE	III	+++
6	SFN	F	23	IM	IT	DFE	III	+++
7	ATF	F	68	IM	ICO	DFE	III	+++
8	GMG	F	69	IM	IT	DFE	III	+++
9	JAO	M	61	IM	-	DFE	IV	++++
10	PSM	M	19	IM	-	DFE	IV	++++
11	AC	M	72	IM	-	DFE	III	+++
12	SM	M	76	IM	-	BARLOW	IV	++++
13	NAN	F	45	IM	-	DFE	III	+++
14	GAL	M	55	IM	-	DFE	III	+++
15	JC	M	66	IM	-	BARLOW	IV	++++
16	MAT	F	53	IM	-	DFE	III	+++
17	MLPS	F	62	IM	-	DFE	III	+++
18	AR	M	53	IM	-	BARLOW	IV	++++
19	HJA	M	55	IM	-	DFE	IV	+++
20	JAL	F	70	IM	IT	BARLOW	III	++++
21	RF	M	62	IM	IT	BARLOW	III	++++
22	ABR	M	58	IM	-	BARLOW	III	++++
Média ± DP			56,8 ± 13,8					

M = Masculino, F = Feminino, CF = Classe Funcional (NYHA), Diag = Diagnóstico, Diag Assoc = Diagnóstico Associado, Etiol = Etiologia, SSFM = Sopro Sistólico no Foco Mitral, IM = Insuficiência Mitral, IT = Insuficiência Tricúspide, CIA = Comunicação Interatrial, ICO = Insuficiência Coronária, DFE = Degeneração Fibroelástica, Barlow = Síndrome de Barlow, DP = desvio=padrão

Tabela 2. Dados hemodinâmicos pré-operatórios.

No.	Paciente	Sexo	Data Cat	Data Cir	Cont VE	RM	PD <sub>2</sub> VE
1	VG	M	15/05/06	31/05/06	Hipo Import	Import	30
2	CLSF	F	04/08/06	29/08/06	Normal	Import	18
3	JR	M	06/06/06	20/09/06	Normal	Import	31
4	AM	M	26/09/06	09/10/06	Normal	Mod	15
5	AMB	M	17/04/06	16/10/06	HipoDisc	Mod	16
6	SFN	F	-	14/11/06	-	-	-
7	ATF	F	08/11/06	04/12/06	Normal	Import	25
8	GMG	F	03/05/06	06/12/06	Normal	Import	20
9	JAO	M	22/12/06	29/01/07	HipoMod	Import	16
10	PSM	M	12/01/07	12/02/07	HipoMod	Import	28
11	AC	M	14/02/07	27/02/07	HipoDisc	Import	20
12	SM	M	21/05/07	30/05/08	HipoDisc	Import	15
13	NAN	F	02/08/08	19/08/08	HipoDisc	Mod	14
14	GAL	M	28/11/08	15/12/08	HipoMod	Import	24
15	JC	M	13/07/09	19/08/09	Normal	Import	15
16	MAT	F	10/09/09	17/09/09	HipoDisc	Import	12
17	MLPS	F	08/10/09	31/03/10	Normal	Import	24
18	AR	M	12/03/10	20/05/10	HipoMod	Mod	12
19	HJA	M	28/09/10	06/10/10	HipoMod	Import	15
20	JAL	F	20/10/10	03/11/10	HipoMod	Import	22
21	RF	M	05/01/11	16/03/11	Hipo Import	Import	23
22	ABR	M	28/02/12	05/03/12	Normal	Mod	21
Média							19,8 [12 a 31]

*Hipo Disc = Hipocinesia discreta, HipoMod = Hipocinesia moderada, Hipo import = Hipocinesia importante, Data cat = Data do cateterismo, Data Cir = Data da cirurgia, Cont VE = Contratilidade do ventrículo esquerdo, RM = Regurgitação mitral, PD<sub>2</sub>VE = Pressão diastólica final do ventrículo esquerdo*

### A Prótese

As cordas pré-moldadas de pericárdio bovino foram confeccionadas em monobloco (Braile Biomédica, São José do Rio Preto, SP, Brasil), com a forma de um trapézio, com reforço de pericárdio bovino ou Dacron nas suas traves superior e inferior. As cordas pré-moldadas são em número de cinco a sete, com comprimento variando de 20 a 35 mm. Sua largura é de 2 mm e distam entre si por 3 mm. A padronização das cordas foi confirmada pelo uso de medidores de aço, correspondendo ao tamanho das próteses. O pericárdio bovino foi tratado com glutaraldeído a 0,5%, submetido a tratamento anticalcificante com ácido glutâmico e preservado em solução de formaldeído a 4%. Testes de resistência e durabilidade demonstraram níveis de ruptura de aproximadamente 15 kg/cm<sup>2</sup> [11].

As próteses foram implantadas em números 35, 30, 25 e 20 em um (4,5%), 12 (54,5%), sete (31,8%) e dois (9,1%) pacientes, respectivamente. O tamanho da prótese foi determinado baseado na distância do topo do músculo papilar ao bordo livre da cúspide em sua posição original, não prolapsada. Treze (59,1%) pacientes receberam próteses para a cúspide anterior, oito (36,4%) para a cúspide posterior e um (4,5%) para ambas. O implante da prótese começa com

a fixação da parte menor do trapézio no topo do músculo papilar associado às cordas rotas, utilizando-se um ponto em U de polipropileno 5-0, ancorado em almofada de Dacron. Em sequência, a trave maior do trapézio será suturada no bordo livre da cúspide mitral comprometida, com suturas interrompidas de polipropileno 5-0. A prótese com cinco a sete cordas no seu formato original pode ser reduzida para até duas cordas, se necessário. Pode também ter sua haste superior (maior) dividida, podendo, assim, serem as duas partes superiores suturadas às cúspides anterior e posterior ao mesmo tempo, corrigindo ocasionais prolapsos das duas cúspides.

