Ahmad Ali Abdouni

Avaliação pré e pós-operatória, através de ressonância magnética cardiovascular, de pacientes com insuficiência da valva mitral submetidos à plástica mitral pela técnica do duplo teflon

Tese apresentada à Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo para obtenção do título de
Doutor em Ciências

Programa de Cirurgia Torácica e Cardiovascular

Orientador: Dr. Carlos Manuel de Almeida Brandão

São Paulo

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Abdouni, Ahmad Ali

Avaliação pré e pós-operatória, através de
ressonância magnética cardiovascular, de pacientes
com insuficiência da valva mitral submetidos à
plástica mitral pela técnica do duplo teflon /
Ahmad Ali Abdouni. -- São Paulo, 2018.

Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo.

Programa de Cirurgia Torácica e Cardiovascular.
Orientador: Carlos Manuel de Almeida Brandão.

Descritores: 1.Valva mitral 2.Insuficiência da
valva mitral 3.Procedimentos cirúrgicos
reconstrutivos 4.Imagem por ressonância magnética
5.Remodelação ventricular 6.Anuloplastia da valva
mitral

USP/FM/DBD-453/18

Responsável: Erinalva da Conceição Batista, CRB-8 6755

Dedicatória

À memória do meu pai, Ali Ahmad Abdouni, exemplo de caráter, que me mostrou o caminho da realização profissional com trabalho e honestidade. Ele que não teve a oportunidade de estudar, mas foi quem me proporcionou o estímulo desde pequeno, para que hoje eu estivesse aqui.

À minha mãe, Lamia Saada Abdouni, exemplo de esposa e mãe, pela incansável dedicação aos filhos. Sempre rezando por nós, me apoiou com seu amor em cada etapa da minha vida.

Aos meus filhos, Lara, Khalil e Lamis, razões da minha vida e motivo de alegria e orgulho, para quem me esforço para servir de exemplo de dedicação, compromisso e caráter. O convívio com eles me ensinou muito e me fez querer sempre ser uma pessoa melhor.

Ao meu irmão mais velho, Yussef, também médico, desde pequeno minha referência e melhor amigo, e minha irmã, Májida, que mesmo morando longe nunca deixou de torcer por mim.

Agradecimentos

Ao Dr. Carlos Manuel de Almeida Brandão, que tem sido um grande orientador e amigo, e me deu a oportunidade de ingressar na pós-graduação desta instituição. Aceitou o desafio de me orientar neste projeto, me apoiando e cobrando quando necessário, e esteve à disposição em todos os momentos em que precisei da sua opinião e ajuda.

Ao Prof. Dr. Pablo Maria Alberto Pomerantzeff, o “pai” da técnica cirúrgica utilizada neste estudo, pelo exemplo de dedicação à instituição e de comportamento ético, sempre nos apoiando neste projeto.

Ao Prof. Dr. Fábio Biscegli Jatene, exemplo de liderança profissional, pelo privilégio do convívio nestes últimos anos. Ele que nos ajudou a lapidar esta tese, pela importante colaboração, contribuindo com sua experiência e conhecimento.

Ao Prof. Dr. Carlos Eduardo Rochitte, grande entusiasta da pesquisa e da ciência, que esteve conosco desde o princípio, participando de cada etapa do estudo, ajudando a criar o protocolo e acompanhando os resultados que obtivemos.

Ao Prof. Dr. Paulo Manuel Pêgo-Fernandes e ao Dr. Alexandre Ciappina Hueb pelas valiosas observações no exame de qualificação, que muito contribuíram para o formato final da tese.

À Dra. Ariane Binotti Pacheco, que analisou as imagens e cuidou dos dados como se fossem da sua própria tese, pela qualidade do seu trabalho e dedicação à nossa pesquisa.

Ao colega, Dr. Elinthon Tavares Veronese, pela contribuição na execução das cirurgias e do projeto, pelo apoio, e por ceder seu espaço ao longo de todo o nosso trabalho.

Ao Dr. Antônio de Santis, pelo cuidado clínico prestado aos pacientes.

À Srta. Joana Angélica Mota Oleiro, pelo suporte, apoio e torcida, ao longo dos últimos anos, acompanhando todas as etapas do nosso projeto.

À toda a equipe do Setor de Imagem do Incor, em especial à Kátia, Júlio, Priscila, Edilene, Nathali, Reginaldo, Thais, Juliana, Diego, Maurício e Sueli, funcionários exemplares, que sempre empenharam seus melhores esforços para que as imagens dos exames ficassem perfeitas.

À Elaine Lagonegro e Fabiana Panhan, que tiveram toda a paciência para me orientar no início, ainda na aprovação do projeto.

À Neuza Rodrigues Dini, Juliana Lattari Sobrinho, Luana Guedes, Mônica Souto, Valdecira Ferreira, da Comissão de Pós-Graduação do InCor, pelas orientações, carinho e atenção durante a difícil fase de confecção deste trabalho.

Aos pacientes que acompanhamos neste trabalho, pelas horas que cederam do seu tempo para dar esta contribuição à pesquisa e ciência.

À Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo, minha escola de medicina, local onde realizei minha graduação e minha formação inicial em cirurgia geral e cardíaca, por me fornecer a base para toda a minha atividade profissional e acadêmica.

Ao Hospital Beneficência Portuguesa, local onde concluí minha formação como cirurgião com o Prof. Dr. Sérgio Almeida de Oliveira e com Dr. Januário Manuel de Souza.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo financiamento da nossa pesquisa.

Normatização adotada

Esta tese está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento de sua publicação:

Referências: adaptado de International Committee of Medical Journals Editors (Vancouver).

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Divisão de Biblioteca e Documentação. Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A.L.Freddi, Maria F.Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3ª ed. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentação; 2011.

Abreviatura dos títulos e periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

Sumário

	Lista de abreviaturas e símbolos	
	Lista de figuras	
	Lista de tabelas	
	Resumo	
	Summary	
1.0	INTRODUÇÃO.....	01
2.0	OBJETIVOS.....	06
2.1	Objetivo primário.....	07
2.2	Objetivo secundário.....	07
3.0	REVISÃO DA LITERATURA	08
4.0	MÉTODOS.....	24
4.1	Avaliação através da Ressonância Magnética Cardiovascular.....	26
4.2	Graduação da Insuficiência Mitral.....	30
4.3	Intervenção Cirúrgica.....	31
4.4	Padronização da Avaliação dos Pacientes.....	33
4.4.1	Avaliação Funcional.....	33
4.4.2	Avaliação do Risco Operatório.....	33
4.4.3	Avaliação de Desfechos Clínicos.....	34
4.4.4	Avaliação Eletrocardiográfica.....	34
4.4.5	Avaliação Ecocardiográfica Intra-Operatória.....	35
4.4.6	Avaliação Histológica.....	35
4.4.7	Análise Estatística.....	36
4.5	Casuística.....	36
5.0	RESULTADOS.....	41
5.1	Avaliação Clínica.....	42
5.2	Avaliação Histológica.....	44
5.3	Análise da Insuficiência Mitral.....	45
5.4	Análise das Variáveis da Valva Mitral.....	46

5.4.1	Circunferência do Anel Mitral.....	46
5.4.2	Diâmetro Ântero-Posterior do Anel Mitral.....	49
5.4.3	Diâmetro Médio-Lateral do Anel Mitral.....	53
5.4.4	Área da Valva Mitral.....	56
5.4.5	Análise da Contratilidade do Anel Mitral.....	59
5.4.6	Área do Orifício Regurgitante.....	60
5.5	Análise das Variáveis do Ventrículo Esquerdo.....	61
5.5.1	Índice do Volume Diastólico Final do Ventrículo Esquerdo	61
5.5.2	Índice do Volume Sistólico Final do Ventrículo Esquerdo.....	62
5.5.3	Fração de Ejeção do Ventrículo Esquerdo.....	63
5.6	Análise das Variáveis do Átrio Esquerdo.....	64
5.6.1	Área do Átrio Esquerdo.....	64
5.6.2	Índice do Volume Diastólico Final do Átrio Esquerdo	65
5.6.3	Índice do Volume Sistólico Final do Átrio Esquerdo.....	66
5.6.4	Fração de Ejeção do Átrio Esquerdo.....	67
6.0	DISCUSSÃO.....	69
7.0	CONCLUSÃO.....	86
8.0	ANEXOS.....	88
9.0	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	98

ACC	American College of Cardiology
AE	Átrio esquerdo
AHA	American Heart Association
ALT	Altura
BAVT	Bloqueio Átrio-Ventricular Total
BL	Borda Livre
CEC	Circulação Extracorpórea
CF	Classe funcional
D	Diástole
2D	Bidimensional
3D	Tridimensional
4D	Quadridimensional
DP	Desvio Padrão
EACTS	European Association for Cardio-Thoracic Surgery
ESC	European Society of Cardiology
FA	Fibrilação Atrial
FAC	Fibrilação Atrial Crônica
FAP	Fibrilação Atrial Paroxística
FEAE	Fração de Ejeção do Átrio Esquerdo
FEVE	Fração de Ejeção do Ventrículo Esquerdo
FMUSP	Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo
InCor	Instituto do Coração

HC	Hospital das Clínicas
IVDFAE	Índice do Volume Diastólico Final do Átrio Esquerdo
IVSFAE	Índice do Volume Sistólico Final do Átrio Esquerdo
IVDFVE	Índice do Volume Diastólico Final do Ventrículo Esquerdo
IVSFVE	Índice do Volume Sistólico Final do Ventrículo Esquerdo
NYHA	New York Heart Association
PHT	Pressure Half-Time
PTFE	Politetrafluoretileno
PO	Pós-operatório
PRÉ-OP	Pré-operatório
RMC	Ressonância Magnética Cardiovascular
STS	Society of Thoracic Surgeons
S1	Sístole Inicial
S2	Sístole Média
S3	Sístole Final
VE	Ventrículo Esquerdo
VDFAE	Volume Diastólico Final do Átrio Esquerdo
VDFVE	Volume Diastólico Final do Ventrículo Esquerdo
VSFAE	Volume Sistólico Final do Átrio Esquerdo
VSFVE	Volume Sistólico Final do Ventrículo Esquerdo

cm	Centímetro
cm²	centímetro quadrado
mm	Milímetro
m²	metro quadrado
ml	Mililitro
%	Porcentagem

Figura 1	Através do corte em duas câmaras (A) e da via de saída do ventrículo esquerdo (B), realizamos uma cine sobre o anel mitral (paciente 3).....	29
Figura 2	Medidas dos diâmetros ântero-posterior (AP) e médio-lateral (ML) do anel mitral (paciente 2), na sístole (A) e diástole (B)...	30
Figura 3	Resumo dos pacientes selecionados e incluídos no estudo.....	37
Figura 4	Evolução da circunferência diastólica do anel mitral (em cm) ao longo do período do estudo.....	47
Figura 5	Evolução da circunferência sistólica do anel mitral (em cm) ao longo do período do estudo.....	49
Figura 6	Evolução do diâmetro ântero-posterior do anel mitral na diástole e na sístole (S1, S2 e S3) durante o período do estudo.....	52
Figura 7	Evolução do diâmetro médio-lateral do anel mitral na diástole (D) e em 3 momentos da sístole (S1, S2 e S3) durante o período do estudo.....	55
Figura 8	Evolução da área da valva mitral ao longo dos períodos do estudo.....	58

Tabela 1	Dados clínicos pré-operatórios dos pacientes.....	39
Tabela 2	Análise das medidas da variável circunferência diastólica do anel valvar mitral.....	46
Tabela 3	Análise da variável circunferência sistólica do anel valvar mitral.....	48
Tabela 4	Análise das medidas do diâmetro ântero-posterior do anel mitral (em mm), realizadas na diástole (D) e durante 3 fases da sístole (S1, S2, S3).....	50
Tabela 5	Análise das medidas do diâmetro médio-lateral do anel mitral, realizadas na diástole (D) e durante três fases da sístole (S1, S2, S3).....	53
Tabela 6	Análise das medidas da área da valva mitral realizadas na diástole (D) e durante 3 momentos da sístole (S1, S2, S3).....	56
Tabela 7	Análise da variação da área valvar mitral (encurtamento) durante os 5 períodos do estudo.....	59
Tabela 8	Análise da área do orifício regurgitante da valva mitral.....	60
Tabela 9	Análise das medidas do índice do volume diastólico final do ventrículo esquerdo.....	61
Tabela 10	Análise das medidas do índice do volume sistólico final do ventrículo esquerdo.....	62
Tabela 11	Análise das medidas de fração de ejeção do ventrículo esquerdo.....	63
Tabela 12	Análise das medidas da área do átrio esquerdo.....	64
Tabela 13	Análise das medidas do índice do volume diastólico final do átrio esquerdo.....	65
Tabela 14	Análise das medidas do índice do volume sistólico final do átrio esquerdo.....	66
Tabela 15	Análise das medidas da fração de ejeção do átrio esquerdo...	67

Resumo

Abdouni AA. ***Avaliação pré e pós-operatória, através de ressonância magnética cardiovascular, de pacientes com insuficiência da valva mitral submetidos à plástica mitral pela técnica do duplo teflon*** [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2018.

Introdução: A plástica valvar mitral é o tratamento de escolha no tratamento da insuficiência mitral de etiologia degenerativa. Estudos recentes têm demonstrado que a utilização de anéis protéticos na plástica mitral altera a dinâmica do anel mitral e do fluxo intraventricular, podendo levar a disfunção ventricular esquerda. Entretanto, a literatura é escassa em relação à morfologia e à dinâmica do anel mitral após a plástica mitral sem a utilização de anéis protéticos, e a ressonância magnética cardiovascular (RMC) é uma ferramenta que pode ser utilizada na avaliação do anel mitral e do remodelamento do átrio e do ventrículo esquerdo. **Objetivo:** Avaliar as alterações morfofuncionais, a dinâmica do anel mitral e o remodelamento do átrio e ventrículo esquerdo, por meio da RMC, em indivíduos portadores de insuficiência mitral de etiologia degenerativa, submetidos ao tratamento cirúrgico da valva mitral com a técnica do “Duplo Teflon”. **Métodos:** No período de julho de 2014 a agosto de 2016, foram selecionados 36 pacientes consecutivos, com insuficiência mitral de etiologia degenerativa e prolapso da cúspide posterior. Três pacientes foram submetidos à troca valvar mitral e quatro não realizaram a RMC, de modo que 29 pacientes foram incluídos no protocolo e fizeram o seguimento proposto. Destes, 17 pacientes eram do sexo masculino (58,6%) e 12 do sexo feminino (41,4%), com idade média de 63,3 anos. Em relação à classe funcional (CF - NYHA), um paciente encontrava-se em CF I (3,4%), 5 pacientes em CF II (17,3%), 19 pacientes em CF III (65,5%) e 4 pacientes em CF IV (13,8%) no período pré-operatório. Os pacientes realizaram o exame de RMC no período pré-operatório, pós-operatório imediato (até 30 dias), 6 meses, um ano e dois anos após a cirurgia, utilizando um protocolo específico para avaliação da valva mitral. Foram obtidas as medidas da circunferência, dos diâmetros e da área do anel mitral em diferentes fases do ciclo cardíaco (diástole, sístole inicial, sístole média e sístole final). Foi analisado o remodelamento cardíaco, sendo utilizados como parâmetros as dimensões, volumes e fração de ejeção do átrio esquerdo e do ventrículo esquerdo, sendo os volumes indexados pela superfície corpórea. Utilizamos o teste de análise de variância de medidas repetidas para o estudo estatístico, sendo considerado estatisticamente significativo $P < 0,05$. **Resultados:** Houve um óbito hospitalar (3,4%). Com dois anos de seguimento, houve significativa melhora da classe funcional (CF), com 18 pacientes em CF I (75%) e 6 em CF II (25%). Após dois anos, 18 pacientes apresentam insuficiência mitral discreta ou ausente (75%) e dois pacientes (8,3%) apresentam insuficiência mitral importante, um deles relacionado ao implante de marcapasso no pós-operatório tardio. Observamos uma redução significativa em todas as medidas da valva mitral. A média da circunferência

sistólica do anel mitral foi reduzida de $13,28 \pm 1,95$ para $11,5 \pm 1,59$ cm e a circunferência diastólica foi reduzida de $12,51 \pm 2,01$ para $10,66 \pm 2,09$ cm no período pós-operatório imediato, medidas que se mantiveram estáveis após 2 anos ($P < 0,001$). A média da área máxima do anel mitral no pré-operatório, pós-operatório imediato, 6 meses, 1 ano e 2 anos foi $14,34 \pm 4,03$ cm, $10,72 \pm 2,81$ cm, $10,92 \pm 3,03$ cm, $10,98 \pm 3,45$ cm, $10,45 \pm 3,17$ cm, respectivamente. A média da área mínima do anel mitral no pré-operatório, pós-operatório imediato, 6 meses, 1 ano e 2 anos foi de $12,53 \pm 3,68$ cm², $9,60 \pm 2,44$ cm², $9,66 \pm 2,9$ cm², $9,60 \pm 3,73$ cm², $9,23 \pm 2,84$ cm², respectivamente. Houve uma redução significativa desses parâmetros no seguimento de dois anos ($p < 0,001$), e essa redução foi maior no diâmetro ântero-posterior do que no diâmetro médio-lateral. A contração ou variação da área valvar mitral durante o ciclo cardíaco foi de $23,31 \pm 9,04\%$, $19,63 \pm 7,01\%$, $23,75 \pm 8,09\%$, $25,75 \pm 11,27\%$, $22,66 \pm 9,77\%$ respectivamente no pré-operatório, pós-operatório imediato, 6 meses, 1 ano e 2 anos, sem diferença estatística ($p = 0,572$), o que significa que a contratilidade do anel foi preservada após a cirurgia. Observamos redução dos volumes ventriculares e atriais esquerdos no seguimento, sendo mais significativa a redução do índice do volume diastólico final do ventrículo esquerdo. **Conclusão:** Observamos uma redução significativa do anel mitral após a cirurgia, em todas as medidas obtidas, com estabilidade da plástica mitral em 2 anos de seguimento e preservação da contração dinâmica do anel neste período.

Descritores: Valva mitral; Insuficiência da valva mitral; Procedimentos cirúrgicos reconstrutivos; Imagem por ressonância magnética; Remodelação ventricular; Anuloplastia da valva mitral.