### Técnicas Reparadoras Associadas (Tabela 3)

Anuloplastia – A dilatação do anel mitral, presente em todos os casos, foi corrigida com o emprego do anel protético Gregori-Braile® [12]. Em associação, em dois (91%) casos, foi realizada plicatura do anel mitral próximo à comissura pósteromediana pela técnica de Wooler et al. [13]. Essa prótese é uma hemi-elipse industrializada e disponível comercialmente (Braile Biomédica, São José do Rio Preto, SP, Brasil). Sua forma assemelha-se ao anel de Carpentier sem a haste anterior, e apresenta

uma modificação na sua metade direita. Trata-se de uma retificação de curva do anel. Assim sendo, a prótese tem a forma de uma hemi-elipse, sendo a curvatura direita retificada. O material empregado é aço inoxidável 316, de grau médico, revestido por uma camada de borracha de silicone e, finalmente, por veludo de Dacron. Apresenta-se em vários tamanhos, de acordo com diversas dimensões do anel mitral. A escolha do anel ideal baseou-se, exclusivamente, na distância entre os trígonos fibrosos, que, em geral, correspondem às projeções das comissuras no anel mitral do paciente, não importando o diâmetro ântero-posterior.

A fixação da prótese ao anel mitral foi feita com fios de poliéster 2-0 passados em “U”, inicialmente no anel mitral 1 a 2 mm afastados e, em seguida, na parte externa do anel protético. Os dois pontos iniciais que correspondem aos extremos da prótese são aplicados no anel mitral, na altura da projeção das comissuras, de tal forma que, após a fixação da prótese, a cúspide posterior vá ao encontro da anterior, e o que é importante, a porção póstero-medial desloca-se mais acentuadamente em sentido ântero-lateral,

corrigindo dessa maneira a dilatação existente. Em dois (9,1%) pacientes, foi realizada anuloplastia de Wooler et al. [13], para corrigir a dilatação exagerada do anel posterior da valva mitral próximo à comissura póstero-medial.

Encurtamento de cordas – O encurtamento de cordas foi realizado em oito (36,4%) pacientes. Em dois (9,1%) desses pacientes, o encurtamento de cordas foi realizado segundo Carpentier et al. [14], com incisão longitudinal do músculo papilar e sepultamento intrapapilar da corda alongada. Em dois (9,1%) pacientes, foi empregado encurtamento segundo método descrito por Gregori Júnior et al. [15]. Realizamos uma pequena incisão na cúspide anterior próximo ao feixe de cordas alongadas, sendo tracionado através da incisão e, em seguida, fixado à superfície da cúspide anterior. Em quatro (18,2%) pacientes, empregamos a técnica de Frater et al. [7], ou seja, a fixação da corda alongada na face interna da cúspide anterior. Menores encurtamentos são conseguidos com essa técnica. Eventualmente, utilizamos os três métodos descritos para o encurtamento de cordas alongadas em um mesmo paciente.

Tabela 3. Técnicas reparadoras associadas

No.	Paciente	Data Cir	Anulo	Técnicas	Cordas No.	TCEC	TAM
1	VG	31/05/06	ANEL	DeVega	A 30	94	41
2	CLSF	29/08/06	ANEL	ENC. CORDAS GREGORI	A 20	98	63
3	JR	20/09/06	ANEL	RES. CALCIF ENC. CORDAS FRATER/CARP	A 30	98	66
4	AM	09/10/06	ANEL	ENC. CORDAS CARP/ FECH CIA	P 30	92	52
5	AMB	26/10/06	ANEL	MERENDINO + RES. CUSP ANT	P 30	117	62
6	SFN	14/11/06	ANEL	ENC. CORDAS FRATER	P 20	90	27
7	ATF	04/12/06	ANEL	MERENDINO + MMDA	P 30	87	48
8	GMG	06/12/06	ANEL	ENC. CORDAS CARP+DeVega	P 30	75	26
9	JAO	29/01/07	ANEL	MERENDINO + ENC. CORDAS GREGORI	A 30	100	58
10	PSM	12/02/07	ANEL	MERENDINO	P 35	81	44
11	AC	27/02/07	ANEL	AMPL CUSP POST	A 25	182	123
12	SM	30/05/08	ANEL	-	A+P 30	120	61
13	NAN	19/08/08	ANEL	ENC. CORDAS FRATER	A 25	71	37
14	GAL	15/12/08	ANEL	-	A 30	99	52
15	JC	19/08/09	ANEL	-	P 25	97	57
16	MAT	17/09/09	ANEL	-	A 25	67	22
17	MLPS	31/03/10	ANEL	-	A 25	82	42
18	AR	20/05/10	ANEL	MERENDINO	P 30	100	41
19	HJA	06/10/10	ANEL	-	A 25	85	34
20	JAL	03/11/10	ANEL + WOOLER	DeVega	A 30	86	51
21	RF	16/03/11	ANEL	MERENDINO ENC. CORDAS CARP + DeVega	A 25	121	59
22	ABR	05/03/12	ANEL + WOOLER	MERENDINO	A 30	151	79
Média						100	52