Summary

Abdouni AA. ***Preoperative and postoperative evaluation, by cardiovascular magnetic resonance, of patients with mitral valve insufficiency submitted to mitral valve repair using the double teflon technique*** [thesis]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2018

Introduction: Mitral valve repair is the treatment of choice for mitral regurgitation of degenerative etiology. Recent studies have shown that the use of prosthetic rings in mitral valve repair alters the dynamics of the mitral annulus and intraventricular flow, which may lead to left ventricular dysfunction. However, the literature is scarce in relation to the morphology and dynamics of the mitral annulus after mitral repair without the use of prosthetic rings, and cardiovascular magnetic resonance (CMR) is a tool that can be used in the evaluation of the mitral annulus and the remodeling of the left atrium and left ventricle. **Objective:** To evaluate the morphological changes and the dynamics of the mitral valve and the remodeling of the left atrium and left ventricle, by CMR, in patients with mitral insufficiency of degenerative etiology who underwent mitral valve surgery with the Double Teflon technique. **Methods:** From July 2014 to August 2016, 36 consecutive patients with mitral insufficiency of degenerative etiology and prolapse of the posterior leaflet were selected. Three patients underwent mitral valve replacement and four did not perform the CMR, so that 29 patients were included in the protocol and did the proposed follow-up. Of these, 17 patients were male (58.6%) and 12 were female (41.4%), with a mean age of 63.3 years. In relation to functional class (NYHA), one patient was in Class I (3.4%), 5 patients in Class II (17.3%), 19 patients in Class III (65.5%) and 4 patients in Class IV (13.8%) in the preoperative period. Patients underwent CMR examination in the preoperative period, immediate postoperative (up to 30 days), 6 months, one year and two years after surgery, using a specific protocol for mitral valve evaluation. Measurements of the circumference, diameters and mitral ring area were obtained in different phases of the cardiac cycle (diastole, initial systole, mean systole and final systole). Cardiac remodeling was analyzed, and the dimensions, volumes and ejection fraction of the left atrium and left ventricle were used as parameters, and the volumes were indexed by the body surface. We used the analysis of variance of repeated measures for the statistical analysis, being considered statistically significant $P < 0.05$. **Results:** There was one hospital death (3.4%). After two years of follow-up, there was a significant improvement in functional class, with 18 patients in Class I (75%) and 6 in Class II (25%). After two years, 18 patients had mild or absent mitral insufficiency (75%) and two patients (8.3%) had important mitral regurgitation, one of them related to late postoperative pacemaker implantation. We observed a significant reduction in all measures of the mitral valve. The mean systolic circumference of the mitral annulus was reduced from 13.28 ± 1.95 to 11.5 ± 1.59 cm and the diastolic circumference was reduced from 12.51 ± 2.01 to 10.66 ± 2.09 cm in the immediate

postoperative period, measures that remained stable after 2 years ($P < 0.001$). The mean maximal area of the mitral annulus in the preoperative, immediate postoperative, 6 months, 1 year and 2 years was 14.34 ± 4.03 cm, 10.72 ± 2.81 cm, 10.92 ± 3.03 cm, 10.98 ± 3.45 cm, 10.45 ± 3.17 cm, respectively. The mean minimal area of the mitral annulus in the preoperative, immediate postoperative, 6 months, 1 year and 2 years was 12.53 ± 3.68 cm², 9.60 ± 2.44 cm², 9.66 ± 2.9 cm², 9.60 ± 3.73 cm², 9.23 ± 2.84 cm², respectively. There was a significant reduction of these parameters at two-year follow-up ($p < 0.001$), and this reduction was greater in the antero-posterior diameter than in the mid-lateral diameter. The contraction or variation of the mitral valve area during the cardiac cycle was $23.31 \pm 9.04\%$, $19.63 \pm 7.01\%$, $23.75 \pm 8.09\%$, $25.75 \pm 11.27\%$, $22.66 \pm 9.77\%$ respectively in the preoperative, postoperative, 6 months, 1 year and 2 years, without statistical difference ($p = 0.572$), which means that the contractility of the ring was preserved after surgery. We observed reduction of left ventricular and left atrial volumes in the follow-up, being more significant the reduction of the left ventricle end-diastolic volume index. **Conclusion:** We observed a significant reduction of the mitral annulus after surgery, in all the measurements obtained, with stability of the mitral repair in 2 years of follow-up and preservation of the dynamic contraction of the ring in this period.

Descriptors: Mitral valve; Mitral valve insufficiency; Reconstructive surgical procedures; Magnetic resonance imaging; Ventricular remodeling; Mitral valve annuloplasty

1 Introdução

A insuficiência da valva mitral é uma cardiopatia comum na prática clínica, e a doença degenerativa é a causa mais frequente de insuficiência mitral primária nos países desenvolvidos, muitas vezes descoberta acidentalmente em pacientes assintomáticos ¹. A insuficiência valvar mitral pode ocorrer por diversos mecanismos que afetam o funcionamento das estruturas valvares ou das câmaras esquerdas: as causas primárias (ou orgânicas) são intrínsecas ao tecido valvar, e incluem degeneração mixomatosa, doença reumática, endocardite e degeneração fibroelástica. As causas secundárias (ou funcionais) da insuficiência mitral são resultado da alteração funcional da valva mitral normal secundária à alteração da geometria ventricular como ocorre na cardiomiopatia dilatada ou isquêmica. Dados do estudo de Framingham demonstraram que o prolapso da valva mitral é a alteração valvar cardíaca mais comum na população geral, presente em até 2,5% dos homens e 7,6% das mulheres ². Embora a maioria dos pacientes com prolapso da valva mitral não tenham disfunção valvar e insuficiência mitral discreta seja encontrada frequentemente em indivíduos saudáveis, a alta prevalência do prolapso faz com que esta alteração seja uma das principais causas de insuficiência mitral na América do Norte e na Europa, e a insuficiência mitral degenerativa constitua a principal etiologia na plástica da valva mitral ³. No Brasil, em estudo realizado no Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, a etiologia degenerativa foi responsável pela insuficiência mitral em 25,91% dos pacientes que foram submetidos à plástica mitral, sendo a segunda causa mais frequente ⁴.

O principal substrato histológico do prolapso da valva mitral e da insuficiência mitral degenerativa é a degeneração mixomatosa, que se caracteriza pelo acúmulo de glicosaminoglicanos na camada esponjosa ^{5,6}. As valvas apresentam focos de dissolução das fibras de colágeno e presença de fibras de colágeno torcidas. As fibras elásticas apresentam espaços císticos, fragmentação e dissolução. Do excesso de atividade colagenolítica e da menor síntese do colágeno resulta um defeito no colágeno que compõe a matriz valvar ⁷, levando ao alongamento das cordas tendíneas e ao espessamento das cúspides, tornando-as mais redundantes ⁸⁻¹⁰. Recentemente, Tiveron et al demonstraram associação entre os agentes infecciosos *Mycoplasma pneumoniae* e *Borrelia burgdorferi* na etiopatogenia da degeneração mixomatosa da valva mitral ¹¹.

O principal mecanismo da redução ou falha de coaptação das cúspides da valva mitral é o alongamento ou rotura das cordas tendíneas, levando ao prolapso da cúspide acometida em direção ao átrio esquerdo durante a sístole ^{12,13}. Em aproximadamente 70% dos casos, o prolapso valvar está relacionado à rotura de cordas tendíneas localizadas no terço médio da cúspide posterior¹⁴, que corresponde ao segmento P2 da valva mitral de acordo com a classificação proposta por Carpentier.

Nestas situações, a plástica mitral é o tratamento de escolha segundo as recomendações das diretrizes nacionais e internacionais ¹⁵⁻¹⁸. Também está bem definida na literatura a superioridade da conservação valvar em relação à substituição valvar mitral, com menores taxas de tromboembolismo e endocardite, necessidades reduzidas de anticoagulação, excelente sobrevida e

durabilidade no seguimento de longo prazo, com melhor função ventricular e reduzidos custos hospitalares ¹⁹⁻²³.

A anuloplastia sem anéis protéticos é utilizada por alguns grupos com bons resultados ²⁴. Hetzer et al., em uma série publicada de 513 pacientes com 20 anos de seguimento, utilizando duas técnicas de plástica mitral sem anel protético para a correção da insuficiência mitral em crianças e adultos, apresentaram excelentes resultados funcionais e boa durabilidade no longo prazo, sem obstrução da via de saída do ventrículo esquerdo ou disfunção ventricular esquerda ²⁵.

No Brasil, Pomerantzeff et al. desenvolveram uma modificação técnica denominada técnica do “Duplo Teflon”, que consiste no emprego de fios com “pledgets” sobre retalho de teflon para a plicatura segmentar do anel posterior no segmento correspondente à retirada da cúspide, sem a utilização do anel protético ²⁶. Em experiência publicada com 10 anos de seguimento, foram observados excelentes resultados clínicos ²⁷. Estudos com ecocardiograma 3D em pacientes submetidos à plástica valvar mitral por esta técnica já demonstraram remodelamento cardíaco reverso, com redução das dimensões das câmaras esquerdas e função ventricular e atrial preservadas ²⁸, como também foi demonstrado que as dimensões do anel e a área da valva mitral permaneceram estáveis no seguimento ²⁹.

A ecocardiografia bidimensional é o exame indicado para ser realizado rotineiramente para avaliação da valvopatia mitral, tanto na avaliação pré-operatória como no seguimento posterior, fornecendo informações como dimensões e função das câmaras cardíacas, pressão pulmonar, mecanismos e gravidade da insuficiência mitral ^{17,18}. Informações adicionais sobre a anatomia

valvar podem ser obtidas com a ecocardiografia transesofágica e a ecocardiografia tridimensional, sendo indicados como guias para a plástica valvar^{30,31}. Entretanto, a ecocardiografia apresenta limitações na quantificação da insuficiência mitral, utilizando-se um conjunto de variáveis, sem quantificar com precisão o refluxo.

A Ressonância Magnética Cardiovascular (RMC), apesar de ainda não ser utilizada rotineiramente nas avaliações da valvopatia mitral, tem sido usada com frequência cada vez maior na cardiologia e sua utilidade já está bem estabelecida³². Este exame avalia com precisão o grau e mecanismo do refluxo, assim como os volumes e função ventricular^{33,34}, identificando com precisão a cúspide prolapsada ou com restrição de mobilidade^{34,35}. Na insuficiência mitral isquêmica, oferece avaliação da função miocárdica segmentar, isquemia e viabilidade, assim como o grau de disfunção e fibrose do músculo papilar e alterações da geometria ventricular^{34,36,37}.

Vários estudos validaram os achados obtidos nos exames de RMC, quando comparados aos resultados do ecocardiograma transesofágico, com algumas vantagens para o primeiro^{32,38-40}. Desde as diretrizes de 2014 do American College of Cardiology (ACC) e da American Heart Association (AHA)¹⁶, o exame de RMC tem indicação classe 1 (nível de evidência B) nos pacientes com insuficiência mitral crônica para obter informações como volumes e função do ventrículo esquerdo e direito ou a gravidade da insuficiência mitral quando estas informações não são obtidas de modo preciso através do ecocardiograma transtorácico⁴¹⁻⁴³. Estas recomendações foram ratificadas na revisão das diretrizes de 2017¹⁷. Apesar do papel da RMC na quantificação do grau de insuficiência mitral ser algo já bem estabelecido,

alguns protocolos vêm sendo apresentados na literatura e têm sido usados para obter uma melhor avaliação do aparelho valvar mitral quando se planeja a correção cirúrgica e não existe nenhum trabalho clínico utilizando a RMC na avaliação pós-operatória de plástica valvar mitral.

Nesta pesquisa, utilizamos a RMC de forma inédita para avaliar a dinâmica do anel mitral e o remodelamento das câmaras cardíacas esquerdas após a plástica valvar mitral com a técnica do Duplo Teflon, com dois anos de seguimento pós-operatório.

2 Objetivos

2.1 Objetivo Primário

- Análise morfofuncional do anel da valva mitral com avaliação da contratilidade do anel mitral, através da ressonância magnética cardiovascular, em indivíduos portadores de insuficiência mitral de etiologia degenerativa, submetidos à plástica da valva mitral com a técnica do “Duplo Teflon”.

2.2 Objetivo Secundário

- Análise morfofuncional do ventrículo esquerdo e do átrio esquerdo com avaliação do remodelamento cardíaco, através da ressonância magnética cardiovascular, em indivíduos portadores de insuficiência mitral de etiologia degenerativa, submetidos à plástica da valva mitral com a técnica do “Duplo Teflon”.

3 Revisão da Literatura

A plástica mitral é a cirurgia recomendada para a insuficiência mitral degenerativa, com menor mortalidade peri-operatória, preservação da função ventricular pós-operatória e maior sobrevida no longo prazo se comparada aos pacientes submetidos à troca valvar. Se realizada antes do início dos sintomas ou do aparecimento de disfunção ventricular, a plástica valvar pode proporcionar uma expectativa e qualidade de vida igual à da população geral^{19,44–46}.

O momento ideal para intervenção cirúrgica ainda é controverso nos pacientes assintomáticos com insuficiência mitral importante. Montant et al.⁴⁷ demonstraram superioridade da abordagem cirúrgica precoce, com sobrevida em 10 anos de 86% para os pacientes submetidos à cirurgia e 50% nos pacientes tratados clinicamente, com risco relativo em 10 anos de 5,21 para a mortalidade geral, 4,83 para a mortalidade cardíaca e 4,40 para eventos cardiovasculares nos pacientes submetidos ao tratamento conservador. Trabalhos mais recentes têm demonstrado benefício da intervenção cirúrgica precoce com preservação da função ventricular e regressão da massa ventricular esquerda em pacientes assintomáticos com função ventricular normal⁴⁸. Yazdchi et al. avaliaram pacientes operados durante 25 anos na Cleveland Clinic e concluíram que pacientes submetidos à plástica mitral precoce apresentam boa evolução, com resultados superiores aos pacientes que foram acompanhados clinicamente, prevenindo o remodelamento atrial e ventricular, ocorrência de fibrilação atrial e insuficiência funcional da valva tricúspide⁴⁹. Suri et al relataram um benefício de sobrevida em 10 anos e menor risco de insuficiência cardíaca em pacientes assintomáticos com insuficiência mitral importante submetidos à intervenção cirúrgica em

comparação com o seguimento clínico continuado ⁵⁰. Do mesmo modo, as últimas diretrizes do American College of Cardiology (ACC) e da American Heart Association (AHA), assim como as diretrizes brasileiras e europeia recomendam cirurgia precoce para pacientes assintomáticos com insuficiência mitral importante e alta probabilidade de plástica valvar^{15,17,18}.

As decisões sobre o momento da intervenção têm se baseado na comparação entre a história natural da doença e os riscos e resultados da intervenção cirúrgica. Uma vez que os resultados cirúrgicos têm evidenciado altas taxas de plástica mitral, baixos índices de complicações e baixa mortalidade com bons resultados no longo prazo, tem havido cada vez mais consenso sobre a intervenção cirúrgica precoce. Em publicação recente, foram apresentadas as informações do banco de dados da STS, que demonstraram que nos pacientes com insuficiência mitral degenerativa operados em centros especializados, o índice de plástica mitral tem sido acima de 90%⁵¹.

Nos pacientes sintomáticos, vários autores têm demonstrado que quanto maior a classe funcional do paciente, pior o prognóstico da plástica mitral no longo prazo⁵². Diversos estudos mostraram que a progressão dos sintomas⁵³⁻⁵⁵, o aumento das dimensões do átrio e ventrículo esquerdo⁵⁶⁻⁵⁸, e o desenvolvimento de fibrilação atrial^{59,60}, hipertensão pulmonar⁶¹ e disfunção ventricular esquerda^{53,57} estão associadas a pior evolução clínica, mesmo após a correção cirúrgica, indicando que a intervenção cirúrgica deva ser precoce. Em pesquisa realizada na nossa instituição, publicada em 2018, utilizando o ecocardiograma na avaliação pré e pós operatória de plástica valvar mitral, também foi demonstrado que os resultados são inferiores, com maior insuficiência mitral residual, nos pacientes que apresentavam remodelamento

cardíaco com aumento das câmaras cardíacas esquerdas na avaliação pré-operatória⁶².

Já existe consenso na literatura mundial sobre a superioridade da plástica em relação à substituição valvar mitral, principalmente na doença degenerativa. A cirurgia de plástica valvar mitral tem comprovado sua superioridade em termos de mortalidade operatória, sobrevida tardia, complicações relacionadas à valva ou prótese, e preservação da função ventricular esquerda^{20,22,23,63-70}. Publicações mais recentes, comparando a plástica mitral com as próteses valvares de segunda geração, com melhor perfil hemodinâmico e tratamento anti-calcificante dos tecidos, mostram que os resultados da plástica mitral são superiores⁶⁴⁻⁶⁶. Em estudo multicêntrico prospectivo conduzido pelo MIDA (Mitral Regurgitation International Database Investigators) publicado em 2017⁶⁴, a mortalidade operatória foi menor na população submetida à plástica mitral (1,3 contra 4,4; $p < 0,001$), com sobrevida de 20 anos de 46% nos pacientes com plástica mitral, contra 24% na população submetida à troca valvar ($p < 0,001$). Em todos os subgrupos analisados, divididos por idade, sexo ou outros critérios de estratificação foi observada a mesma superioridade da plástica mitral. A cirurgia conservadora também esteve associada a menor incidência de reoperações e complicações relacionadas à valva ou à prótese.

Alguns estudos têm confirmado os benefícios da plástica mitral em determinados subgrupos. Na população mais idosa com insuficiência mitral importante, a plástica mitral demonstrou melhores resultados pós-operatórios, com menor mortalidade cirúrgica e melhor sobrevida a longo prazo, quando comparada à troca valvar^{67,68,70}. Silaschi et al⁶⁷, analisando 341 pacientes com

mais de 75 anos, mostraram menor mortalidade operatória e melhor sobrevida em 5 anos nos pacientes submetidos à plástica valvar ($P < 0,01$). Gaur et al.⁷⁰ encontraram resultados similares em 658 pacientes com mais de 70 anos, sendo que os pacientes submetidos à troca valvar apresentaram maior incidência de acidente vascular cerebral, maior tempo de internação e maior mortalidade operatória. Nloga et al.⁶⁸ mostraram em pacientes octogenários que a plástica mitral resultou em menor mortalidade operatória e melhor sobrevida em 6 meses, quando comparada à troca valvar.

Javadikasgari⁶⁶ et al. avaliaram 1071 pacientes com doença mitral degenerativa com coronariopatia associada, e a troca valvar mitral também esteve associada a maior mortalidade hospitalar, maior incidência de insuficiência renal e insuficiência respiratória, quando comparada à plástica mitral. A sobrevida em 15 anos foi de 18% após a troca valvar contra 52% após a plástica valvar.