Data Cir = Data da cirurgia, Anulo = Tipo de anuloplastia, TCEC = Tempo de circulação extracorpórea, TAM = Tempo de anóxia do miocárdio, Enc = Encurtamentos, RES = Ressecção, Calcif = Calcificação, Carp = Carpentier, CuspAnt = Cúspide anterior, Cusp Post = Cúspide posterior, MMDA = Mamaria/artéria coronária descendente anterior, Amplcusp post = Ampliação da cúspide posterior, A = Anterior, P = Posterior, Fech CIA = Fechamento de Comunicação Interatrial

Ressecção de cúspide – Em oito (36,4%) pacientes, realizamos ressecções de cúspides, sendo quadrangulares na cúspide posterior [2] em sete pacientes e triangular na cúspide anterior em um [1]. Evitamos esse último procedimento na cúspide anterior, pois poderia levar a estenose mitral, por diminuição da mobilidade da mesma cúspide. Após ressecção quadrangular da cúspide posterior e prolapso da cúspide posterior corrigido, os dois bordos da cúspide foram aproximados e suturados com pontos separados de polipropileno 5-0.

Ampliação de cúspide – Em um (4,5%) paciente, realizamos ampliação de cúspide posterior da valva mitral com retalho de pericárdio bovino, para, com isso, facilitar a melhor coaptação da cúspide posterior à anterior.

#### **Outras Técnicas Cirúrgicas Associadas**

Quatro (18,2%) pacientes com insuficiência funcional da valva tricúspide foram submetidos à anuloplastia segundo a técnica descrita por DeVega [16], que consiste na cerclagem do anel tricúspide para fugir da zona correspondente à passagem do feixe de condução junto ao nó atrioventricular. Um (4,5%) paciente teve sua comunicação interatrial fechada e outro (4,5%) foi submetido à revascularização do miocárdio com artéria torácica interna para o ramo interventricular anterior da artéria coronária esquerda.

#### **Avaliação Clínica Pós-Operatória**

Foram observadas as mortalidades hospitalar e tardia, o índice de reoperação decorrente de falha da cirurgia reparadora, além da morbidade pós-operatória. Os pacientes sobreviventes (17) foram avaliados, clinicamente, num tempo médio de pós-operatório de 47 meses (variando de 4 a 70 meses). Assim como no pré-operatório, os pacientes foram classificados de acordo com o estado clínico, segundo a classificação sintomatológica da NYHA. Ao exame físico, neste mesmo período, a ausculta da valva mitral foi analisada quanto à presença de sopros.

#### **Avaliação Ecodopplercardiográfica**

Dezessete pacientes foram submetidos ao estudo ecodopplercardiográfico para avaliação de função ventricular esquerda, diâmetro do átrio esquerdo, área da valva mitral, gradiente transvalvar médio, volume diastólico final do ventrículo esquerdo e grau de refluxo valvar. A classificação ecodopplercardiográfica da insuficiência mitral foi baseada na extensão e magnitude do jato regurgitante na sístole do ventrículo esquerdo. Foram analisados os seguintes índices: fração de ejeção (FE) do ventrículo esquerdo, diâmetro do átrio esquerdo (AE), área valvar mitral (AVM), gradiente transvalvar médio mitral (GTVM) e volume diastólico final do ventrículo esquerdo

(VDFVE). O tempo médio de avaliação pós-operatória dos 17 pacientes sobreviventes foi de 47 meses (variando de 4 a 70 meses).

#### **Análise Estatística**

Foram obtidas a curva atuarial de sobrevivência livre de óbitos e a curva atuarial de sobrevivência livre de reoperações para o total (22) de pacientes e para os 21 pacientes que receberam alta hospitalar e acompanhados ambulatorialmente [17].

#### **RESULTADOS**

Os dados clínicos pós-operatórios estão apresentados na Tabela 4. Ocorreu um óbito no pós-operatório imediato (4,5%), em síndrome de baixo débito cardíaco, em paciente de 70 anos, com diagnóstico de insuficiência mitral e insuficiência tricúspide associada e portadora de síndrome de Barlow. A anuloplastia mitral consistiu no emprego do anel Gregori-Braile e a anuloplastia tricúspide realizada com técnica de DeVega [6].

Não ocorreram fenômenos tromboembólicos nem hemólise no pós-operatório. Quatro pacientes que apresentavam fibrilação atrial no pré-operatório continuaram com arritmia no pós-operatório tardio. Duas (9,1%) pacientes necessitaram de reoperação aos 35 e 46 meses, para substituição da valva mitral, esta última falecendo em síndrome de baixo débito cardíaco nas primeiras horas após chegar ao Centro de Terapia Intensiva. Em ambas as pacientes, a técnica de encurtamento de cordas foi associada e em nenhuma delas havia comprometimento das cordas de pericárdio bovino implantadas na cúspide posterior. Houve evolução da degeneração fibroelástica, comprometendo principalmente a cúspide anterior da valva mitral que não recebeu cordas artificiais.