Nos pacientes reumáticos, apesar dos resultados menos promissores da plástica da valva mitral em relação à doença degenerativa, também se observa benefício do procedimento conservador da valva em relação à sua substituição^{71,72}: As biopróteses apresentam disfunção estrutural precoce em pacientes jovens⁷³ e as próteses mecânicas exigem anticoagulação permanente. A plástica da valva mitral em doentes reumáticos tem apresentado resultados superiores aos da troca valvar mitral com relação à sobrevida⁷⁴⁻⁷⁶. A plástica foi identificada como fator preditor de maior sobrevida, menor incidência de morte por causa cardíaca, e maior sobrevida livre de complicações embólicas ou hemorrágicas, quando comparado ao implante de próteses biológicas ou mecânicas, apesar da menor sobrevida livre de

reoperação da plástica quando comparada ao uso de próteses metálicas^{74,76}. A cirurgia conservadora da valva mitral em pacientes reumáticos, por outro lado, é tecnicamente mais difícil do que em pacientes com valvopatia degenerativa⁷⁷ e seus resultados dependem do grau de acometimento das cúspides e do aparato subvalvar⁷⁷⁻⁷⁹.

No Instituto do Coração de São Paulo, 330 pacientes reumáticos submetidos à plástica da valva Mitral foram acompanhados, com mortalidade hospitalar de 0,9%, e sobrevida de 86,4% em 20 anos de seguimento, com 30,3% de sobrevida livre de reoperação⁸⁰. Publicação da Universidade de Campinas mostrou sobrevida de 92,1% em 10 anos em grupo de 104 pacientes reumáticos submetidos a plástica da valva mitral, com sobrevida livre de reoperação de 71,1% em 10 anos⁸¹. Em publicação recente, da Costa et al. demonstraram bons resultados da plástica mitral em 125 pacientes com insuficiência mitral de etiologia degenerativa e reumática, sem diferença entre os grupos e sobrevida livre de insuficiência mitral moderada ou importante de 84,5% em 10 anos⁸². Geldenhuys et al⁷⁵ obteve excelentes resultados na análise de 646 pacientes com insuficiência mitral de etiologia reumática na África do Sul, com sobrevida livre de reoperação de 96% em 5 e 10 anos, em pacientes sem fusão comissural. Estudo com mais de 29 anos de seguimento após a plástica da valva mitral em pacientes reumáticos foi publicado por Chauvald et al., com sobrevida atuarial de 82% e sobrevida livre de reoperação de 55%⁸³.

Na endocardite infecciosa, a plástica valvar mitral tem sido utilizada por alguns grupos, com resultados superiores à troca valvar, tanto em termos de mortalidade hospitalar como de outros desfechos como acidente vascular

cerebral isquêmico, sangramento pós-operatório, arritmias e readmissão hospitalar por endocardite ⁸⁴.

A exceção, enfatizada na atualização de 2017 das diretrizes da AHA / ACC¹⁷, é na insuficiência mitral isquêmica, onde a recorrência da insuficiência mitral é significativamente maior no grupo de pacientes submetidos à plástica mitral. A indicação da plástica valvar mitral passou a ser considerada incerta neste grupo de pacientes, sendo a troca da valva mitral apontada de forma mais consistente na insuficiência mitral isquêmica, principalmente nos pacientes com disfunção ventricular esquerda. Em estudo publicado em 2016, comparando a troca valvar mitral e a plástica valvar em 251 pacientes com insuficiência mitral isquêmica, a mortalidade foi similar em dois anos de seguimento, sem diferença no remodelamento ventricular, mas com uma recorrência da insuficiência mitral de 58,8% no grupo da plástica mitral, levando a maior incidência de insuficiência cardíaca e hospitalizações neste grupo⁸⁵. Esta diferença tende a aumentar no seguimento, devido ao remodelamento ventricular e às alterações segmentares do ventrículo esquerdo. Outros trabalhos mostraram resultados similares ^{86–88}, levando à mudança das recomendações nas diretrizes de 2017 para os pacientes com insuficiência mitral isquêmica.

Lillehei et al⁸⁹ deram as contribuições iniciais na compreensão da importância do aparato subvalvar no desempenho ventricular já no final dos anos 50, levando a um progressivo esforço para realizar a plástica da valva mitral. Muitos trabalhos citam a preservação da função ventricular esquerda quando se preserva a continuidade anel - cordas tendíneas – músculos papilares^{22,90–92}, pois o aparato mitral é parte essencial do ventrículo esquerdo

na manutenção da sua forma, volume e função. Na plástica valvar mitral, esta continuidade é sempre mantida, o que favorece a preservação da função ventricular esquerda, com resultados anatômico e funcional adequados.

Os pacientes com doença valvar degenerativa submetidos à plástica da valva mitral apresentam excelente sobrevida e condição clínica no longo prazo^{4,47,70-72,93-96}. David et al⁹³ obtiveram na evolução de 649 pacientes, 0,6% de mortalidade operatória com 92% de sobrevida livre de reoperação em 15 anos de seguimento. Em série publicada por Carpentier et al com seguimento de 2273 pacientes/ano, a sobrevida livre de reoperação foi de 83 a 92% em 20 anos de seguimento, dependendo da presença de envolvimento da cúspide anterior⁶⁹. Dibardino et al⁷¹, acompanhando a evolução de 1503 pacientes com insuficiência mitral submetidos à plástica mitral, observaram mortalidade operatória de 0,6% nos pacientes que apresentam etiologia degenerativa e sobrevida livre de reoperação de 82% em 20 anos de seguimento.

Para a realização da plástica da valva mitral na correção da insuficiência mitral, o conhecimento das alterações do aparelho valvar mitral tem aplicabilidade direta na utilização das diversas técnicas de correção cirúrgica. Os procedimentos sobre a valva mitral incluem a anuloplastia, ressecção, plicatura ou ampliação das cúspides, encurtamento de cordas com ou sem abordagem dos músculos papilares e implante de cordas artificiais, dentre outras técnicas.

Lillehei et al.⁹⁷ publicaram em 1957 os primeiros casos de correção da insuficiência mitral com a anuloplastia sob visão direta após o advento da circulação extracorpórea. Carpentier et al^{98,99} foram os responsáveis pela

difusão da técnica de preservação valvar com a utilização de anel protético. Para muitos autores, a anuloplastia com anel protético é essencial para remodelar o ânulo mitral e estabilizar o reparo para maior durabilidade no longo prazo, sendo responsável por melhor coaptação das cúspides e servindo de reforço do anel para prevenir futuras dilatações^{69,71,93,95,100}. Existe uma grande variedade de anéis para anuloplastia mitral disponíveis atualmente, compreendendo anéis rígidos e flexíveis. Os anéis rígidos se propõem a reestabelecer o tamanho e o formato originais do anel valvar mitral, entretanto, existe a preocupação com a maior incidência de obstrução de via de saída do ventrículo esquerdo a restrição da mobilidade da cúspide posterior com o uso destes anéis^{69,101,102}. Os anéis flexíveis, descritos inicialmente por Duran et al¹⁰³, também reduzem o tamanho do anel mitral, mas permitem maior mobilidade deste durante o ciclo cardíaco, mantendo a fisiologia da valva mitral. Anéis parciais também têm sido usados com este objetivo^{104,105}.

David et al.¹⁰⁰, em uma análise de seguimento no curto prazo, reportou os benefícios da anuloplastia com anéis flexíveis, descrevendo seus efeitos na dinâmica anular e na performance ventricular esquerda. Gillinov et al.⁹⁵ também demonstraram as vantagens com o uso do anel flexível posterior, quando comparado ao anel rígido circunferencial para anuloplastia. Em metanálise envolvendo 12 estudos, Xiang Hu e Qiang Zhao¹⁰⁶ concluíram que ambos os tipos de anel apresentam resultados comparáveis em termos de sobrevida global, mortalidade, reoperação e recorrência de insuficiência mitral em até 8 anos de seguimento. Entretanto, com a utilização do anel flexível, foi observado que a área do anel mitral aumentou significativamente durante o ciclo cardíaco, com uma diferença significativa na velocidade do fluxo

sanguíneo transmitral. Os pacientes com anéis flexíveis apresentaram também melhora da fração de ejeção. Outras modalidades de anéis flexíveis foram testadas, como os anéis biodegradáveis desenvolvidos por Kalangos¹⁰⁷, implantados no subendocárdio do anel mitral. Braile et al.⁹⁶ obtiveram bons resultados usando anel flexível de pericárdio bovino, com ausência de eventos tromboembólicos e bons resultados funcionais. No Incor, 273 pacientes foram submetidos à anuloplastia posterior utilizando tira de pericárdio bovino, com baixa mortalidade operatória e excelente sobrevida livre de reoperação, tromboembolismo, hemólise e endocardite em 18 anos de seguimento, sendo uma técnica reprodutível e de baixo custo¹⁰⁸.

Witschey et al.¹⁰⁹ demonstraram em 2015, através de estudo experimental utilizando ressonância 4D para análise de fluxos, que os anéis para anuloplastia alteram o fluxo sanguíneo intraventricular, e o grau de alteração desta dinâmica está relacionado ao tamanho do anel utilizado, sendo pior nos anéis menores, o que pode levar a disfunção ventricular esquerda.

Alguns grupos têm reportado bons resultados também com a anuloplastia sem o uso de anéis protéticos^{110–114}. Estes grupos levam em consideração a tentativa de preservar a fisiologia do anel mitral, que consegue aumentar sua área em até 26% durante o ciclo cardíaco¹¹⁵. Esta contração fisiológica do anel mitral deve ser preservada sempre que possível, inclusive para não comprometer a função ventricular esquerda. Em alguns casos, a insuficiência mitral ocorre com discreta dilatação do anel mitral, como um defeito isolado na cúspide posterior da valva mitral, como pode acontecer na degeneração mixomatosa. Como o defeito pode ser muito localizado, alguns

autores admitem que não haja necessidade de implante de um anel protético, uma vez que o defeito foi corrigido e a coaptação das cúspides restaurada ¹¹⁶.

Yacoub ⁶³ também demonstrou resultados superiores da plástica mitral sem anéis protéticos em comparação à troca valvar em pacientes com degeneração mixomatosa, enfatizando a importância da preservação da dinâmica do anel, com baixos índices de reoperação (3%). A anuloplastia mitral com sutura, descrita inicialmente por Wooler ¹¹⁷ em 1962, tem sido aplicada e modificada por outros cirurgiões ao longo do tempo. Frater e Sisto ¹¹⁴ descreveram a técnica semelhante de encurtamento mural do anel com sutura, para estabilizar a porção posterior do anel mitral, uma modificação da técnica de anuloplastia de Paneth-Burr previamente descrita em 1977 ¹¹⁰. Estudo comparativo mostrou superioridade da anuloplastia com sutura em comparação à utilização de anéis rígidos, com melhor desempenho hemodinâmico e boa flexibilidade do anel ¹¹⁸.

No Brasil, Pomerantzeff et al. ²⁶ desenvolveram uma modificação técnica empregando fios com “pledgets” sobre retalho de teflon para plicatura segmentar do anel posterior correspondente ao segmento retirado da cúspide, sem a utilização do anel protético. Esta técnica, denominada técnica do “Duplo Teflon”, vem sendo utilizada em adultos com insuficiência mitral degenerativa, com bons resultados clínicos e ecocardiográficos. Em 10 anos de seguimento com esta técnica, a sobrevida atuarial foi de 94,1%, com sobrevida livre de reoperação de 99,2% ²⁷. Esta técnica também apresentou efeitos positivos na remodelação cardíaca, com redução significativa do volume atrial esquerdo (19,9%) e ventricular esquerdo (15,4%) em um ano de seguimento, havendo melhora da função atrial durante o estudo ²⁸. Outros grupos no Brasil obtiveram

bons resultados realizando anuloplastia sem suporte, principalmente para crianças e jovens¹¹⁹⁻¹²¹.

Em uma revisão de 13 trabalhos de anuloplastia com sutura²⁴, sem o uso de anéis protéticos, foram analisadas as técnicas utilizadas, concluindo que os resultados foram bons, reprodutíveis e com baixo custo, sendo os melhores resultados encontrados nos pacientes submetidos à plicatura segmentar, que é a plicatura realizada no anel mitral no segmento da cúspide posterior retirada na ressecção quadrangular.

O implante de cordas tendíneas artificiais vem sendo mais utilizado recentemente na plástica mitral em pacientes com insuficiência mitral. Diversos materiais foram testados para este fim desde 1962, como fios de seda, teflon, nylon, tiras de pericárdio autólogo e pericárdio bovino¹²²⁻¹²⁵, mas foi com o advento das cordas de Politetrafluoretileno (PTFE) que esta técnica se difundiu^{112,126-127}. Perier et al.¹²⁸ passaram a adotar o conceito denominado “respect rather than resect”, o que ampliou a utilização de cordas artificiais. A utilização de cordas de PTFE previamente medidas com suturas integradas ajudou a aumentar a aplicabilidade desta técnica, especialmente nas cirurgias minimamente invasivas¹²⁹⁻¹³². Tirone et al demonstraram em 18 anos de seguimento sobrevida livre de reoperação da valva mitral de 90,2% nos pacientes submetidos à plástica mitral com cordas de PTFE¹³³. Em metanálise recente¹³⁴, envolvendo 1926 pacientes, observou-se que a utilização de cordas artificiais esteve associada a menor necessidade de reoperação e melhor função ventricular, quando comparados a pacientes submetidos à ressecção segmentar da cúspide posterior.

Entretanto, para um melhor planejamento operatório e definição da probabilidade de plástica mitral, é fundamental identificar os mecanismos da insuficiência e determinar de forma acurada o local da anormalidade das cúspides, dos papilares, cordoalhas e anel mitral, para definir as áreas a serem abordadas. O ecodopplercardiograma é reconhecidamente o instrumento de escolha na investigação da insuficiência mitral, com base nas últimas diretrizes publicadas^{15,17,18}.

A RMC, apesar de ainda não ser utilizada rotineiramente nas avaliações da insuficiência mitral, tem sido usada com frequência cada vez maior. Na área de cardiologia, a RMC é considerada, atualmente, método de referência para quantificação de massa e volumes cardíacos, em virtude de sua baixa variabilidade, alta reprodutibilidade e melhor acurácia quando comparada com outros métodos. Tem sido utilizada inclusive na pesquisa de isquemia pela técnica de perfusão miocárdica, sendo que em alguns centros tem sido um exame alternativo à cintilografia miocárdica para avaliar doença coronariana. A avaliação do realce tardio tem sido importante na avaliação da fibrose e da viabilidade miocárdica. Alguns estudos já demonstraram que a quantidade de fibrose e o grau de degeneração dos miócitos são inversamente proporcionais às funções sistólica e diastólica do ventrículo esquerdo^{135,136}. A avaliação da fibrose miocárdica pela RMC tem apresentado importância na avaliação prognóstica das valvopatias. Nossa instituição foi pioneira em demonstrar pelo realce tardio que a presença de fibrose miocárdica no ventrículo esquerdo tem valor prognóstico na evolução após a correção valvar cirúrgica¹³⁵. Em estudo multicêntrico, foi confirmada a importância da RMC na quantificação da fibrose, correlacionando com achados de biópsia intra-

operatórias de pacientes com estenose da valva aórtica¹³⁷. Em outro estudo recentemente publicado, a extensão e o tipo de fibrose encontrados na RMC tiveram correlação significativa com o remodelamento cardíaco e evolução clínica dos pacientes com estenose aórtica submetidos à cirurgia¹³⁸.

Apesar do papel da RMC na quantificação do grau da insuficiência mitral ser algo já bem estabelecido³², a definição do mecanismo disfunção valvar e da insuficiência através deste exame requer aquisições de imagens bem planejadas para definição estrutural da valva mitral e da sua mobilidade. Planos específicos na RMC em associação com aquisições de imagem padrão no eixo longo são necessárias para avaliar cada segmento das cúspides da valva mitral^{34,139,140}. Utilizando-se todos os seus recursos, a RMC pode complementar a ecocardiografia na avaliação da insuficiência mitral, permitindo um planejamento terapêutico otimizado. Em comparação com a ecocardiografia, a RMC oferece algumas vantagens. Em primeiro lugar, a RMC tem resolução espacial e temporal superior, com menos dependência do operador do que a ecocardiografia, dependendo de algoritmos analíticos complexos para permitir medições de forma tridimensional. A RMC não é dependente do biotipo do paciente e pode ser realizada em vários planos sem limitação de janelas acústicas. A quantificação da insuficiência mitral por RMC é baseada no cálculo do volume regurgitante, que é derivado da diferença entre o volume ejetado pelo ventrículo esquerdo (baseado na planimetria do ventrículo esquerdo no final da diástole e da sístole) e o volume que efetivamente foi ejetado pela aorta^{32,141}. Esta abordagem demonstrou ter baixa variabilidade e excelente reprodutibilidade em vários estudos, o que a torna uma técnica ótima para avaliação em série^{32,142,143}. No entanto, o exame de

RMC tem algumas limitações, incluindo disponibilidade limitada, alto custo, sequências longas com tempo aumentado de exame (difícil para pacientes com claustrofobia) e incompatibilidade com muitos dispositivos ferromagnéticos, motivos pela qual a RMC não é amplamente utilizada na avaliação cardiológica.

Desde as diretrizes do ACC / AHA de 2014, a RMC passou a ser indicada como exame de avaliação da insuficiência mitral quando os resultados do ecocardiograma são discrepantes ou incertos, ou nas indicações cirúrgicas limítrofes, principalmente na quantificação da fração regurgitante da valva mitral, uma vez que a RMC consegue fornecer estes parâmetros com maior precisão e reprodutibilidade, tendo recomendação classe 1 (nível de evidência B) nestas situações ^{16,17}. Na diretriz da European Society of Cardiology (ESC) e da European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) de 2017 a RMC tem a mesma indicação¹⁸, sendo considerada método de referência para a avaliação da função e volumes do ventrículo direito e também na avaliação da insuficiência tricúspide.

Fernandes et al¹⁴⁴ utilizaram a RMC para obter medidas da área valvar mitral, ângulo de coaptação, altura do ventrículo e altura da coaptação, área e comprimento das cúspides e diâmetro do ânulo, na sístole e na diástole, com boa correlação destas medidas com a gravidade da insuficiência da valva mitral. A caracterização da área do orifício regurgitante na insuficiência mitral é difícil de ser obtida pela ecocardiografia, e a RMC também tem sido utilizada para esta finalidade¹⁴⁵. Em outro estudo publicado em 2014, Liang et al utilizaram a RMC para avaliar com precisão as estruturas da valva mitral e simular os resultados da ressecção triangular do folheto posterior com

anuloplastia, predizendo as mudanças na geometria ventricular esquerda, na dinâmica de fluxo e pressões nas câmaras cardíacas esquerdas e no resultado final da coaptação dos folhetos da valva mitral em pacientes submetidos à plástica valvar¹⁴⁶. Sturla et al também usou a RMC para tentar definir a melhor estratégia de plástica mitral através de simulações de reparo com implante de cordas artificiais através da RMC¹⁴⁷.

Uretsky et al⁴⁰ observaram, em estudo prospectivo e multicêntrico, discordância entre os resultados do ecocardiograma e da RMC. Neste estudo, de 58 pacientes com insuficiência mitral importante pelo ecocardiograma, 45 (78%) apresentaram insuficiência mitral não importante, sendo que em 20 (34%) a insuficiência era leve. Estes achados reforçam a recomendação deste estudo de utilizar a RMC para avaliar a insuficiência mitral, nos pacientes assintomáticos e sem disfunção ventricular, que são os que mais se beneficiaram da intervenção precoce, principalmente através plástica da valva mitral.

O presente estudo foi realizado no Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo pela Unidade Cirúrgica de Cardiopatias Valvares e pelo Departamento de Ressonância e Tomografia Cardiovascular.

O projeto de pesquisa foi aprovado pela Comissão de Ética Para Análise de Projetos de Pesquisa do Hospital das Clínicas da FMUSP - SDC: 3926/ 13 / 051 – parecer 534.697 de 19/02/2014.

No período de julho de 2014 a agosto de 2016, foram incluídos no estudo os pacientes com insuficiência mitral de etiologia degenerativa. Os pacientes receberam a indicação cirúrgica baseada na Diretriz Brasileira e Interamericana de Valvopatias de 2011¹⁵, e na diretriz do American College of Cardiology e da American Heart Association de 2014¹⁶.

Os critérios de inclusão foram:

- Pacientes com insuficiência mitral importante de etiologia degenerativa
- Disfunção valvar relacionada à cúspide posterior

Os critérios de exclusão foram:

- Valvopatia associada
- Cirurgia cardíaca prévia
- Coronariopatia associada
- Cirurgia de emergência

Os pacientes foram avaliados através de RMC no período pré-operatório (geralmente no mesmo dia da cirurgia). Foi utilizada a ecocardiografia transesofágica intraoperatória em todas as cirurgias do estudo, para avaliação da valva mitral e da função ventricular antes e logo após a realização da plástica valvar.

Foram realizados novos exames de RMC no período pós-operatório precoce (até o 30º dia de pós-operatório), com 6 meses, 1 ano e 2 anos de seguimento.

4.1 Avaliação através da Ressonância Magnética Cardiovascular

Para a realização do exame, foi utilizado o equipamento Philips Achieva de 1,5 T (Philips HealthCare, Best, Netherlands) com bobina cardíaca dedicada de 5 elementos. Utilizamos protocolo específico descrito adiante, para avaliação anatômica e funcional da valva mitral, além da avaliação das câmaras cardíacas esquerdas.

Foram avaliadas as seguintes variáveis pré e pós-operatórias na RMC:

❖ Valva Mitral

- Circunferência do anel valvar mitral
- Diâmetro ântero-posterior do anel valvar mitral
- Diâmetro médio-lateral do anel valvar mitral
- Área da valva mitral
- Contratilidade do anel valvar mitral

- Área do orifício regurgitante da valva mitral

❖ Câmaras Cardíacas Esquerdas

- Volumes sistólico e diastólico finais (indexados para superfície corpórea) e fração de ejeção do ventrículo esquerdo
- Volumes sistólico e diastólico finais (indexados para superfície corpórea) e fração de ejeção do átrio esquerdo

Foi utilizado o seguinte protocolo de RMC para a obtenção de imagens pré e pós-operatórias:

1. Varredura de imagens, incluindo sequências em múltiplos cortes nos planos axial e coronal.
2. Aquisição de imagens de cine-ressonância (cine) usando a sequência bSSFP (balanced Steady State Free Precession – Precessão Livre em Estado de Equilíbrio):
 - Eixo longo vertical (2 câmaras localizador)
 - Eixo curto basal para programação dos planos de corte (localizador)
 - Quatro câmaras, com alinhamento entre o ápice do ventrículo esquerdo e os centros das valvas mitral e tricúspide
 - Via de saída do ventrículo esquerdo (3 câmaras) e corte coronal verdadeiro da via de saída do ventrículo esquerdo
 - Cine da valva aórtica, no plano de coaptação da valva aórtica

- Via de saída do ventrículo direito
- Eixo curto varredura para medidas dos volumes ventriculares

3. Cine da valva mitral usando a sequência bSSFP:

- Cortes de 5 mm de espessura, com orientação perpendicular à parte central da linha de coaptação da valva mitral e aproximadamente paralela à via de saída do ventrículo esquerdo (3 câmaras). Após o alinhamento, foram realizados de 6 a 8 cortes, adquiridos sequencialmente através dos escalopes valvares mitrais A1-P1, A2-P2 e A3-P3, até imediatamente após o ponto mais inferior da comissura.

4. Imagem do anel mitral no eixo curto

- Utilizamos imagens no eixo longo vertical em 2 câmaras e imagens em 3 câmaras com via de saída do ventrículo esquerdo para obter o melhor alinhamento tridimensional do anel mitral. Quando necessário, associamos imagem em 4 câmaras, e destes cortes derivamos 5 imagens em eixo curto, sobre o anel mitral, com espessura de 5 mm, para melhor visualização anel valvar mitral (Figuras 1 e 2).

5. Cines adicionais das comissuras foram adquiridas perpendicularmente às linhas de coaptação adjacentes a cada uma das comissuras, caso estas sejam oblíquas à linha de

coaptação central, para a obtenção da área do orifício regurgitante da valva mitral.

6. Cines alinhadas transversalmente a cada jato regurgitante mitral, localizadas adjacente ao orifício regurgitante no lado atrial foram utilizadas para demonstrar o grau da insuficiência mitral quando havia um jato central e discreto.
7. Mapeamento de fluxos (*phase-contrast*) nos planos da aorta e do tronco pulmonar, para o cálculo do fluxo transvalvar aórtico.

Nas Figuras 1 e 2, ilustramos o método utilizado para a obtenção da imagem do anel mitral e para o cálculo dos diâmetros do mesmo.

Figura 1 - Através do corte em duas câmaras (A) e da via de saída do ventrículo esquerdo (B), realizamos uma cine sobre o anel mitral (paciente 3)

Figura 2 - Medidas dos diâmetros ântero-posterior (AP) e médio-lateral (ML) do anel mitral (paciente 2), na sístole (A) e diástole (B)

4.2 Graduação da Insuficiência Mitral

A graduação da insuficiência mitral pela RMC foi definida através da fração regurgitante, e seguiu como referências as diretrizes da AHA / ACC e as diretrizes conjuntas da American Society of Echocardiography com a Society for Cardiovascular Magnetic Resonance de 2017^{16,148}.

- A insuficiência mitral discreta = fração regurgitante < 30%
- A insuficiência mitral moderada = fração regurgitante entre 30 e 49%
- A insuficiência mitral importante = fração regurgitante ≥ 50%

4.3 Intervenção Cirúrgica

A via de acesso cirúrgico em todos os casos foi a esternotomia mediana. Após a pericardiotomia, foi realizado o preparo para a circulação extracorpórea (CEC), administrada heparina na dose de 400 ui/kg de peso, seguida da colocação de cânula arterial na aorta ascendente. Foram colocadas cânulas separadas em átrio direito para veia cava inferior e veia cava superior. Foram utilizados oxigenadores de membrana descartáveis. Como perfusato, foi utilizada solução de Ringer Lactato, associando concentrado de hemácias baseado nos limites de hemodiluição aplicados no Incor (hematócrito < 23).

A proteção miocárdica utilizada foi a hipotermia moderada a 28 graus associada à cardioplegia do tipo Saint Thomas 2, com a seguinte composição: cloreto de magnésio 1,6g, cloreto de potássio 596,0 mg, cloreto de procaína 136,0 mg e veículo q.s.p. 10,0 ml.

O acesso à valva mitral foi realizado por atriotomia esquerda acima das veias pulmonares direitas. Realizada minuciosa inspeção da valva mitral, com avaliação das cúspides, cordas tendíneas e das dimensões do anel valvar. A tração das cúspides com ganchos é utilizada para a identificação dos pontos de prolapso. O teste com injeção de solução salina no ventrículo esquerdo foi utilizado para auxiliar na identificação do local de refluxo. Após a identificação do segmento acometido da cúspide posterior devido a alongamento ou rotura de cordas tendíneas, procede-se à ressecção quadrangular deste segmento. A anuloplastia segmentar da porção do anel correspondente ao segmento

retirado da cúspide posterior é realizada com a técnica do “Duplo Teflon”. São passados dois pontos em “U” de fio de poliéster 2-0 com “pledgets” no anel valvar correspondente ao segmento ressecado, ancorados em duas barras de teflon de 1,2 cm de comprimento por 0,5 cm de largura, de forma a retirar a tensão sobre as bordas da cúspide. Estas bordas da cúspide são suturadas com pontos separados de polipropileno 5-0. A injeção de solução salina no ventrículo esquerdo foi utilizada para a análise do resultado da plástica mitral, com o cuidado de se encher totalmente a cavidade ventricular. Foi então realizada avaliação detalhada da coaptação das cúspides, pois uma boa superfície de coaptação deve ser alcançada para obtenção de bons resultados no longo prazo. Após a saída de circulação extracorpórea, foi utilizada a ecocardiografia transesofágica intra-operatória, para avaliação da valva mitral e da função ventricular.

Todos os fragmentos da cúspide posterior retirados no ato operatório foram acondicionados em formalina e encaminhados para a realização do exame de anatomia patológica.

Após a operação, todos os pacientes foram transferidos para a Unidade de Recuperação Cardíaca, onde foram mantidos sob controle clínico e laboratorial através de protocolos institucionais de cuidados pós-operatório.

4.4 Padronização da Avaliação dos Pacientes

4.4.1 Avaliação Funcional

Os pacientes foram avaliados clinicamente com base no “Criteria Committee of the New York Heart Association” (NYHA) sendo classificados em quatro categorias, de acordo com o grau de dispnéia

Classe Funcional I: Assintomáticos

Classe Funcional II: Dispnéia aos grandes esforços

Classe Funcional III: Dispnéia aos médios esforços

Classe Funcional IV: Dispnéia aos mínimos esforços ou em repouso

4.4.2 Avaliação do Risco Operatório

A análise do risco operatório foi realizada através dos modelos de avaliação de risco cirúrgico denominados EuroScore II¹⁴⁹ e STS Score⁵¹.

4.4.3 Avaliação de Desfechos Clínicos

Durante a evolução pós-operatória imediata e tardia, foram avaliados os seguintes desfechos: eventos embólicos, arritmia, reoperação, endocardite, insuficiência cardíaca e mortalidade hospitalar.

4.4.4 Avaliação Eletrocardiográfica

Foi analisado o ritmo cardíaco através do eletrocardiograma (ECG) no período pré-operatório, pós-operatório imediato, seis meses, um ano e dois anos de seguimento. Foi realizado o ECG convencional utilizando-se as doze derivações clássicas, sendo as três derivações bipolares (D1, D2 e D3), as três derivações unipolares aumentadas (aVR, aVL, aVF) e as seis derivações precordiais (V1 a V6). Consideramos os seguintes ritmos na avaliação:

- Sinusal
- Fibrilação atrial persistente
- Fibrilação atrial paroxística (arritmia revertida espontaneamente ou com intervenção médica em até 7 dias de seu início) ¹⁵⁰
- Bloqueio átrioventricular
- Ritmo de marcapasso

4.4.5 Avaliação Ecocardiográfica Intra-Operatória

Todos os pacientes do estudo realizaram o estudo ecocardiográfico transesofágico bidimensional intra-operatório utilizando o equipamento Envisor (Philips Medical Systems, Andover, MA, EUA) com o transdutor multiplanar. As imagens foram adquiridas nas projeções apical, 2 e 4 câmaras, através da rotação multiplanar de 0° a 180°, de acordo com padronização da Sociedade Americana de Ecocardiografia.

4.4.6 Avaliação Histológica

Todos os fragmentos ressecados da valva mitral tiveram suas medidas descritas em centímetros considerando sua altura, base e borda livre, e foram encaminhados para a Divisão de Anatomia Patológica do Instituto do Coração do Hospital das Clínicas – FMUSP.

Os cortes foram submetidos a processamento histológico pelo método Alcian-Blue.

4.4.7 Análise Estatística

Todas as variáveis foram analisadas descritivamente. Para as variáveis quantitativas esta análise foi feita através da observação dos valores mínimos e máximos, e do cálculo de médias, desvios-padrão.

Para a comparação dos 5 momentos avaliados (pré-operatório, pós-operatório 30 dias, 6 meses, um ano e dois anos) foi utilizada a Análise de Variância com medidas repetidas. Nos casos onde o *p* apresentou valor significativo foram realizadas comparações dos momentos dois a dois, através de contraste testado com base na Análise de Variância.

O software utilizado para as análises foi o *SPSS 21.0 for windows*.

O nível de significância utilizado para os testes foi de 5%.

4.5 Casuística

Trinta e seis pacientes consecutivos preencheram os critérios de inclusão, sendo incluídos no estudo. Todos os pacientes preencheram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e foram operados pelo mesmo cirurgião, da Unidade Cirúrgica de Cardiopatias Valvares do Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Destes pacientes selecionados, dois não conseguiram realizar o exame de RMC por apresentarem claustrofobia, de modo que 34 pacientes realizaram

o exame e foram submetidos à intervenção cirúrgica. Destes, três pacientes foram excluídos pois foram submetidos à troca valvar mitral, devido a avaliação anatômica intra-operatória. Dos 31 pacientes que realizaram o exame de RMC e foram submetidos à plástica valvar (91,2% de plástica valvar), dois pacientes se recusaram a continuar no protocolo alegando dificuldades (claustrofobia) para realizar os exames de RMC no período pós-operatório, de modo que o grupo estudado incluiu 29 pacientes (Figura 3).

Figura 3- Resumo dos pacientes selecionados e incluídos no estudo.

Os dados clínicos pré-operatórios dos pacientes estão apresentados na Tabela 1.

A idade desta população variou de 40 a 81 anos, com média de 63,3 anos. Dezesete pacientes eram do sexo masculino (58,6%) e 12 do sexo feminino (41,4%). Estes dados estão descritos no Anexo A.

Quanto aos antecedentes pessoais, 18 pacientes eram hipertensos (69%), 3 diabéticos (10,3%), 10 dislipidêmicos (34,5%), 3 tabagistas (10,3%), sendo que dois deles apresentavam doença pulmonar obstrutiva crônica. O risco cirúrgico médio estimado pelo EuroScore II foi de 1,24%, variando de 0,56% a 3,14%, enquanto a estimativa pelo STS Score foi de 1,13%, variando de 0,42 a 4,9% (Anexo B).

Em relação à classe funcional baseada na classificação da NYHA, um paciente encontrava-se em CF I (3,4%), 5 pacientes em CF II (17,3%), 19 pacientes em CF III (65,5%) e 4 pacientes em CF IV (13,8%) no período pré-operatório (Anexo C).

Em relação ao ritmo cardíaco no pré-operatório, 21 pacientes (72,4%) apresentavam ritmo sinusal, 6 pacientes (20,7%) apresentavam fibrilação atrial persistente e 2 pacientes (6,9%) apresentavam fibrilação atrial paroxística (Anexo D).

Tabela 1- Dados clínicos pré-operatórios dos pacientes.

Número	29
Idade (anos)	63,3 (40 – 81)
Sexo:	
Masculino	17 (58,6%)
Feminino	12 (41,4%)
Classe Funcional	
Classe I	1 (3,4%)
Classe II	5 (17,3%)
Classe III	19 (65,5%)
Classe IV	4 (13,8%)
Ritmo Cardíaco	
Ritmo Sinusal	21 (71,4%)
Fibrilação atrial ou Flutter	8 (27,6%)
Risco Cirúrgico	
EuroScore II (média)	1,24% (0,56 a 3,14)
STS score (Média)	1,13 % (0,42 a 4,9)

O tempo de circulação extra-corpórea variou de 59 a 79 minutos, com média de 66 minutos, e o tempo de pinçamento aórtico variou de 34 a 58 minutos, com média de 47 minutos (Anexo E).

Quanto aos achados intra- operatórios, todos os 29 pacientes apresentavam comprometimento da cúspide posterior, sendo que 26 destes apresentavam comprometimento do segmento P2 da valva mitral (89,7%). Destes, 19 apresentavam prolapso isolado de P2 (65,5%) e 7 pacientes apresentavam comprometimento de dois segmentos da cúspide posterior (24,2%), sendo 5 pacientes com prolapso dos segmentos P2 e P3 e 2 pacientes com prolapso dos segmentos P1 e P2. Dois pacientes apresentavam prolapso isolado do segmento P3 (6,9%) e um paciente do segmento P1 (3,4%). O achado anatômico mais comum foi a rotura de cordas tendíneas, encontrado em 16 pacientes (55,2%), com 10 pacientes apresentando alongamento de cordas (34,5%) e 3 pacientes apresentando uma combinação de cordas alongadas e rotas (10,3%).

Em 5 pacientes houve a utilização de técnica associada de plástica na cúspide anterior (17,2%), devido à presença de alongamento de cordas no segmento A2, onde utilizamos técnica de encurtamento de cordas junto à borda livre da cúspide anterior. Dois pacientes (6,9%) foram submetidos ao fechamento do forame oval patente.

Estes dados intra- operatórios e dos procedimentos realizados estão descritos no Anexo F.

5 Resultados

5.1 Avaliação Clínica

Houve um óbito hospitalar (3,4%). O paciente (paciente 23) apresentou boa evolução cardiovascular, mas evoluiu com complicações secundárias à colecistite aguda alitiásica, com necrose da vesícula biliar, peritonite e choque séptico. Foi submetido à laparotomia de urgência no 12º dia de pós-operatório, e evoluiu a óbito no 15º dia pós-operatório.

Sete pacientes (24,13%) necessitaram receber transfusão sanguínea durante a cirurgia ou durante a internação, e não foi utilizado nenhum outro tipo de hemoderivado (Anexo E).

No período pós-operatório imediato, um paciente (3,4%) foi submetido à reoperação para revisão da hemostasia por distúrbio de coagulação, com estabilização hemodinâmica e boa evolução pós-operatória (paciente 3).