Dois pacientes faleceram com um mês e aos 12 meses de pós-operatório, subitamente, estando previamente em classe funcional I, um deles sem refluxo mitral e o outro com refluxo discreto ao ecodopplercardiograma. No primeiro paciente, foi documentada fibrilação ventricular ao monitor do eletrocardiógrafo da UTI móvel. Esses pacientes apresentavam hipocontratilidade grave do ventrículo esquerdo à cineventriculografia pré-operatória, além de elevada pressão diastólica final do ventrículo esquerdo. O total de óbitos tardios, portanto, foi de 3 (13,6%) pacientes, se somados estes dois óbitos ao da reoperação após troca valvar. Dezoito (81,8%) pacientes estão vivos e 17 (77,3%) vivos com própria valva. Dezesseis (94,1%) de 17 pacientes sobreviventes encontram-se em classe funcional I e um (5,9%) em classe funcional II (NYHA). Em quinze (88,2%) pacientes não há sopros na valva mitral e, em dois (11,8%), há presença de sopro sistólico discreto, um (5,9%) deles associado a sopro

diastólico no foco mitral. A curva atuarial de sobrevivência livre de óbitos dos 22 pacientes por causa cardiovascular demonstrou probabilidade de sobrevivência aos 70 meses de  $78,3 \pm 10,1\%$  (Figura 1).

A curva atuarial de sobrevivência dos pacientes que deixaram o hospital e permaneceram em acompanhamento ambulatorial (21) demonstrou probabilidade de sobrevivência aos 70 meses de  $82,0 \pm 9,8\%$  (Figura 2).

Tabela 4. Dados clínicos pós-operatórios

No.	Paciente	Sexo	Idade	Data Cir	Data Evol	Evol	CF	SSFm	SDFM
1	VG	M	61	31/05/06	12 M	OB TARDIO SÚBITO	-	-	-
2	CLSF	F	51	29/08/06	16/06/12	BOA	I	0	0
3	JR	M	59	20/09/06	15/05/12	BOA	I	0	0
4	AM	M	58	09/10/06	18/07/12	BOA	I	0	0
5	AMB	M	53	16/10/06	19/06/12	BOA	I	0	0
6	SFN	F	23	14/11/06	22/10/09	REOP. P/TVM	-	0	0
7	ATF	F	68	04/12/06	20/04/12	BOA	I	-	-
8	GMG	F	69	06/12/06	05/08/10	OB TARDIO NA REOP TVM	-	0	0
9	JAO	M	61	29/01/07	11/06/12	BOA	I	0	0
10	PSM	M	19	12/02/07	11/06/12	BOA	II	+	+
11	AC	M	72	27/02/07	20/07/12	BOA	I	+	0
12	SM	M	76	30/05/08	20/07/12	BOA	I	0	0
13	NAN	F	45	19/08/08	12/06/12	BOA	I	0	0
14	GAL	M	55	15/12/08	13/03/12	BOA	I	0	0
15	JC	M	66	19/08/09	05/07/12	BOA	I	0	0
16	MAT	F	53	17/09/09	03/01/12	BOA	I	0	0
17	MLPS	F	62	31/03/10	04/06/12	BOA	I	0	0
18	AR	M	53	20/05/10	15/06/12	BOA	I	0	0
19	HJA	M	55	06/10/10	11/07/12	BOA	I	0	0
20	JAL	F	70	03/11/10	-	OB IMED SBDC	-	-	-
21	RF	M	62	16/03/11	1 M	OB TARDIO FV	-	-	-
22	ABR	M	58	05/03/12	04/07/12	BOA	I	0	0

Evol = Evolução, Data Evol = Data da Evolução, CF = Classe Funcional, SSFM = Sopro Sistólico Foco Mitral, SDFM = Sopro Diastólico Foco Mitral, M = Masculino, F = Feminino, Ob Tardio = Óbito tardio, Ob Imed = Óbito Imediato, Reop = Reoperação, TVM = Troca Valvar Mitral, FV = Fibrilação Ventricular, SBDC = Síndrome de Baixo Débito

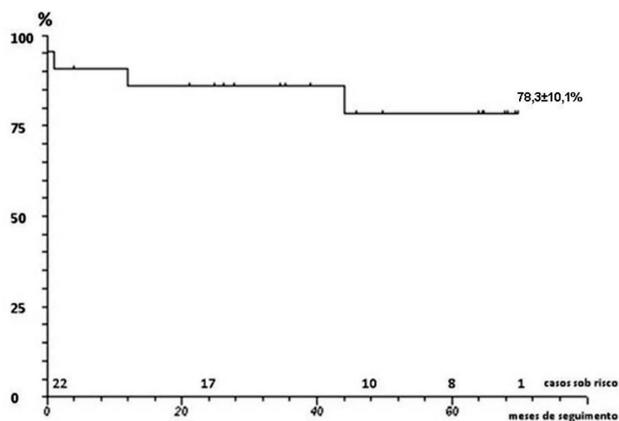


Fig. 1 – Curva atuarial de sobrevivência do total de pacientes (22). Observa-se que  $78,3 \pm 10,1\%$  dos pacientes estão vivos após 70 meses de seguimento