Três pacientes (10,3%) apresentaram episódios de bradicardia no pós-operatório imediato, secundária a bloqueio átrio-ventricular de segundo grau em 1 paciente (paciente 18) e com ritmo juncional em 2 pacientes (pacientes 9 e 11), com necessidade da utilização de marcapasso temporário. Houve reversão da bradicardia em todos os três pacientes. Um paciente apresentou fibrilação atrial no primeiro dia de pós-operatório (paciente 23), revertido quimicamente. Um paciente, que apresentava fibrilação atrial persistente, recebeu alta em ritmo sinusal (paciente 13). Todos os demais pacientes mantiveram o mesmo ritmo pré-operatório na alta hospitalar. Os dados do ritmo cardíaco estão apresentados no Anexo D.

Um paciente (3,4%) apresentou broncopneumonia (paciente 20), tratada clinicamente com antibioticoterapia endovenosa, apresentando boa evolução clínica.

Houve dois óbitos tardios (6,8%), ambos de causa não cardíaca. Um paciente (paciente 5) teve diagnóstico de adenocarcinoma do pulmão direito, falecendo 17 meses após a cirurgia por insuficiência respiratória. Outra paciente (paciente 18) apresentou fratura de fêmur 19 meses após a cirurgia, e faleceu em decorrência de complicações infecciosas.

No pós-operatório tardio, dois pacientes (6,9%) apresentaram evento trombo-embólico. Um destes pacientes (paciente 25) apresentou infarto agudo do miocárdio no 30º dia de pós-operatório. Realizou cineangiocoronariografia que evidenciou um trombo no terço médio da artéria descendente anterior, sendo submetido a tratamento clínico (anticoagulação) com boa evolução. Este paciente era portador de fibrilação atrial e fazia uso irregular de anticoagulante. O outro paciente (paciente 6) apresentou acidente vascular cerebral isquêmico no segundo mês de pós-operatório, com discreta paresia à direita (força motora grau IV), revertida durante a evolução clínica. Este segundo paciente não fazia uso de anticoagulantes, pois tinha ritmo sinusal.

Um paciente (3,4%) apresentou derrame pericárdico importante sintomático e foi submetido a drenagem do pericárdio no sexto mês de pós-operatório, com drenagem de líquido sero-hemático. Este fazia uso de anticoagulante devido a fibrilação atrial e apresentou boa evolução clínica após a drenagem (paciente 3).

Um paciente (3,4%) apresentou bloqueio atrioventricular total após 18 meses de seguimento (paciente 9), sendo submetido ao implante de marcapasso definitivo (modo DDD).

Com dois anos de seguimento, dos 24 pacientes com seguimento completo, 20 encontram-se em ritmo sinusal (83,3%), 3 em fibrilação atrial persistente (12,5%) e um em ritmo de marcapasso (4,2%).

Quanto à classe funcional, 24 pacientes completaram dois anos de seguimento clínico, sendo que destes 18 estão em CF I (75%) e 6 estão em CF II (25%). Estes dados estão apresentados no Anexo C.

5.2 Avaliação Histológica

As medidas dos segmentos ressecados encontram-se descritas no anexo E.

Na análise microscópica, foram encontrados, em todos os fragmentos fibrose difusa, degeneração mucóide em graus variados e calcificações discretas e focais no estroma valvar. Observou-se infiltrado inflamatório linfomononuclear e eosinofílico discreto e focal, acompanhado de reatividade endocárdica superficial.

Os achados da análise histológica dos fragmentos da valva mitral são compatíveis com a etiologia degenerativa em todos os pacientes do estudo (Anexo H).

5.3 Análise da Insuficiência Mitral

Dos 29 pacientes que fazem parte deste protocolo, 28 realizaram e exame de RMC no pré e pós-operatório imediato, pois houve um óbito hospitalar. Vinte e seis pacientes realizaram os exames de 6 meses, 25 realizaram os exames um ano e 24 pacientes têm avaliação completa, com exames de 2 anos de seguimento (Anexo G).

Dois pacientes (6,9%) mudaram o domicílio para outro estado e não retornaram para a realização dos exames de RMC após os 6 meses de seguimento (pacientes 1 e 9).

Na avaliação da insuficiência mitral através da RMC no pós-operatório imediato, 1 paciente (3,6%) apresentou insuficiência mitral moderada (paciente 3), 2 (pacientes 2 e 26) apresentaram insuficiência discreta (7,1%), e nos demais pacientes a insuficiência foi classificada como mínima ou ausente.

Com dois anos de seguimento, 2 pacientes (8,3%) apresentaram insuficiência mitral importante (pacientes 3 e 9), 4 pacientes (16,7%) apresentaram insuficiência mitral moderada (pacientes 2, 6, 24 e 26) e os demais 18 pacientes apresentavam insuficiência mitral discreta ou ausente (75,0%). Um paciente (paciente 9) do estudo apresentava insuficiência mitral mínima no exame de um ano, mas após o implante de marcapasso definitivo aos 18 meses de pós-operatório, evoluiu com insuficiência mitral importante no exame de dois anos.

5.4 Análise das Variáveis da Valva Mitral

5.4.1 Circunferência do Anel Mitral

Durante o período do estudo, foram realizadas as medidas da circunferência do anel mitral no final da sístole e da diástole. As medidas foram realizadas nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato (30 dias), 6 meses, um ano e dois anos de seguimento, e estão descritas nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2- Análise das medidas da variável circunferência diastólica do anel valvar mitral.

Período	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-Padrão	p
Pré	8,3	15,4	12,51	2,01	
Pós 30 d	7,3	12,9	10,66	2,09	< 0,001
Pós 6 m	6,9	14,3	10,88	1,66	< 0,001
Pós 1 a	7,8	20,00	11,14	2,82	0,009
Pós 2 a	8,0	14,4	10,76	1,61	< 0,001

Valores em cm

O valor de p refere-se à comparação dos 4 momentos pós-operatórios em relação aos valores pré-operatórios.

Observamos que ocorreu redução significativa da circunferência diastólica do anel mitral entre o período pré-operatório e o pós-operatório

imediatamente ($p < 0,001$). Esta redução se manteve significativa em todos os períodos analisados até os dois anos de seguimento ($p < 0,001$) quando comparada ao período pré-operatório. A Figura 4 ilustra a evolução das medidas da circunferência do anel mitral na diástole no período do estudo.

Figura 4- Evolução da circunferência diastólica do anel mitral (em cm) ao longo do período do estudo.

Observamos que houve redução significativa da circunferência diastólica do anel mitral no período pós-operatório imediato em relação ao período pré-operatório ($p < 0,001$). Quando comparamos os períodos pós operatórios, observamos que não há alteração significativa nos valores ($p > 0,05$), mostrando que esta variável se manteve estável no seguimento de 2 anos.

Tabela 3- Análise da variável circunferência sistólica do anel valvar mitral

Período	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-Padrão	p
Pré	9,6	16,0	13,28	1,95	
Pós 30	7,5	14,0	11,50	1,59	< 0,001
Pós 6 m	7,4	15,3	11,59	1,72	< 0,001
Pós 1 a	8,3	15,3	11,69	1,99	< 0,001
Pós 2 a	8,2	17,8	11,60	2,18	< 0,001

Valores em cm

O valor de p refere-se à comparação dos 4 momentos pós-operatórios em relação aos valores pré-operatórios

Quando avaliamos a circunferência sistólica do anel mitral, observamos redução significativa no pós-operatório imediato ($p < 0,001$), redução que se manteve significativa em todos os períodos analisados até 2 anos de seguimento ($p < 0,001$). A Figura 5 ilustra a evolução das medidas da circunferência do anel mitral na diástole no período do estudo.

Figura 5- Evolução da circunferência sistólica do anel mitral (em cm) ao longo do período do estudo

Observamos que houve redução significativa da circunferência sistólica do anel mitral no período pós-operatório imediato em relação ao período pré-operatório ($p < 0,001$). Quando comparamos os períodos pós operatórios, observamos que não há alteração significativa nos valores ($p > 0,05$), mostrando que esta variável se manteve estável no seguimento de 2 anos.

5.4.2 Diâmetro Ântero-Posterior do Anel Mitral

Foram realizadas as medidas do diâmetro ântero-posterior durante quatro fases do ciclo cardíaco: diástole final (D), sístole inicial (S1), sístole

média (S2) e sístole final (S3) para avaliar os diâmetros e o comportamento e a contratilidade do anel mitral nestas quatro fases. A Tabela 4 mostra as medidas desta variável ao longo do estudo nas quatro fases descritas:

Tabela 4- Análise das medidas do diâmetro ântero-posterior do anel mitral (em mm), realizadas na diástole (D) e durante 3 fases da sístole (S1, S2, S3)

Variável	Período	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	P
Diástole	Pré	19,8	55,0	38,25	9,79	
	Pós 30d	15,3	44,0	31,31	6,92	< 0,001
	Pós 6m	17,3	45,6	31,01	7,00	<0,001
	Pós 1 a	17,3	57,2	30,66	10,97	< 0,001
	Pós 2 a	19	43,0	30,35	6,44	< 0,001
Sístole (S1)	Pré	22,7	54,8	37,80	9,41	
	Pós 30d	16,2	45,0	30,98	7,16	< 0,001
	Pós 6m	19,9	46,20	30,79	6,86	< 0,001
	Pós 1 a	16,0	57,1	30,67	10,84	0,002
	Pós 2 a	25,0	43,0	30,07	6,40	< 0,001
Sístole (S2)	Pré	23,1	58,4	40,14	9,84	
	Pós 30d	19,0	48,5	32,58	6,96	< 0,001
	Pós 6m	20,7	47,2	33,58	7,27	< 0,001
	Pós 1 a	17,4	58,8	33,70	10,73	0,006
	Pós 2 a	21,9	43,4	32,44	5,88	< 0,001

Variável	Período	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	P
Sístole (S3)	Pré	24,02	61,00	42,95	9,98	
	Pós 30d	21,70	49,50	34,30	6,88	< 0,001
	Pós 6m	18,00	51,00	34,54	6,91	< 0,001
	Pós 1 a	19,10	58,50	35,04	10,19	0,002
	Pós 2 a	23,00	48,30	33,60	6,75	< 0,001

Valores em mm

O valor de p refere-se à comparação dos 4 momentos pós-operatórios em relação aos valores pré-operatórios.

Observamos que houve uma redução significativa do diâmetro ântero-posterior do anel mitral na diástole, assim como nas 3 fases da sístole. A redução no diâmetro ântero-posterior na diástole, no período pós-operatório imediato foi de 18,14% (de 38,25 mm para 31,31 mm), redução que se manteve estável até os dois anos de seguimento. Redução similar foi observada nas 3 fases da sístole, onde as reduções no diâmetro ântero-posterior variaram de 18,0 a 20,1%, e foram significativas na análise estatística. Esta redução se manteve significativa nos dois anos de seguimento.

A Figura 6 ilustra a evolução das medidas do diâmetro ântero-posterior do anel mitral na diástole e nas 3 fases da sístole no período analisado:

Figura 6- Evolução do diâmetro ântero-posterior do anel mitral na diástole e na sístole (S1, S2 e S3) durante o período do estudo

Nos 4 fases analisadas do ciclo cardíaco (D, S1, S2 e S3) observamos que houve redução significativa do diâmetro antero-posterior do anel mitral no período pós-operatório imediato (30d) em relação ao período pré-operatório ($p<0,001$). Quando comparamos os períodos pós operatórios, observamos que não há alteração significativa nos valores ($p>0,05$), mostrando que houve estabilidade desta variável no seguimento de 2 anos.

5.4.3 Diâmetro Médio-Lateral do Anel Mitral

Foram realizadas as medidas do diâmetro médio-lateral do anel mitral durante quatro fases do ciclo cardíaco: diástole final (D), sístole inicial (S1), sístole média (S2) e sístole final (S3). A Tabela 5 mostra as medidas desta variável ao longo do estudo nas quatro fases descritas:

Tabela 5- Análise das medidas do diâmetro médio-lateral do anel mitral, realizadas na diástole (D) e durante três fases da sístole (S1, S2, S3)

Variável	Período	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	p
Diástole	Pré	32,9	52,7	42,23	5,82	
	Pós 30d	28,4	47,5	39,77	5,52	0,008
	Pós 6m	27,7	50,1	39,15	5,90	0,004
	Pós 1 a	30,0	50,0	39,57	5,16	0,002
	Pós 2 a	29,0	48,8	38,94	5,35	< 0,001
Sístole (S1)	Pré	31,9	50,0	41,99	5,42	
	Pós 30d	30,0	48,8	39,41	5,40	< 0,001
	Pós 6m	28,5	49,7	39,50	5,90	0,011
	Pós1 a	29,6	49,9	39,54	5,28	0,005
	Pós 2 a	27,8	47,6	38,53	5,49	< 0,001
Sístole (S2)	Pré	34,4	50,9	43,50	5,16	
	Pós 30d	26,1	50,4	39,46	6,24	< 0,001
	Pós 6m	28,7	52,1	40,05	6,44	0,001
	Pós1 a	28,8	53,9	39,28	5,80	< 0,001
	Pós 2 a	29,7	50,0	39,19	5,46	< 0,001

Variável	Período	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	p
Sístole (S3)	Pré	30,70	50,90	42,24	5,51	
	Pós 30d	26,40	50,31	39,55	6,31	< 0,001
	Pós 6m	26,00	50,14	39,83	6,13	0,009
	Pós1 a	30,10	50,70	39,81	5,14	0,008
	Pós 2 a	29,80	49,00	38,94	5,21	< 0,001

Valores em mm

O valor de p refere-se à comparação dos 4 momentos pós-operatórios em relação aos valores pré-operatórios.

Observamos que durante os 4 períodos do ciclo cardíaco, houve uma redução significativa do diâmetro médio-lateral do anel mitral no pós-operatório imediato (30 dias), com 6 meses, um ano e dois anos de seguimento. A Figura 7 ilustra a evolução das medidas do diâmetro médio-lateral do anel mitral na diástole no período do estudo.

Figura 7- Evolução do diâmetro médio-lateral do anel mitral na diástole (D) e em 3 momentos da sístole (S1, S2 e S3) durante o período do estudo.

Observamos que houve redução significativa do diâmetro médio-lateral do anel mitral no período pós-operatório imediato (30d) em relação ao período pré-operatório ($p < 0,001$). Quando comparamos os períodos pós operatórios, observamos que não há alteração significativa nos valores ($p > 0,05$), mostrando que houve estabilidade desta variável no seguimento de 2 anos.

5.4.4 Área da Valva Mitral

Foram realizadas as medidas da área da valva mitral durante quatro fases do ciclo cardíaco: diástole final (D), sístole inicial (S1), sístole média (S2) e sístole final (S3). A Tabela 6 mostra as medidas desta variável ao longo do estudo e nas quatro fases descritas:

Tabela 6- Análise das medidas da área da valva mitral realizadas na diástole (D) e durante 3 momentos da sístole (S1, S2, S3)

Variável	Período	Mínimo	Máximo	Média	dp	p
Diástole	Pré	5,5	18,9	12,77	3,92	
	Pós 30d	4,3	13,2	9,77	2,38	< 0,001
	Pós 6m	3,8	16,3	9,65	2,85	< 0,001
	Pós 1 a	4,8	16,6	9,58	3,63	< 0,001
	Pós 2 a	5,1	16,0	9,39	2,81	< 0,001
Sístole (S1)	Pré	6,3	19,3	12,53	3,68	
	Pós 30d	4,7	13,0	9,60	2,44	< 0,001
	Pós 6m	4,5	16,4	9,66	2,90	< 0,001
	Pós 1 a	4,4	17,1	9,60	3,73	< 0,001
	Pós 2 a	5,0	15,9	9,23	2,84	< 0,001
Sístole (S2)	Pré	7,1	21,0	13,85	4,05	
	Pós 30d	3,9	14,9	10,09	2,44	< 0,001
	Pós 6m	4,7	18,2	10,70	3,25	< 0,001
	Pós 1 a	4,5	17,7	10,43	3,71	< 0,001
	Pós 2 a	5,1	17,0	10,14	2,94	< 0,001

Variável	Período	Mínimo	Máximo	Média	dp	p
Sístole (S3)	Pré	7,4	20,5	14,34	4,03	
	Pós 30d	4,5	15,6	10,72	2,81	< 0,001
	Pós 6m	4,3	18,6	10,92	3,06	< 0,001
	Pós 1 ano	5,6	18,4	10,98	3,45	< 0,001
	Pós 2 anos	5,4	18,6	10,45	3,17	< 0,001

Valores em cm²

O valor de p refere-se à comparação dos 4 momentos pós-operatórios em relação aos valores pré-operatórios

Observamos que ocorreu redução significativa da área diastólica e sistólica do anel mitral entre o período pré-operatório e o pós-operatório imediato ($p < 0,001$), sendo que essa redução se manteve significativa em todos os períodos analisados até os dois anos de seguimento ($p < 0,001$) quando comparadas ao período pré-operatório.

A Figura 8 ilustra a evolução das medidas da área da valva mitral durante o ciclo cardíaco no período pré-operatório até dois anos de seguimento.

Figura 8- Evolução da área da valva mitral ao longo dos períodos do estudo

Observamos que houve redução significativa da área da valva mitral no período pós-operatório imediato (30d) em relação ao período pré-operatório ($p < 0,001$). Quando comparamos os períodos pós operatórios, observamos que não há alteração significativa nos valores ($p > 0,05$), mostrando que houve estabilidade desta variável no seguimento de 2 anos.

5.4.5 Análise da Contratilidade do Anel Mitral

Com base nas medidas da área da valva mitral realizadas durante quatro fases do ciclo cardíaco, foi analisada a contratilidade do anel mitral, expressa como encurtamento do anel mitral. A contratilidade do anel mitral é avaliada pela variação da área da valva mitral durante o ciclo cardíaco, tendo como referências a maior e a menor medida da área da valva mitral.

A Tabela 7 mostra a variação da área valvar mitral, calculadas no pré-operatório, 30 dias, 6 meses, um ano e 2 anos de seguimento.

Tabela 7- Análise da variação da área valvar mitral (encurtamento) durante os 5 períodos do estudo.