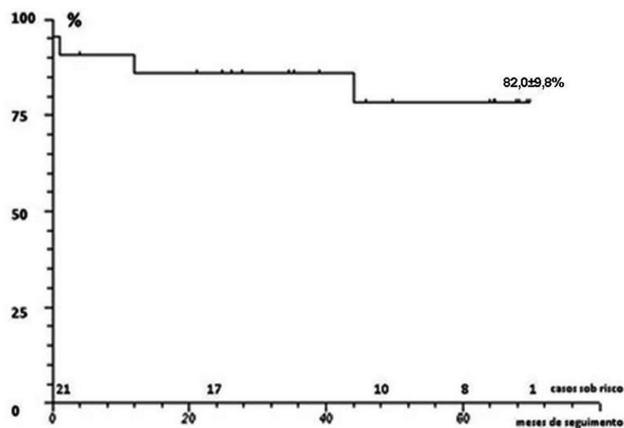


Fig. 2 – Curva atuarial de sobrevivência dos pacientes que deixaram o hospital e foram acompanhados ambulatorialmente (21). Observa-se que  $82,0 \pm 9,8\%$  estão vivos aos 70 meses de pós-operatório

A avaliação ecodopplercardiográfica foi realizada nos 17 pacientes sobreviventes, entre os meses de janeiro e julho de 2012, com tempo médio de evolução pós-operatória de 47 meses (variando de 4 a 70 meses). A função ventricular esquerda medida pela FE mostrou um índice médio de 0,59 (variando de 0,27 a 0,76). O diâmetro médio do átrio esquerdo foi de 4,5 cm (variando de 3,0 a 6,9 cm). A média da AVM avaliada foi de 2,9 cm<sup>2</sup> (variando de 1,6 a 4,5 cm<sup>2</sup>), sendo satisfatória em todos, exceto em um (1,6 cm<sup>2</sup>) paciente. A média do GTVM foi de 3,3 mmHg (variando de 1 a 9 mmHg), com valores insignificantes em todos os pacientes, exceto um. A média do VDFVE foi de 141 ml (variando de 83 a 247 ml), estando normal em 12 (70,5%).

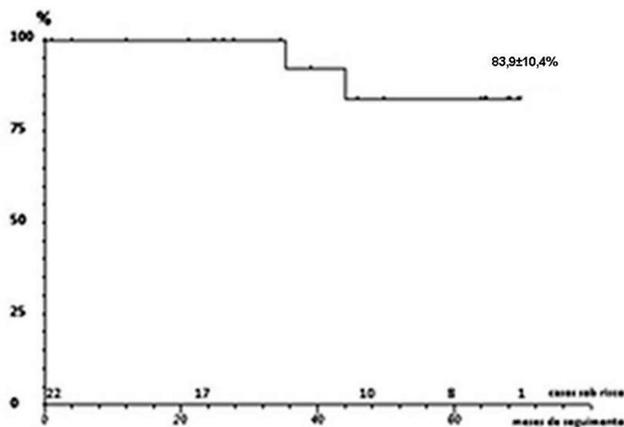


Fig. 3 – Curva atuarial de sobrevivência do método cirúrgico, ou seja, da prótese implantada na valva mitral (22 pacientes). Observa-se que  $83,9 \pm 10,4\%$  das próteses estão livres de disfunção aos 70 meses de pós-operatório

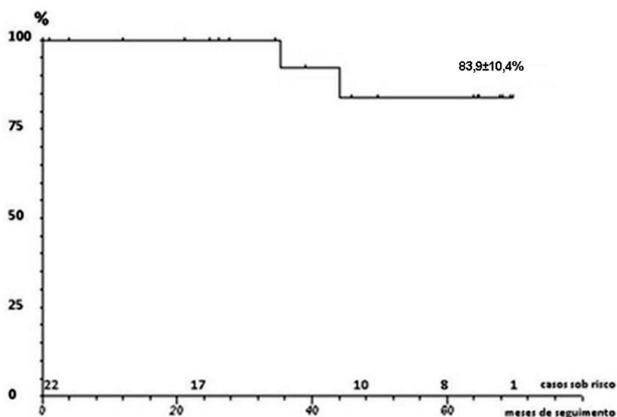


Fig. 4 – Curva atuarial livre de reoperações para os 21 pacientes que receberam alta hospitalar e foram seguidos ambulatorialmente, aos 70 meses de pós-operatório ( $83,9 \pm 10,4\%$ )

A análise da competência valvar mostrou ausência de regurgitação mitral em 11 (64,7%) dos 17 pacientes sobreviventes analisados, regurgitação discreta em cinco (29,4%) e discreta/moderada em um (5,9%). Portanto, competência satisfatória da valva mitral foi observada em 94,1% dos casos. Regurgitação discreta da valva tricúspide foi observada em quatro (23,5%) pacientes e regurgitação discreta da valva aórtica em quatro (23,5%). A curva atuarial de livres de reoperações após o implante de cordas padronizadas de pericárdio bovino tratado com glutaraldeído e com anticálcificantes, para substituição de cordas tendíneas rotas da valva mitral era aos 70 meses de pós-operatório,  $83,9 \pm 10,4\%$  (Figura 3).

A curva atuarial de livres de reoperações para os 21 pacientes que receberam alta hospitalar e seguidos, ambulatorialmente aos 70 meses de pós-operatório mostrou taxa de  $83,9 \pm 10,4\%$  (Figura 4).

## DISCUSSÃO

Várias técnicas foram descritas ao longo dos anos visando à reconstrução valvar mitral. Para tanto, um profundo conhecimento da anatomopatologia faz-se necessário. A valva mitral é composta por um anel fibroso incompleto, que vai do trígono fibroso direito ao trígono fibroso esquerdo – sua porção anterior é ocupada pelo anel da valva aórtica e que se pensava não se dilatar até que Hueb et al. [18] demonstraram alterações anatomopatológicas dessa porção do anel mitral em corações com doença degenerativa e isquêmica. De qualquer forma, alterando ou não essa parte, a dilatação anular deve ser corrigida – e esse é o último passo da reconstrução, devolvendo a forma original do anel que é de uma cuba, culminando com a perfeita aproximação das cúspides anterior, posteriores e comissuras.