Variável	Período	Mínimo	Máximo	Média	dp	p
Encurtamento	Pré	7,80	47,40	23,31	9,04	
	Pós 30d	5,30	30,0	19,63	7,01	
	Pós 6m	6,40	40,60	23,75	8,09	
	Pós 1 a	2,50	42,00	25,75	11,27	
	Pós 2 a	3,10	52,20	22,66	9,77	0,572

Valores em porcentagem (%)

O valor de p refere-se à comparação entre 5 períodos avaliados

Podemos observar que nos cinco períodos avaliados, houve variação da área da valva mitral durante o ciclo cardíaco, com manutenção do encurtamento do anel valvar mitral, sem diferença estatisticamente significativa no seguimento pós-operatório de 2 anos, o que demonstra a preservação da

função contrátil do anel mitral após a plástica da valva mitral com utilização da técnica do “Duplo Teflon”.

5.4.6 Área do Orifício Regurgitante

Foram realizadas as medidas do orifício regurgitante da valva mitral, no período pré-operatório, pós-operatório imediato, seis meses e um ano de seguimento, nos cortes do eixo curto da valva mitral. A Tabela 8 mostra as medidas realizadas nos períodos preconizados no estudo:

Tabela 8- Análise da área do orifício regurgitante da valva mitral.

Período	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-Padrão	p
Pré	0,10	2,60	0,75	0,67	
Pós 30 d	0,00	0,40	0,12	0,10	< 0,001
Pós 6 m	0,00	0,33	0,11	0,09	< 0,001
Pós 1 a	0,00	0,37	0,13	0,11	< 0,001
Pós 2 a	0,00	0,87	0,23	0,20	<0,001

Valores em cm².

O valor de p refere-se à comparação dos 4 momentos pós-operatórios em relação aos valores pré-operatórios.

Foi observada significativa redução da área do orifício regurgitante da valva mitral ($p < 0,001$), redução esta que se manteve significativa após 2 anos de pós-operatório.

5.5 Análise das Variáveis do Ventrículo Esquerdo

5.5.1 Índice do Volume Diastólico Final do Ventrículo Esquerdo (IVDFVE)

Durante o período do estudo, foi avaliado o volume diastólico final do ventrículo esquerdo no período pré-operatório, pós-operatório imediato, com 6 meses, um ano e dois anos de seguimento. Os valores indexados estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9- Análise das medidas do índice do volume diastólico final do ventrículo esquerdo.

Período	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-Padrão	p
Pré	56,49	215,18	119,69	40,13	
Pós 30 d	49,67	192,15	83,37	30,00	< 0,001
Pós 6 m	48,95	226,18	86,04	37,41	0,002
Pós 1 a	32,47	231,41	94,05	44,55	0,019
Pós 2 a	46,89	227,23	98,90	41,97	0,025

Valores em mm

O valor de p refere-se à comparação dos 4 momentos pós-operatórios em relação aos valores pré-operatórios.

Observamos uma redução no IVDFVE no período pós-operatório, que foi significativo no pós-operatório imediato ($P < 0,001$). Apesar do aumento das

medidas na evolução, esta redução se manteve significativa em até dois anos de seguimento quando comparada ao período pré-operatório ($p = 0,025$)

5.5.2 Índice do Volume Sistólico Final do Ventrículo Esquerdo

Durante o período do estudo, foi avaliado o volume sistólico final do ventrículo esquerdo, sendo este indexado pela superfície corpórea, no período pré-operatório, pós-operatório imediato, 6 meses, um ano e dois anos de seguimento. Os valores são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10- Análise das medidas do índice do volume sistólico final do ventrículo esquerdo.

Período	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-Padrão	p
Pré	15,82	146,07	45,09	28,13	
Pós 30 d	13,07	153,93	42,19	27,86	0,279
Pós 6 m	9,04	184,29	43,10	39,00	0,279
Pós 1 a	11,04	183,25	47,90	43,60	0,279
Pós 2 a	11,27	180,10	48,08	41,17	0,279

Valores em ml/m².

O valor de p refere-se à comparação entre 5 períodos avaliados

Observamos que houve variação do volume sistólico final do ventrículo esquerdo durante o período de seguimento, mas não houve diferença significativa entre os cinco períodos estudados ($p = 0,279$).

5.5.3 Fração de Ejeção do Ventrículo Esquerdo

Durante o período do estudo, foi avaliada a fração de ejeção do ventrículo esquerdo no período pré-operatório, pós-operatório imediato, com 6 meses, um ano e dois anos de seguimento. Os valores são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11- Análise das medidas de fração de ejeção do ventrículo esquerdo.

Período	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-Padrão	p
Pré	32,0	78,0	63,75	12,91	
Pós 30 d	20,0	73,0	52,29	13,40	< 0,001
Pós 6 m	18,0	82,0	55,08	16,30	< 0,001
Pós 1 a	19,0	72,0	54,63	14,83	< 0,001
Pós 2 a	15,0	85,0	55,08	16,49	0,003

Valores em porcentagem (%)

O valor de p refere-se à comparação dos 4 momentos pós-operatórios em relação aos valores pré-operatórios.

Houve uma redução significativa da fração de ejeção do ventrículo esquerdo no período pós-operatório imediato ($p < 0,001$). Esta redução se manteve inalterada no seguimento de dois anos, no entanto os valores médios de FEVE são superiores a 50%.

5.6 Análise das Variáveis do Átrio Esquerdo

5.6.1 Área do Átrio Esquerdo

Durante o período do estudo, foi avaliada a área do átrio esquerdo nos períodos pré-operatório, pós-operatório imediato, 6 meses, um ano e dois anos de seguimento. Os valores são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12- Análise das medidas da área do átrio esquerdo.

Período	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-Padrão	p
Pré	18,0	59,0	35,50	12,08	
Pós 30 d	16,0	37,0	25,42	6,23	< 0,001
Pós 6 m	18,0	50,0	27,08	8,81	< 0,001
Pós 1 a	13,0	48,0	26,83	9,54	< 0,001
Pós 2 a	17,0	68,0	29,17	11,15	0,003

Valores em cm².

O valor de p refere-se à comparação dos 4 momentos pós-operatórios em relação aos valores pré-operatórios.

Observamos que no período pós-operatório imediato houve redução de 28,4% na área do átrio esquerdo ($p < 0,001$), e esta redução se manteve significativa até os dois anos de seguimento ($p = 0,003$)

5.6.2 Índice do Volume Diastólico Final do Átrio Esquerdo (IVDFAE)

Durante o período do estudo, foi avaliado o volume diastólico final do átrio esquerdo (VDFAE) no período pré-operatório, pós-operatório imediato, com 6 meses, um ano e dois anos de seguimento. Os valores foram indexados para superfície corpórea (IVDFVE), e estão apresentados na tabela 13.

Tabela 13- Análise das medidas do índice do volume diastólico final do átrio esquerdo.

Período	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-Padrão	p
Pré	33,52	154,55	70,64	30,37	
Pós 30 d	18,30	67,80	40,41	12,73	< 0,001
Pós 6 m	25,49	94,24	45,07	16,96	< 0,001
Pós 1 a	20,92	119,58	51,51	24,41	0,002
Pós 2 a	30,68	159,69	65,03	32,10	0,388

Valores em ml/m².

O valor de p refere-se à comparação dos 4 momentos pós-operatórios em relação aos valores pré-operatórios.

Observamos que houve redução de 42,31% no índice de volume diastólico final do átrio esquerdo no pós-operatório imediato ($p < 0,001$), e esta redução se manteve de forma significativa no período de 6 meses ($p < 0,001$) e um ano de seguimento ($p = 0,002$). Com 2 anos de seguimento, ainda se observa um volume diastólico do átrio esquerdo 8% menor em relação ao

período pré-operatório, entretanto essa redução não tem significância estatística ($p = 0,338$).

5.6.3 Índice do Volume Sistólico Final do Átrio Esquerdo (IVSFAE)

Durante o período do estudo, foi avaliado o volume sistólico final do átrio esquerdo (VSFAE) no período pré-operatório, pós-operatório imediato, com 6 meses, um ano e dois anos de seguimento. Os valores foram indexados para superfície corpórea (IVDFAE) e estão apresentados na Tabela 14.

Tabela 14- Análise das medidas do índice do volume sistólico final do átrio esquerdo.

Período	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-Padrão	p
Pré	17,05	123,03	51,13	27,09	
Pós 30 d	12,42	53,11	32,36	11,79	< 0,001
Pós 6 m	11,93	80,10	32,33	18,37	< 0,001
Pós 1 a	13,27	105,59	37,76	25,22	0,007
Pós 2 a	15,20	147,12	46,97	34,15	0,473

Valores em ml/m^2 .

O valor de p refere-se à comparação dos 4 momentos pós-operatórios em relação aos valores pré-operatórios.

Observamos que no período pós-operatório imediato houve redução de 36,7% no IVSFAE, em relação ao pré-operatório ($p < 0,001$), e esta redução se manteve de forma significativa no período de 6 meses ($p < 0,001$) e um ano (p

= 0,007). Aos dois anos, a redução do IVSFAE foi de 8,1% quando comparado ao período pré-operatório, mas não houve significância estatística ($p = 0,473$)

5.6.4 Fração de Ejeção do Átrio Esquerdo

Durante o período do estudo, foi avaliada a fração de ejeção do átrio esquerdo (FEAE) no período pré-operatório, pós-operatório imediato, 6 meses, um ano e dois anos de seguimento. Os valores são apresentados na tabela 15.

Tabela 15- Análise das medidas da fração de ejeção do átrio esquerdo.

Período	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-Padrão	p
Pré	10,20	54,29	30,25	12,59	
Pós 30 d	4,85	43,15	20,63	10,39	< 0,001
Pós 6 m	5,25	66,67	31,33	15,09	0,672
Pós 1 a	4,29	56,79	30,71	14,52	0,859
Pós 2 a	8,00	60,00	33,46	14,93	0,205

Valores em porcentagem (%)

O valor de p refere-se à comparação dos 4 momentos pós-operatórios em relação aos valores pré-operatórios.

Observamos que no período pós-operatório imediato houve redução significativa na fração de ejeção do átrio esquerdo ($p < 0,001$). Entretanto observamos recuperação no seguimento de 6 meses ($p = 0,672$), um ano

(0,859) e dois anos ($p = 0,205$), sem diferença significativa quando comparados ao período pré-operatório.

6 Discussão

Já foi amplamente discutida a superioridade da plástica valvar em relação à substituição valvar mitral. A preservação da continuidade anel - cordas tendíneas – músculos papilares provou ser fundamental na manutenção da forma, volume e função do ventrículo esquerdo^{89,90,92}. Mesmo nas publicações mais recentes utilizando-se próteses valvares com tratamento anti-calcificante, a plástica valvar mitral tem se mostrado superior^{64–66}.

Vários autores têm descrito a importância da contração do anel valvar mitral na função da valva mitral e do ventrículo esquerdo^{109,151–154}. Com o advento do ecocardiograma 3D, foi possível identificar que o anel mitral apresenta na diástole um formato em sela, com as porções mais altas localizadas na região anterior e posterior e as mais baixas na região intercomissural do anel mitral^{155,156}. O ângulo formado na região intercomissural entre as regiões mais altas do anel anterior e posterior é chamado de ângulo não planar. Durante a sístole, ocorre um “achatamento do anel mitral”, com a abertura do ângulo não planar e a coaptação das cúspides, momento em que o anel mitral adquire sua maior área. Esta configuração em sela do anel mitral é responsável pela redução do stress hemodinâmico imposto às cúspides da valva mitral durante o ciclo cardíaco¹⁵⁷. Em 2004, Kwan et al¹⁵⁸ relatou que o anel mitral se torna mais plano no sentido ântero-posterior durante a sístole ventricular, proporcionando maior área durante o ciclo cardíaco.

A anuloplastia é uma técnica de plástica valvar mitral amplamente difundida e a maioria das publicações defende a utilização do anel protético com o objetivo de estabilizar o anel mitral e proporcionar maior durabilidade à plástica^{69,95,159–161}. Devido à sua reprodutibilidade e reconhecidos resultados

no seguimento a longo prazo, a anuloplastia com anéis protéticos tem grande aceitação na maioria dos grandes centros. Entretanto, alguns efeitos fisiopatológicos do anel protético têm sido identificados em estudos experimentais e clínicos^{100,102,109,118}. A utilização destes anéis tem a desvantagem de interferir na fisiologia do anel mitral, primeiro alterando o formato em sela e tornando o anel mais achatado, e segundo por fixar o anel mitral, evitando as alterações fisiológicas da área valvar mitral observadas no ciclo cardíaco. Além disso, por tratar-se de material protético, aumenta a predisposição às reações de corpo estranho como a formação de "pannus", trombose ou mesmo maior risco de infecção. A utilização de anéis protéticos também está associado à maior ocorrência do movimento sistólico anterior do folheto anterior da valva mitral ("SAM"), com obstrução da via de saída do ventrículo esquerdo e disfunção ventricular esquerda^{101,102}. Witschey et al¹⁰⁹ demonstraram em 2015, através de estudo experimental utilizando ressonância 4D para análise de fluxos, que os anéis para anuloplastia, independentemente do tamanho, alteram o fluxo sanguíneo intraventricular e podem ser responsáveis por disfunção ventricular esquerda na evolução.

Vários anéis foram desenvolvidos para evitar estas complicações, e existem tentativas de individualizar suas indicações. Anéis parciais ou posteriores podem preservar parcialmente a dinâmica do anel mitral, mas ainda estariam sujeitos à ocorrência do SAM. Além disso, nas miocardiopatias dilatadas, onde a dilatação ocorre em todo o anel mitral, a anuloplastia parcial pode levar à recorrência precoce. Hueb et al¹⁶² demonstraram em estudo anatômico na cardiomiopatia dilatada que a dilatação do ventrículo e do anel são processos independentes e que a dilatação do anel acontece de forma

proporcional, afetando inclusive a porção fibrosa do anel. Nestes casos, seria mais indicada uma anuloplastia com anel completo. Anéis flexíveis, com formato em sela, foram desenvolvidos para minimizar os efeitos hemodinâmicos do anel protético, entretanto não permitem as variações fisiológicas da área do anel mitral normal e ainda estão sujeitos às reações do organismo ao material protético. Deste modo, as técnicas de anuloplastia com sutura continuam sendo usadas por alguns grupos com potenciais vantagens relatadas em vários estudos^{26,113,118}.

A evolução clínica e as alterações morfológicas encontradas na valva mitral têm importante correlação com a escolha da técnica cirúrgica aplicada na plástica mitral. Nos pacientes com degeneração mixomatosa extensa, como acontece na doença de Barlow, o excesso de tecido nas cúspides torna-as redundantes, com prolapso em diversos seguimentos da valva. A evolução clínica geralmente é insidiosa, sendo comuns dilatações significativas do anel mitral no momento da abordagem cirúrgica. Nestes casos, assim como nos pacientes com cardiomiopatia dilatada, a anuloplastia com anel protético deve ser considerada, para remodelar e estabilizar o anel devido ao fato da doença acometer não apenas as cúspides, mas também o anel mitral e o ventrículo esquerdo.

Nas doenças degenerativas, que não necessariamente tem doença ou dilatação do anel mitral, a utilização de anéis protéticos foi questionada por alguns autores. Yacoub et al⁶³ publicou em 1981 uma série de pacientes nos quais ele utilizou a técnica de ressecção segmentar da cúspide prolapsada com plicatura do segmento correspondente do anel sem utilização de anéis protéticos. Os resultados foram superiores aos encontrados nos pacientes

submetidos à troca valvar e similares aos dados de plástica mitral com utilização de anéis protéticos encontrados na literatura, com boa dinâmica valvar, preservação da função ventricular e baixa taxa de reoperação. Principalmente nos casos de prolapsos localizados em um determinado segmento do folheto posterior, a resseção do segmento e a plicatura do segmento correspondente do anel, como é feito na técnica do Duplo Teflon, mostra-se suficiente para corrigir o defeito.

Na nossa população estudada, 75,8% dos pacientes apresentavam prolapso localizado em somente um segmento da cúspide posterior, sendo que em 65,5% o acometimento isolado foi o segmento P2. A dilatação do anel na nossa casuística foi moderada, e a fisiopatologia da insuficiência mitral estava mais relacionada à rotura ou alongamento das cordas tendíneas. Nestes pacientes, com acometimento localizado e principalmente restrito às cúspides posteriores, a doença não acomete o anel, e intervenções mais extensas sobre o mesmo se fazem desnecessárias, conforme descrito anteriormente. A plicatura segmentar, com o reforço de material protético somente na sutura tem se mostrado suficiente para promover estabilidade ao reparo, preservando as características dinâmicas do anel. Em uma revisão sistemática realizada por Fundarò et al.²⁴, foram analisados 13 trabalhos de plástica da valva mitral com técnicas de anuloplastia com sutura, sem utilização de anéis protéticos, que incluiu a experiência publicada pelo Incor com a técnica do “Duplo Teflon”. Em uma classificação utilizada, as técnicas de anuloplastia foram divididas em dois grupos: a anuloplastia mural e a comissural. As anuloplastias murais foram subdivididas em semicircular (quando é realizado o encurtamento de todo o segmento posterior do anel) e segmentar (quando é realizada a plicatura do

anel mitral no segmento correspondente à cúspide posterior prolapsada que foi ressecada). Os autores concluíram que os resultados são bons, reprodutíveis, sendo que os melhores resultados encontrados foram nos pacientes submetidos à plicatura segmentar do anel mitral, nos pacientes com valvopatia de etiologia degenerativa. Outro ponto ressaltado pelos autores foi o baixo custo destas técnicas de plástica mitral, fato este de grande importância no nosso meio, devido a sua grande aplicabilidade nos pacientes operados pelo Sistema Único de Saúde.

Outras publicações mais recentes têm reafirmado a utilidade destas técnicas de plástica mitral sem a utilização de material protético. Garatti et al¹⁶³ publicaram no início de 2018 um estudo comparativo entre a anuloplastia posterior com prótese flexível e a dupla sutura no anel posterior, mostrando mortalidade, resultados clínicos, recorrência de refluxo e reinternações similares em 11 anos de seguimento.

Algumas recomendações devem ser seguidas nas técnicas de ressecção quadrangular da cúspide posterior. Ressecções segmentares extensas (com extensão superior a 30% da cúspide posterior) devem ser evitadas pelo risco de desenvolver o SAM ou de causar acotovelamento da artéria circunflexa^{24,164}. Para se assegurar uma estabilização segura do anel mitral na região da plicatura, recomenda-se a utilização de algum material de reforço na sutura, a exemplo das placas de teflon ou de PTFE²⁴.