São seis as válvulas que compõem a valva mitral, uma anterior e três posteriores (póstero-lateral, póstero-medial e posterior, propriamente dita), além das duas comissuras que contêm cúspides e cordas tendíneas presas a músculos papilares e/ou à parede livre do ventrículo esquerdo. Durante a sístole do ventrículo esquerdo, o anel mitral contrai, similarmente a um esfíncter – assume a forma de um rim ao mesmo tempo em que alivia a via de saída do ventrículo esquerdo. Nas dilatações do ventrículo esquerdo (seja nas sobrecargas de volume, seja na cardiomiopatia), o anel dilata-se posteriormente, adquirindo a forma ovoide, porém, mais intensamente à direita, próximo à comissura póstero-medial.

Daí a razão de termos empregado o anel por nós desenvolvido [12], que com a forma de uma hemi-elipse aproxima as cúspides posteriores da cúspide anterior e, por ter uma retificação no seu lado direito, aproxima mais essa

parte do anel mitral, frequentemente mais dilatada. Mesmo sendo aberto, em sua porção anterior, as extremidades superiores da prótese, fixadas junto aos trígono, impedem a dilatação anular nesse local, ocupado pelo anel fibroso da valva aórtica. O alongamento e a ruptura de cordas são as complicações mais frequentes nas doenças degenerativas da valva mitral. Acompanham-se também de alterações nas cúspides, com flacidez e proliferação do tecido conectivo podendo ser exageradas, como na síndrome de Barlow (seis pacientes deste estudo), muito mais difícil de serem tratadas que na degeneração fibroelástica, quando não há sobra de tecido.

Diante de casos de ruptura de cordas, os cirurgões comumente têm comportamento distinto, se esta se localiza na cúspide anterior da valva mitral. A ruptura de cordas da cúspide anterior é um grande desafio, já que, nesses casos, a insuficiência valvar costuma ser significativa. A cúspide anterior tem, basicamente, função de excursão e as posteriores, função de contenção e de amparo para a cúspide anterior. Prolapsos valvares por rupturas de cordas são mais fáceis de serem tratados quando presentes na cúspide posterior.

A plástica de Merendino et al. [2], desde há muito tempo empregada com sucesso, costuma resolver o problema, nesses casos. Ao contrário do que demonstra a literatura, nos nossos casos, a correção da ruptura de cordas da cúspide anterior foi mais frequente que a da cúspide posterior. A técnica cirúrgica a ser utilizada depende do nível de comprometimento e da localização das cordas lesadas. São vários os procedimentos que podem ser adotados nas rupturas de cordas tendíneas. A transferência de cordas da cúspide posterior para cúspide anterior da valva mitral proposta por Carpentier et al. [4] tem sido utilizada, inclusive no nosso Serviço.

A construção de uma neocorda por meio da retirada de um retalho da cúspide anterior da valva mitral para, quando baixada no topo do músculo papilar, substituir as cordas tendíneas rotas é uma alternativa técnica [5], porém, seu emprego restringe-se aos pacientes com a cúspide anterior bastante desenvolvida, o que não ocorre na doença reumática, isquêmica ou mesmo nas endocardites. É, portanto, quase exclusividade da doença degenerativa. A transferência parcial da valva tricúspide (cúspide posterior na maioria das vezes) para a valva mitral, fornecendo cordas para a cúspide anterior, foi por proposta por Gregori et al., em 1992 [6], com resultados bastante satisfatórios.

Estas técnicas requerem manuseio de cúspides e cordas com anatomia normal e, em geral, são temidas pelos cirurgões que se iniciam na cirurgia reconstrutora da valva mitral. Materiais sintéticos e biológicos têm sido usados para a substituição das cordas tendíneas. Os fios de PTFE, propostos por David et al. [8], têm sido o material mais frequentemente empregado em todo o mundo. Um estudo

recente utilizando PTFE demonstrou excelentes resultados aos cinco e 10 anos de pós-operatório, com ausência de reoperação em 93,3% e 81,7%, respectivamente [19]. No entanto, o emprego dessas técnicas requer enorme grau de subjetividade, exigindo alto grau de habilidade individual. Dang et al. [20] descreveram um método simplificado para o uso do PTFE, facilitando um pouco sua implantação.

Com materiais biológicos, Frater et al. [7] foram os primeiros a empregar o pericárdio bovino para substituição de cordas tendíneas, com resultado inicial satisfatório. Seu estudo foi interrompido devido ao temor da calcificação ao longo dos anos. No entanto, em seu trabalho original, foram compados dois grupos de pacientes submetidos a implantes de cordas de PTFE e de pericárdio bovino. É preciso enfatizar que os retalhos de pericárdio bovino mediam 4 mm de largura, não sendo cordas premoldadas, nem tampouco padronizadas por instrumentos (medidores). Além disso, o tempo de seguimento foi maior no grupo em que se empregou pericárdio bovino do que no grupo em que se empregou o PTFE.

Mesmo assim, não houve diferença significativa na evolução tardia dos dois grupos e tampouco calcificação dos pericárdios bovinos implantados. Calcificação realmente é um problema e deve ser motivo de preocupação. Muitos esforços têm sido realizados para a melhoria da durabilidade do pericárdio bovino implantado com a introdução de novos reagentes químicos, como o utilizado em nossos casos, o ácido glutâmico. Tem sido muito frequente a utilização do pericárdio bovino em cirurgia cardiovascular. É comum seu emprego na confecção de biopróteses, nas oclusões de orifício nas cardiopatias congênicas, nas reconstruções da via de saída ventricular, nas ventriculorrafias pós-correção de aneurismas do ventrículo esquerdo, entre outros procedimentos. Nas cirurgias da valva mitral, o pericárdio bovino tem sido empregado como corda para manter a tensão, entre o topo dos músculos papilares e o anel mitral nas trocas valvares, com melhora significativa da função ventricular [21].

O emprego das próteses padronizadas de pericárdio bovino torna o procedimento mais fácil e, portanto, rápido, objetivo e reprodutível. Os testes laboratoriais das cordas artificiais revelaram nível de ruptura em 15 kg/cm<sup>2</sup>. Deve ser lembrado que, em um paciente com nível pressórico de 140 mmHg na sístole de seu ventrículo esquerdo, a tensão a que estão submetidas as cordas tendíneas é de, aproximadamente, 0,5 kg/cm<sup>2</sup>, portanto, trinta vezes menor. A técnica de implante de cordas é semelhante à descrita por nós nos casos de transferência parcial da valva tricúspide (cúspide posterior, geralmente) para a valva mitral [6]. Neste estudo, em todos os pacientes foi realizada anuloplastia com anel aberto e rígido Gregori-Braile [12], precedida, em dois casos, de anuloplastia à Wooler [13], junto à comissura pósteromedial. Boa evolução clínica foi observada nos pacientes

sobreviventes, tanto com relação à classe funcional (16 deles em classe funcional I e um em classe funcional II) quanto a excelente ausculta da valva mitral (15 sem sopros e dois com sopro sistólico no foco mitral discreto, um deles associado à sopro diastólico no foco mitral).

Objetivando uniformização dos dados laboratoriais, analisamos hemodinamicamente os pacientes no pré-operatório, uma vez que os ecocardiogramas foram realizados por diferentes clínicos, o que não aconteceu no pós-operatório. Note-se que, nos dois pacientes com morte súbita no pós-operatório tardio, a cineventriculografia pré-operatória demonstrava hipocinesia importante do ventrículo esquerdo, além de pressão diastólica final do ventrículo esquerdo alta. O estudo ecodopplercardiográfico tem sido o melhor método para a avaliação pós-operatória da valva mitral e, nos pacientes deste estudo, o implante de cordas padronizadas de pericárdio bovino associado à anuloplastia com anel aberto e a outras técnicas apresentou evolução pós-operatória bastante satisfatória. Atribuímos esses resultados a significativa maior linha de coaptação entre as cúspides, uma vez que extensas ressecções são evitadas.

Os dados pós-operatórios deste estudo prospectivo confirmaram os achados clínicos observados. Exceto em um caso, os gradientes transvalvares médios foram normais; em mais de 70% dos casos, o volume diastólico final do ventrículo esquerdo foi normal e a área valvar mitral foi satisfatória. Também foram constatados resultados satisfatórios na análise da competência valvar mitral em vista da ausência de regurgitação ou apenas regurgitação mitral discreta em 16 dos 17 pacientes. O benefício do implante de cordas artificiais é mais evidente nos casos de ruptura de cordas tendíneas da cúspide anterior, situação em que a ressecção deve ser evitada, pois poderá prejudicar sua principal função, que é a de excursão. Porém, não deixa de ser interessante sua aplicação também na cúspide posterior. Falk et al. [22] corroboraram essa afirmação num estudo prospectivo randomizado comparando o uso de cordas de PTFE com a ressecção de prolapso da cúspide posterior.

Assim, os bons resultados tardios são técnico-dependentes. A análise prospectiva dos nossos casos é válida porque a série é consecutiva, os pacientes apresentavam lesões da valva mitral de mesma etiologia (degenerativa) e foram operados pelo mesmo cirurgião. As curvas atuariais livres de óbito e reoperação apresentaram probabilidade de sobrevivência aos 70 meses de pós-operatório de mais de 80%, corroborando nossas publicações anteriores [9,10]. Mais de 90% dos 17 pacientes sobreviventes apresentaram valva mitral competente no pós-operatório e, nenhum demonstrou sinais de calcificação da prótese implantada. Além disso, em nenhum paciente com eventos de óbito ou reoperação foi confirmada disfunção da prótese de

pericárdio bovino conservada em glutaraldeído para substituição de cordas tendíneas rotas.

O óbito imediato na primeira cirurgia e o óbito imediato em um paciente reoperado para substituição da valva mitral foram decorrentes de síndrome de baixo débito cardíaco, estando as próteses funcionando normalmente. Nos dois pacientes que faleceram subitamente, no pós-operatório tardio, a causa mais provável teria sido a fibrilação ventricular – documentada em um na UTI móvel. Nas rupturas de cordas da valva mitral, os pacientes apresentam, geralmente, nos casos graves, edema agudo dos pulmões. No ato operatório do paciente reoperado para troca valvar mitral, com boa evolução pós-operatória, foi observado que a valva mitral apresentava intensa degeneração da cúspide anterior, estando com bom aspecto o implante das cordas de pericárdio bovino na cúspide posterior.