No presente estudo, foram avaliados 29 pacientes portadores de insuficiência mitral de etiologia degenerativa com acometimento segmentar da cúspide posterior. Todos foram submetidos à correção cirúrgica pela técnica do Duplo Teflon. Publicações anteriores já haviam reportado excelentes resultados

clínicos em até 10 anos de seguimento²⁷. O ecocardiograma tridimensional também foi utilizado para avaliar o remodelamento cardíaco²⁸ e características do anel mitral²⁹ nos pacientes submetidos à correção cirúrgica por esta técnica. Utilizamos, de forma inédita, a RMC na avaliação clínica pré e pós-operatória de pacientes submetidos à cirurgia de plástica valvar sem a utilização de anel protético, com técnica padronizada e todos os procedimentos realizados pela mesma equipe cirúrgica, em até 2 anos de seguimento. Além da padronização e uniformidade da técnica cirúrgica, todos os exames também foram realizados e analisados pela mesma equipe médica, garantindo também a uniformidade das medidas da RMC.

A RMC tem sido utilizada com uma frequência cada vez maior na cardiologia pela alta definição de imagem e resolução espacial que oferece. Protocolos específicos para avaliação da valva mitral têm sido publicados recentemente, mas não existe uma padronização universal. Apenas em uma publicação, em trabalho experimental, a RMC 4D foi utilizada para avaliação pós-operatória de plástica valvar mitral¹⁰⁹, e demonstrou que a anuloplastia mitral com utilização de anel protético foi responsável por distúrbios no fluxo intraventricular em todos os casos.

Uma das variáveis analisadas foi a circunferência do anel mitral. Frequentemente encontramos dilatação do anel mitral secundária à dilatação ventricular esquerda devido à sobrecarga volumétrica imposta pela insuficiência mitral. Nos pacientes do nosso estudo, observamos um aumento da circunferência do anel mitral tanto na sístole quanto na diástole quando comparados aos valores de referência encontrados na literatura. A circunferência sistólica média nos nossos pacientes foi de 13,28 cm e a

circunferência diastólica foi de 12,51 cm. Pouch et al¹⁶⁵ encontrou uma circunferência do anel mitral de 10,7 cm na população normal, em estudo com ecocardiograma 3D, entretanto enfatizou que as medidas foram maiores quando realizadas em 3D quando comparadas com medidas planares ou bidimensionais. Leng et al¹⁶⁶ utilizou a RMC 4D para analisar a morfologia e dinâmica do anel em paciente com insuficiência mitral e comparou com pacientes sem valvopatia mitral. Observaram que em pacientes com insuficiência mitral a circunferência média do anel variou de 12,0 a 12,9 cm durante o ciclo cardíaco, sendo maior no final da sístole. Encontramos números semelhantes na nossa casuística, onde houve redução significativa ($p < 0,001$) da circunferência do anel mitral após a correção cirúrgica, mantida após dois anos de seguimento. Estes valores obtidos aos dois anos de seguimento são compatíveis com as medidas obtidas através do ecocardiograma e da RMC¹⁶⁵⁻¹⁶⁷ em pacientes sem valvopatia mitral.

Resultados similares foram encontrados quando analisamos a área da valva mitral. No período pré-operatório, a área variou de 12,6 a 14,3 cm² durante o ciclo cardíaco, o que representa um valor aumentado em relação aos valores normais descritos na literatura^{115,165-168}. No período pós-operatório imediato, a área valvar mitral variou de 9,67 a 10,68 cm², o que representou uma redução significativa de 23 a 25% da área valvar em relação ao pré-operatório ($p < 0,001$). Esta redução da área valvar mitral se manteve significativa em todos os períodos estudados até 2 anos de seguimento, quando a variação da área foi de 9,23 a 10,45 cm², uma redução de 26 a 27% em relação ao período pré-operatório ($p < 0,001$).

Quando analisamos os diâmetros do anel valvar mitral, observamos também que houve redução significativa tanto no diâmetro ântero-posterior como no médio-lateral ($p < 0,001$) no período pós-operatório imediato, redução que também se manteve significativa em 2 anos de seguimento ($p < 0,001$). Esta variação foi mais evidente no diâmetro ântero-posterior, que variou de 19 a 21% menor aos dois anos de seguimento em relação ao período pré-operatório, com medidas muito próximas às encontradas no pós-operatório imediato. Já o diâmetro médio-lateral também foi reduzido em 8 a 10% no pós-operatório imediato, e manteve as mesmas proporções aos dois anos de seguimento.

Importante destacar a estabilidade das medidas do anel valvar após a plástica mitral, em todos os parâmetros analisados (circunferência, área e diâmetros), uma vez que esta é uma crítica às técnicas de anuloplastia sem suporte. Aybek et al ¹⁶⁴ utilizou em 222 pacientes a anuloplastia posterior com sutura e, no seguimento de 7 anos, observou excelentes resultados clínicos, sobrevida e sobrevida livre de reoperação. Entretanto, observou progressiva dilatação do anel no seguimento, questionando se esta dilatação pode levar à recorrência do refluxo no futuro, apesar de outros trabalhos terem demonstrado excelentes resultados com esta técnica no médio prazo. Gillinov et al ⁹⁵ mostrou que a não utilização de anel protético foi fator de risco para recorrência da insuficiência mitral e reoperação, entretanto o grupo sem anel não teve nenhuma abordagem do anel, ou seja, sem a realização de algum tipo de anuloplastia. Portanto, este trabalho não pode ser utilizado como referência para comparar as técnicas de anuloplastia com e sem anel protético. David et al ¹⁶⁹ não encontrou diferença entre os grupos com e sem anel protético, sendo

que ele utilizou plicatura segmentar no anel nos casos sem anel protético. Em outro estudo comparativo, Detter et al¹¹⁸ também não encontrou diferença nos resultados quando comparou pacientes submetidos a implante de anel protético e anuloplastia com sutura do anel posterior. Fundarò et al²⁴, em um total de 1648 pacientes, concluíram que em casos de prolapso restrito ao folheto posterior e com doença localizada, as técnicas de anuloplastia por sutura tem excelentes resultados.

Todas as medidas da área valvar mitral e dos diâmetros foram realizadas em 4 tempos: diástole final (D), sístole inicial (S1), sístole média (S2) e sístole final (S3), para maior compreensão e representação da dinâmica do anel. Alguns trabalhos dividem o ciclo cardíaco em até 6 tempos (diástole e sístole em 3 tempos cada), outros avaliaram a variação da área em 4 tempos (2 momentos na sístole e diástole)^{166,167}. Entretanto, as variações mais significativas no diâmetro e na forma do anel se dão entre o final da diástole e o final da sístole, momento em que acontece o fechamento da valva mitral. Na maioria dos estudos, assim como ocorreu na nossa casuística, as menores medidas do anel mitral (área e diâmetros) ocorreram no final da diástole (D) e no início da sístole (S1), com progressiva dilatação do anel, até atingir os valores máximos no final da sístole (S3). A variação destas medidas, obtidas nos 4 tempos descritos, foi o suficiente para demonstrar a mobilidade e dinâmica do anel durante o ciclo cardíaco.

Outro dado significativo observado na nossa casuística foi a preservação da contratilidade do anel mitral. Apesar da redução da área, as variações da área e da circunferência mitral durante o ciclo cardíaco se mantiveram no mesmo patamar observado no período pré-operatório. No período pré-

operatório, a variação média da área valvar mitral durante o ciclo cardíaco foi de 23,3%, e em dois anos de seguimento esta variação se manteve em 22,67 ($p=0,572$), mostrando que com esta técnica cirúrgica foi preservada a dinâmica do anel mitral durante o ciclo cardíaco. Ormiston et al ¹⁶⁸ já havia demonstrado através de ecocardiograma bidimensional que a área do anel mitral varia em média 27% durante o ciclo cardíaco, sendo que em pacientes com prolapso da valva mitral, esta variação era de 16%. Estudos prévios com ecocardiograma 3D também analisaram o comportamento do anel mitral durante o ciclo cardíaco. Kwan ¹⁷⁰ demonstrou que o anel mitral atinge sua maior circunferência e área no final da sístole, quando o anel se torna mais plano e perdendo parcialmente sua configuração em sela. Outras publicações mostraram resultados similares, mostrando também que esse aumento da área valvar durante a sístole se dá principalmente pelo aumento do diâmetro ântero-posterior ^{29,158}, a exemplo do que encontramos em nossa casuística.

Em outras publicações, a preservação da mobilidade do anel mitral esteve intimamente relacionada à preservação da função ventricular e é diretamente proporcional à fração de ejeção do ventrículo esquerdo. Qin et al ¹⁷¹ demonstrou que a simples redução da mobilidade do anel, com dilatação sistólica do anel mitral menor que 12 mm, era eficaz para detecção de fração de ejeção do VE < 50%, com 96% de sensibilidade e 85% de especificidade. Levack et al ¹⁷² demonstrou em estudo com ecocardiograma 3D que a morfologia e a mobilidade do anel mitral encontram-se alterados em pacientes com degeneração mixomatosa e, principalmente, na insuficiência mitral isquêmica, e que a utilização de anéis flexíveis na correção cirúrgica não

contribuiu para reestabelecer a anatomia do anel e não preservou a dinâmica anular. Outro estudo demonstrou que o prejuízo à contratilidade do anel era maior nas técnicas com maior ressecção das cúspides, plicaturas segmentares, seguidas de anuloplastia com anel protético¹⁷³. Komoda et al¹⁷⁴ demonstraram através do ecocardiograma a importância da preservação da flexibilidade do anel mitral, com a preservação dos movimentos de contração e dilatação, como de flexão do anel. Analisando pacientes submetidos a anuloplastia sem utilização de prótese, observou que a dinâmica do anel e a contração da base do coração eram similares ao grupo controle de indivíduos normais. Observaram também uma redução da contratilidade da base do coração nos pacientes em que houve fixação do anel (por prótese anular ou prótese valvar). Fica claro que as características dinâmicas do anel refletem a contração, o relaxamento e o enchimento do VE, fornecendo uma janela para informações estruturais e funcionais para avaliar a função sistólica e diastólica do VE. Portanto, a quantificação confiável da deformação do anel mitral ao longo do ciclo cardíaco é muito importante.

Vale ressaltar a maior acurácia das medidas realizadas pela RMC, uma vez que as medidas do ecocardiograma sofrem variações dependendo do método utilizado. O Doppler tecidual, uma técnica ecocardiográfica baseada no princípio Doppler, tem sido amplamente adotado para medir a velocidade do movimento miocárdico na prática clínica e tem fornecido informações prognósticas em várias afecções cardiovasculares^{175,176}. Utilizando-se esta técnica, comprovou-se que o atraso na mobilidade do anel resulta em modificação da dinâmica de fluxo e falha de coaptação dos folhetos da valva

mitral¹⁷⁵. Entretanto, esta técnica é limitada pela dependência da angulação e influenciada pelo movimento translacional e de retração do coração e do anel¹⁷⁷. O PHT, que representa o tempo de decaimento de meia pressão da curva de fluxo transvalvar mitral, é considerado o método com maior acurácia para a avaliação da área valvar pelo ecocardiograma^{142,178,179}, porém não pode ser aplicado em diversos momentos do ciclo cardíaco e em valvas com insuficiência. Além de ser uma medida indireta, não é adequado para a avaliação pré-operatória da área valvar nos pacientes submetidos ao tratamento cirúrgico. A medida da área interna da circunferência, obtida pela planimetria, apresenta a limitação de ser uma medida no plano transversal (bidimensional) de uma estrutura anular mitral tridimensional. Quando comparadas ao ecocardiograma tridimensional, as medidas do anel mitral realizadas no ecocardiograma bidimensional foram sempre menores, tanto na sístole como na diástole¹⁵⁸.

A RMC oferece contraste e resolução espacial de partes moles superiores aos da ecocardiografia permitindo, potencialmente, uma melhor quantificação da deformação do anel mitral, e sua relação com os fluxos cardíacos^{180,181}. Carlsson et al, utilizando a RMC, analisou a dinâmica e a mobilidade do anel mitral e o volume sistólico ejetado pelo ventrículo esquerdo. Concluiu que o deslocamento e a contratilidade do plano atrioventricular são responsáveis por cerca de 60% do volume sistólico em atletas e indivíduos saudáveis, sendo esta porcentagem menor em indivíduos com cardiomiopatia dilatada e disfunção ventricular¹⁸². Publicação recente (2018) utilizou a ressonância 4D para demonstrar a relação entre a dinâmica do anel mitral e a

função ventricular, sendo que quanto maior a disfunção ventricular, menor a mobilidade do anel¹⁶⁶. Assim, vemos surgir o debate sobre a importância de preservar a mobilidade do anel mitral, mais evidentes em publicações recentes utilizando a RMC. Portanto, a preservação da dinâmica do anel mitral, associada à estabilidade da plástica são achados muito significativos e de grande relevância na nossa casuística.

Outro fator analisado e relacionado ao resultado da plástica da valva mitral é o remodelamento das câmaras cardíacas esquerdas. A correção da insuficiência valvar mitral por diferentes técnicas levou a significativa redução dos volumes atriais e ventriculares esquerdos^{28,57,106,183}. No presente estudo, observamos uma significativa redução do volume diastólico final do ventrículo esquerdo, dado que apresentamos indexado pela superfície corpórea (IVDFVE). Optamos por apresentar os volumes ventriculares e atriais indexados, por serem considerados mais relevantes devido a maior correlação com a evolução clínica. No período pré-operatório, encontramos um valor médio do IVDFVE de 119,69 ml/m² de superfície corpórea, valor considerado acima do normal. Após a cirurgia da plástica mitral, houve uma significativa redução ($p < 0,001$) para 83,37 ml/m², em relação ao pré-operatório. Houve um aumento na medida desta variável ao longo do seguimento, no entanto aos dois anos o IVDFVE ainda se apresentava significativamente menor em relação ao período pré-operatório ($p = 0,025$).

Comportamento diferente foi encontrado quando analisamos o IVSFVE. Houve pequena variação desta variável nos 2 anos de seguimento, sem que

houvesse significância estatística ($p = 279$), de modo que podemos considerar que esta medida permaneceu praticamente estável no seguimento.

Observamos no período pós-operatório imediato uma redução da FEVE, de 63,55% para 52,29%. Esta redução inicial é esperada no pós-operatório de correção da insuficiência mitral, tanto na plástica como na troca valvar, pois a insuficiência mitral leva a uma superestimação da FEVE, devido à reduzida pós carga do ventrículo esquerdo. Além disto, ocorre uma redução muito mais acentuada do volume diastólico final em relação ao volume sistólico final, resultando em uma redução do volume ejetado pelo ventrículo esquerdo. Zekry et al¹⁷³ observaram redução da FEVE de 64% para 52% no pós-operatório imediato de plástica mitral. Uchimuro et al¹⁸⁴ também evidenciaram redução de 65,3% para 57,8% na FEVE no período pós-operatório. Suri et al¹⁸⁵ também observaram significativa redução da FEVE de 62,9 para 53,1% em uma série de 861 pacientes submetidos à troca ou plástica valvar mitral, e relacionou esta redução à significativa redução do VDFVE sem que houvesse redução do volume sistólico final, dado similar ao encontrado na nossa análise. Witkowsky et al¹⁸⁶ atribuíram a redução da FEVE à redução da sobrecarga volumétrica do ventrículo esquerdo após a correção cirúrgica, mas observou que a contratilidade miocárdica estava preservada. Deste modo, observamos que a redução da fração de ejeção observada na nossa casuística foi compatível com os achados de outras publicações. Ao longo do seguimento, a FEVE se manteve estável, de modo que aos dois anos de seguimento a FEVE média era de 55,08%, mantendo sempre valores médios superiores a 50%, o que é o valor considerado normal de FEVE segundo o método adotado.

Dos 24 pacientes que concluíram o estudo, 18 (75%) apresentam insuficiência mitral discreta ou ausente nos dois anos de seguimento. Dois pacientes apresentaram insuficiência mitral importante na avaliação final. Fato importante a ser destacado foi que um dos pacientes evoluiu com insuficiência mitral importante aos 18 meses de seguimento, após o implante de marcapasso definitivo. Este paciente apresentava boa extensão de coaptação da valva mitral, insuficiência mitral mínima, com significativa redução das câmaras esquerdas e boa evolução clínica. Evoluiu com bloqueio atrioventricular total, sendo submetido a implante de marcapasso definitivo bicameral em outro serviço, com implante de eletrodo ventricular em posição apical. No exame de 2 anos de seguimento, foi observada insuficiência mitral importante, em uma válvula morfologicamente normal, e o paciente está sendo avaliado quanto às possibilidades de reintervenção no marcapasso.

Algumas publicações já enfatizaram previamente as alterações da contração regional relacionadas ao implante de marcapasso, e estas alterações são mais evidentes com o implante do eletrodo ventricular em posição apical, com dissincronia ventricular, podendo evoluir com disfunção ventricular e piora clínica^{187,188}. Mas foi Maurer et al¹⁸⁹ que, em 1984, caracterizou pela primeira vez, em estudo experimental, as repercussões do implante de marcapasso na fisiologia da valva mitral, correlacionando com o sítio de implantação do eletrodo. Em estudo experimental, observou que em corações previamente normais, sem insuficiência mitral, o implante de eletrodo ventricular em posição apical esteve relacionado ao desenvolvimento de insuficiência mitral importante, sendo que no implante do eletrodo em posição septal ou basal a

insuficiência mitral era mínima. Outros autores documentaram insuficiência mitral após o implante de marcapasso uni ou bicameral^{190–193}, sendo este achado mais significativo quando o eletrodo era implantado em posição apical. Alguns autores têm demonstrado que o implante de um eletrodo no ventrículo esquerdo, com ressincronização cardíaca, atenuou ou até mesmo resolveu a insuficiência mitral induzida por marcapasso^{194,195}. Em outro caso, em paciente com fibrilação atrial crônica, com a redução da frequência cardíaca do marcapasso, reduzindo a estimulação artificial e permitindo a condução intrínseca do paciente, obteve-se significativa melhora clínica e da insuficiência mitral¹⁹⁰. Para outros, o reposicionamento do eletrodo ventricular direito, do ápice para a porção basal ou septo alto do ventrículo direito, também pode ser eficaz para melhorar a insuficiência mitral¹⁸⁹.

Este estudo demonstrou que a técnica do Duplo Teflon tem bons resultados clínicos e funcionais, através da análise pela RMC. A técnica se mostrou efetiva após 2 anos de seguimento, sem a ocorrência de reoperação por insuficiência mitral residual. A RMC se mostrou uma importante ferramenta na avaliação da contração do anel valvar mitral, que se manteve preservada no seguimento destes pacientes submetidos à plástica da valva mitral.

7 Conclusão

1. Observamos uma redução significativa do anel mitral após a cirurgia de plástica mitral pela técnica do “Duplo Teflon”, com estabilidade das medidas em 2 anos de seguimento e com preservação da contração dinâmica do anel valvar mitral neste período.
2. Houve remodelamento cardíaco reverso, com redução significativa do IVSFVE em dois anos de seguimento.