## CONCLUSÃO

Apesar de um seguimento pós-operatório não extenso, os resultados obtidos, tanto clínicos quanto ecodopplercardiográficos, permitem-nos afirmar ser satisfatória a evolução clínica após utilização da técnica da substituição de cordas tendíneas por cordas premoldadas de pericárdio bovino conservado em glutaraldeído em pacientes com insuficiência mitral de etiologia degenerativa.

## REFERÊNCIAS

1. McGoon DC. Repair of mitral insufficiency due to ruptured chordae tendineae. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1960;39:357-62.
2. Merendino KA, Thomas GI, Jesseph JE, Herron PW, Winterscheid LC, Vetto RR. The open correction of rheumatic mitral regurgitation and/or stenosis; with special reference to regurgitation treated by posteromedial annuloplasty utilizing a pump-oxygenator. *Ann Surg.* 1959;150(1):5-22.
3. Pomerantzeff PAM, Brandão CMA, Rossi EG, Cardoso LF, Tarasoutchi F, Grimberg M, et al. Quadrangular resection without ring annuloplasty in mitral valve repair. *Eur Cardiovasc Surg.* 1997;2:271-3.
4. Carpentier A, Relland J, Deloche A, Fabiani JN, D'Allaines C, Blondeau P, et al. Conservative management of the prolapsed mitral valve. *Ann Thorac Surg.* 1978;26(4):294-302.
5. Gregori F Jr, Takeda R, Silva S, Façanha L, Meier MA. A new technique for mitral insufficiency caused by ruptured chordae of the anterior leaflet. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1988;96(5):765-8.

6. Gregori F Jr, Cordeiro C, Croti UA, Hayashi SS, Silva SS, Gregori TE. Partial tricuspid valve transfer for repair of mitral insufficiency due to ruptured chordae tendineae. *Ann Thorac Surg*. 1999;68(5):1686-91.
7. Frater RW, Gabbay S, Shore D, Factor S, Strom J. Reproducible replacement of elongated or ruptured mitral valve chordae. *Ann Thorac Surg*. 1983;35(1):14-28.
8. David TE, Bos J, Rakowski H. Mitral valve repair by replacement of chordae tendineae with polytetrafluorethylene sutures. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1991;101(3):495-501.
9. Leal JCF, Gregori Jr. F, Galina LE, Thevenard RS, Braile DM. Avaliação ecocardiográfica em pacientes submetidos à substituição de cordas tendíneas rotas. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2007;22(2):184-91.
10. Gregori F Jr, Leal JC, Braile DM. Premolded bovine pericardial chords for replacement of ruptured or elongated chordae tendineae. *Heart Surg Forum*. 2010;13(1):E17-20.
11. Braile DM, Ardito RV, Pinto GH, Santos JLV, Zaiantchik M, Souza DRS, et al.. Plástica mitral. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 1990;5(2):86-98.
12. Gregori F, Silva SS, Hayashi SS, Aquino W, Cordeiro C, Silva LR. Mitral valvuloplasty with a new prosthetic ring. Analysis of the first 105 cases. *Eur J Cardiothorac Surg*. 1994;8(4):168-72.
13. Wooler GH, Nixon PG, Grimshaw VA, Watson DA. Experience with the repair of the mitral valve in mitral in competence. *Thorax*. 1962;17:49-57.
14. Carpentier A, Deloche A, Dauptain J, Soyer R, Blondeau PH, Piwinica A, et al. A new reconstructive operation for correction of mitral and tricuspid insufficiency. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1971;61(1):1-13.
15. Gregori Júnior F, Silva S, Façanha L, Cordeiro C, Aquino W, Moure O. Preliminary results with a new technique for repairing elongated chordae tendineae of the anterior mitral valve leaflet. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1994;107(1):321-3.
16. DeVega NF. La anuloplastia selectiva, regulable y permanente. *Rev Esp Cardiol*. 1972;25:555-6.
17. Kaplan EL, Meier P. Non-parametric estimation from incomplete observations. *J Am Statist Assoc*. 1958;53:457-8.
18. Hueb AC, Jatene FB, Moreira LF, Pomerantzeff PM, Kallás E, Oliveira SA. Ventricular remodeling and mitral valve modifications in dilated cardiomyopathy: new insights from anatomic study. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2002;124(6):1216-24.
19. Kobayashi J, Sasako Y, Bando K, Minatoya K, Niwaya K, Kitamura S. Ten-year experience of chordal replacement with expanded polytetrafluoroethylene in mitral valve repair. *Circulation*. 2000;102(19 Suppl 3):III30-4.
20. Dang NC, Stewart AS, Kay J, Mercado ML, Kruger KH, Topkara VK, et al. Simplified placement of multiple artificial mitral valve chords. *Heart Surg Forum*. 2005;8(3):E129-31.
21. Gomes OM, Pitchon M, Barros MVL. Utilização de cordas tendíneas de pericárdio bovino em cirurgia da valva mitral. *Coração*. 1990;2:20-2.
22. Falk V, Seeburger J, Czesla M, Borger MA, Willige J, Kuntze T, et al. How does the use of polytetrafluoroethylene neochordae for posterior mitral valve prolapse (loop technique) compare with leaflet resection? A prospective randomized trial. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2008;136(5):1205.
23. Gregori Junior F. Conservative surgical management of mitral insufficiency: an alternative approach. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2012;27(2):312-7.