Anexo A Dados de identificação dos pacientes e dados biométricos: peso, altura, Índice de massa corpórea (IMC) e superfície corpórea (SC)

	NOME	RG (HC)	Data Cirurgia	Sexo	Idade (anos)	Peso Kg)	Altura (m)	IMC (Kg/m ²)	SC (m ²)
1	GL P	55739670A	16/04/2014	M	71	54	1,68	19,13	1,61
2	M V S B	55748162J	02/07/2014	M	40	59	1,7	20,42	1,68
3	C P S	55749288K	27/08/2014	M	62	79	1,7	27,34	1,91
4	J B G N	55739763H	02/09/2014	M	64	80	1,68	28,31	1,9
5	J R G	55750659I	07/10/2014	M	69	87,3	1,62	29,51	2
6	N F S	13817778I	22/10/2014	F	69	46,3	1,56	19,27	1,42
7	A P S	55733275I	04/11/2014	M	61	58	1,63	21,83	1,62
8	J C S	55754574C	19/11/2014	M	71	64	1,72	22,31	1,78
9	E A F	55753087K	20/01/2015	M	57	82,7	1,73	27,4	1,96
10	J B M	5296379G	10/03/2015	M	67	58,3	1,73	19,61	1,68
11	N F S	55752306G	17/03/2015	F	64	57,6	1,54	24,03	1,54
12	M T S M	55754900A	07/04/2015	F	55	72,3	1,55	29,97	1,71
13	R O S	55756305J	28/04/2015	M	52	64	1,66	23,23	1,71
14	A P B	55467890K	05/05/2015	M	62	92	1,71	29,04	2,1
15	I M P Q	2639821E	16/06/2015	F	71	54,1	1,57	21,91	1,53
16	A P	88237229K	29/07/2015	M	52	77,3	1,8	24,07	1,98
17	M K S	55756628k	11/08/2015	F	64	49	1,51	25,88	1,54
18	M C L S	55756979E	26/08/2015	F	75	88,3	1,61	30,9	2
19	M B A	55755758C	10/09/2015	F	50	57,4	1,46	26,74	1,49
20	N M S	55718303D	27/10/2015	F	68	72,1	1,47	33,32	1,65
21	I Q S	55754914E	10/11/2016	F	77	58,1	1,5	29,59	1,45
22	E M M	55551481C	12/04/2016	F	66	77,6	1,55	32,3	1,77
23	J G S	55391913C	29/03/2016	M	81	60	1,6	23,44	1,62
24	A M C S	55731641E	07/06/2016	F	62	55,6	1,57	22,56	1,55
25	J S E S	2610865B	15/06/2016	M	59	76,4	1,74	25,23	1,91
26	J T	55759940H	21/06/2016	M	59	81,6	1,7	28,24	1,93
27	J L L	5038568J	28/06/2016	M	50	65	1,65	23,88	1,72
28	M F S	55759205J	19/07/2016	F	73	79,7	1,53	34,35	1,77
29	F C V S	55763542B	10/08/2016	M	64	54	1,59	21,36	1,54

Anexo B Comorbidades e risco cirúrgico dos pacientes do estudo, estimados pelos escores de risco do Euroscore II e STS Score

	NOME	DM	HAS	DLP	IRC	Tabag	ES II	STS
1	GL P	0	1	1	0	0	2,14	2,08
2	M V S B	0	0	0	0	0	0,95	0,44
3	C P S	0	0	0	0	0	0,85	0,69
4	J B G N	0	1	0	0	0	0,73	0,70
5	J R G	0	1	0	0	1	1,04	1,19
6	N F S	0	0	0	0	0	1,29	1,61
7	A P S	0	1	1	0	1	1,84	0,88
8	J C S	0	1	0	0	0	1,56	1,34
9	E A F	0	0	0	0	0	0,71	0,47
10	J B M	0	1	1	0	0	0,81	1,10
11	N F S	0	0	1	0	0	0,94	0,93
12	M T S M	0	1	1	0	0	1,09	0,61
13	R O S	0	0	0	0	0	0,67	0,42
14	A P B	0	1	0	0	0	0,59	0,53
15	I M P Q	0	0	0	0	0	1,86	1,5
16	A P	0	0	1	0	0	0,56	0,35
17	M K S	0	0	0	0	0	1,32	0,97
18	M C L S	0	1	0	0	0	3,14	2,45
19	M B A	0	1	0	0	0	1,53	0,60
20	N M S	0	1	0	0	0	1,92	1,53
21	I Q S	0	1	1	0	0	1,35	2,25
22	E M M	0	0	0	0	0	0,99	0,67
23	J G S	1	1	1	0	0	1,63	4,90
24	A M C S	0	0	1	0	1	1,06	0,68
25	J S E S	0	1	0	0	0	1,10	0,59
26	J T	1	1	0	0	0	0,67	0,61
27	J L L	1	1	0	0	0	1,35	0,68
28	M F S	0	1	1	0	0	1,44	1,27
29	F C V S	0	1	0	0	0	0,75	0,78

Anexo C Evolução da Classe Funcional (NYHA) dos pacientes submetidos à plástica mitral

	NOME	NYHA Pré-op	NYHA 1mês	NYHA 6meses	NYHA 1ano	NYHA 2anos
1	GL P	3	2	2	2	-----
2	M V S B	3	2	2	2	2
3	C P S	3	2	3	2	2
4	J B G N	3	1	1	1	1
5	J R G	3	1	2	-----	-----
6	N F S	3	2	1	1	1
7	A P S	3	2	2	2	-----
8	J C S	3	2	1	1	1
9	E A F	1	1	1	1	1
10	J B M	2	2	2	2	1
11	N F S	3	2	1	1	1
12	M T S M	4	1	2	2	2
13	R O S	3	1	1	1	1
14	A P B	2	1	1	1	1
15	I M P Q	3	1	1	1	1
16	A P	2	1	1	1	1
17	M K S	3	2	2	2	1
18	M C L S	4	2	1	1	-----
19	M B A	4	1	1	1	1
20	N M S	4	2	2	3	2
21	I Q S	3	1	1	1	1
22	E M M	2	1	1	1	1
23	J G S	2	-	-	-	
24	A M C S	3	2	2	2	1
25	J S E S	3	2	1	1	2
26	J T	3	1	1	1	2
27	J L L	3	1	1	1	1
28	M F S	3	1	1	1	1
29	F C V S	3	1	1	1	1

Anexo D Características do Eletrocardiograma no pré-operatório e no seguimento de 30 dias, 6 meses, um ano e dois anos de seguimento. Sinusal, Fibrilação Atrial Crônica (FAC), Fibrilação Atrial Paroxística (FAP) e Bloqueio Átrio-Ventricular Total (BAVT)

	NOME	ECG pré-op	ECG 1 mês	ECG 6 meses	ECG 1 ano	ECG 2 anos
1	GL P	FAC	FAC	-----	----	---
2	M V S B	Sinusal	Sinusal	Sinusal	Sinusal	Sinusal
3	C P S	FAC	FAC	FAC	FAC	FAC
4	J B G N	Sinusal	Sinusal	Sinusal	Sinusal	Sinusal
5	J R G	FAP	FAP	FAP	----	----
6	N F S	FAC	FAC	FAC	FAC	FAC
7	A P S	Sinusal	Sinusal	Sinusal	-----	-----
8	J C S	Sinusal	Sinusal	Sinusal	Sinusal	Sinusal
9	E A F	Sinusal	Sinusal	Sinusal	Sinusal	BAVT – Marcapasso
10	J B M	Sinusal	FAP	FAP	FAP	Sinusal
11	N F S	Sinusal	Sinusal	Sinusal	Sinusal	Sinusal
12	M T S M	Sinusal	Sinusal	Sinusal	Sinusal	Sinusal
13	R O S	FAC	Sinusal	Sinusal	Sinusal	Sinusal
14	A P B	Sinusal	Sinusal	Sinusal	Sinusal	Sinusal
15	I M P Q	Sinusal	Sinusal	Sinusal	Sinusal	Sinusal
16	A P	Sinusal	FAP	Sinusal	Sinusal	Sinusal
17	M K S	Sinusal	Sinusal	Sinusal	Sinusal	Sinusal
18	M C L S	FAP	FAP	FAP	FAP	-----
19	M B A	Sinusal	Sinusal	Sinusal	Sinusal	Sinusal
20	N M S	FAC	FAC	FAC	FAC	FAC
21	I Q S	Sinusal	Sinusal	Sinusal	Sinusal	Sinusal
22	E M M	Sinusal	Sinusal	Sinusal	Sinusal	Sinusal
23	J G S	FAC	Óbito	-----	-----	-----
24	A M C S	Sinusal	Sinusal	Sinusal	Sinusal	Sinusal
25	J S E S	Sinusal	Sinusal	Sinusal	Sinusal	Sinusal
26	J T	Sinusal	Sinusal	Sinusal	Sinusal	Sinusal
27	J L L	Sinusal	Sinusal	Sinusal	Sinusal	Sinusal
28	M F S	Sinusal	Sinusal	Sinusal	Sinusal	Sinusal
29	F C V S	Sinusal	Sinusal	Sinusal	Sinusal	Sinusal

Anexo E Dados da cirurgia e pós-operatório: Tempo de circulação extra-corpórea (T CEC) e de pinçamento aórtico (T pinç), dias de internação total e na UTI, utilização de hemoderivados. e tamanho do segmento ressecado da cúspide posterior (Base x Borda Livre x Altura)

	NOME	T CEC (min)	T PINÇ (min)	UTI (dias)	Intern (dias)	Hemoderivados (conc. Hemácias)
1	GL P	70	51	7	12	0
2	M V S B	65	51	5	19	0
3	C P S	65	47	3	6	0
4	J B G N	53	36	2	6	0
5	J R G	69	49	7	20	0
6	N F S	70	54	2	6	1
7	A P S	53	47	2	6	0
8	J C S	67	46	2	6	0
9	E A F	65	48	3	7	0
10	J B M	70	53	5	10	0
11	N F S	50	35	3	7	2
12	M T S M	78	57	3	8	0
13	R O S	70	54	2	6	0
14	A P B	70	48	2	6	0
15	I M P Q	79	45	2	6	1
16	A P	69	47	3	6	0
17	M K S	67	49	2	6	0
18	M C L S	72	47	4	9	0
19	M B A	65	57	3	7	0
20	N M S	66	46	2	13	0
21	I Q S	56	40	3	7	2
22	E M M	58	39	6	7	0
23	J G S	79	58	13	13	1
24	A M C S	68	49	3	5	0
25	J S E S	56	34	2	2	0
26	J T	67	42	2	6	0
27	J L L	72	57	2	8	0
28	M F S	67	36	3	6	1
29	F C V S	64	40	5	8	2

Anexo F: Achados intra-operatórios e procedimentos realizados

	NOME	Achado intra-operatório	Procedimento
1	GL P	Cordas Longas e prolapso A2 + P2	Duplo-Téflon (P2) + encurtamento cordas A2
2	M V S B	Corda rota + Prolapso P2	Duplo Teflon (P2)
3	C P S	Cordas longas + prolapso A2 + P2	Duplo-Téflon (P2) + encurtamento cordas A2
4	J B G N	Corda rota + Prolapso P2	Duplo Teflon (P2)
5	J R G	Corda rota + Prolapso P2/P3 - Corda Longa + Prolapso A2	Duplo-Téflon (P2/P3) + encurtamento cordas A2
6	N F S	Corda rota + Prolapso P2 - Corda Longa + Prolapso A2 + FOP	Duplo-Téflon (P2) + encurtamento cordas A2 + Fechamento de FOP
7	A P S	Corda rota + Prolapso P3	Duplo Teflon (P3)
8	J C S	Corda longa + Prolapso P2	Duplo Teflon (P2)
9	E A F	Corda rota P1 + P2 (Prolapso P2) + FOP	Duplo Teflon (P2) + Fechamento FOP
10	J B M	Corda rota + Prolapso P2 / P3	Duplo Teflon (P2/P3)
11	N F S	Corda rota + Prolapso P2	Duplo Teflon (P2)
12	M T S M	Corda rota + Prolapso P2 - Corda Longa + Prolapso A2	Duplo-Teflon (P2) + encurtamento cordas A2
13	R O S	Corda rota + Prolapso P2	Duplo Teflon (P2)
14	A P B	Corda rota + Prolapso P2 / P3	Duplo Teflon (P2/P3)
15	I M P Q	Corda longa + Prolapso P2	Duplo Teflon (P2)
16	A P	Corda longa + Prolapso P1/P2	Duplo Teflon (P2)
17	M K S	Corda longa + Prolapso P2	Duplo Teflon (P2)
18	M C L S	Corda rota + Prolapso P1	Duplo Teflon (P1)
19	M B A	Corda longa + Prolapso P2	Duplo Teflon (P2)
20	N M S	Corda Rota + Prolapso P2 + P3	Duplo Teflon (P2)
21	I Q S	Corda rota + Prolapso P2	Duplo Teflon (P2)
22	E M M	Corda longa + Prolapso P2	Duplo Teflon (P2)
23	J G S	Corda rota + Prolapso P2/ prolapso P1	Duplo Teflon (P2)
24	A M C S	Corda longa + Prolapso P2	Duplo Teflon (P2)
25	J S E S	Corda longa + rotura + Prolapso P2 / P3	Duplo Teflon (P2/P3)
26	J T	Corda longa + Prolapso P3	Duplo Teflon (P3)
27	J L L	Corda longa P2 + Corda Rota P3 (Prolapso P2)	Duplo Teflon (P2)
28	M F S	Corda rota + Prolapso P2	Duplo Teflon (P2)
29	F C V S	Corda longa + corda rota + Prolapso P2	Duplo Teflon (P2)

Anexo G Relação dos pacientes com as datas das cirurgias e exames de Ressonância Magnética Cardiovascular realizados.

	NOME	EXAME PRÉ-OP	CIRURGIA	EXAMES 1 meses	EXAMES 6 meses	EXAMES 1 ano	EXAMES 2 anos
1	GL P	15/04/2014	16/04/2014	28/04/2014	Mudou-se	-----	-----
2	M V S B	01/07/2014	02/07/2014	11/07/2014	29/01/2015	17/09/2015	12/08/2016
3	C P S	26/08/2014	27/08/2014	03/09/2014	02/04/2015	17/09/2015	21/09/2016
4	J B G N	02/09/2014	02/09/2014	06/11/2014	22/04/2015	07/10/2015	28/09/2016
5	J R G	07/10/2014	07/10/2014	14/10/2014	Óbito 05/2010	-----	-----
6	N F S	21/10/2014	22/10/2014	27/10/2014	14/05/2015	17/11/2015	11/11/2016
7	A P S	04/11/2014	04/11/2014	28/01/2015	09/06/2015	Mudou-se	-----
8	J C S	18/11/2014	19/11/2014	26/01/2015	03/07/2015	19/11/2015	10/11/2016
9	E A F	20/01/2015	20/01/2015	27/01/2015	07/07/2015	26/02/2015	16/02/2017
10	J B M	10/03/2015	10/03/2015	20/03/2015	13/10/2015	14/04/2016	18/04/2017
11	N F S	17/03/2015	17/03/2015	23/03/2015	14/10/2015	18/04/2016	12/04/2017
12	M T S M	07/04/2015	07/04/2015	19/05/2015	13/11/2015	16/06/2016	13/12/2016
13	R O S	28/04/2015	28/04/2015	04/05/2015	12/11/2015	03/06/2016	13/12/2016
14	A P B	05/05/2015	05/05/2015	11/05/2015	17/12/2015	16/06/2016	24/01/2017
15	I M P Q	16/06/2015	16/06/2015	22/07/2015	17/12/2015	12/08/2016	27/01/2017
16	A P	28/07/2015	29/07/2015	03/08/2015	10/03/2016	16/09/2016	30/01/2017
17	M K S	11/08/2015	11/08/2015	17/08/2015	03/03/2016	19/09/2016	14/02/2017
18	M C L S	25/08/2015	26/08/2015	01/09/2015	11/04/2016	21/09/2016	Óbito 20/06/2017
19	M B A	08/09/2015	10/09/2015	17/09/2015	13/04/2016	30/09/2016	20/09/2017
20	N M S	27/10/2015	27/10/2015	03/11/2015	13/04/2016	04/11/2016	17/11/2017
21	I Q S	10/11/2015	10/11/2015	16/11/2015	07/06/2016	08/12/2016	24/11/2017
22	E M M	12/04/2016	12/04/2016	19/04/2016	04/11/2016	31/05/2017	13/04/2018
23	J G S	29/03/2016	29/03/2016	Óbito 13/04/2016	-----	-----	-----
24	A M C S	01/03/2016	07/06/2016	21/06/2016	13/12/2016	19/06/2017	27/04/2018
25	J S E S	14/06/2016	15/06/2016	20/06/2016	13/12/2016	23/06/2017	18/05/2018
26	J T	21/06/2016	21/06/2016	27/06/2016	24/01/2017	21/06/2017	25/05/2018
27	J L L	28/06/2016	28/06/2016	05/07/2016	27/01/2017	28/07/2017	08/06/2018
28	M F S	19/07/2016	19/07/2016	25/07/2016	30/01/2017	26/07/2017	20/06/2018
29	F C V S	09/08/2016	10/10/2016	16/08/2016	14/02/2017	23/08/2017	20/06/2018

Anexo H Tamanho do segmento ressecado da cúspide posterior em mm (Base x Borda Livre x Altura) e avaliação histológica dos segmentos ressecados da valva mitral. Todos os achados descritos são compatíveis com etiologia degenerativa da valvopatia mitral

	NOME	Segmento Ressecado (Base x BL x Alt)	Anatomia Patológica
1	GL P	16 x 16 x 24	Valvopatia crônica com fibrose e acúmulo de material mucoide
2	M V S B	17 x 15 x 19	Valvopatia crônica com fibrose e acúmulo de material mucoide
3	C P S	10 x 11 x 14	Fibrose difusa, degeneração mucóide moderada e calcificação discreta e focal em estroma valvar, compatíveis com doença valvar degenerativa
4	J B G N	11 x 15 x 20	Valvopatia crônica com espessamento da cúspide às custas de fibrose e acentuada degeneração mucóide do estroma
5	J R G	13 x 5 x 14	Espessamento da cúspide às custas de fibrose e degeneração mucóide do estroma
6	N F S	15 x 5 x 20	Valvopatia crônica com fibrose e acúmulo de material mucoide
7	A P S	3 x 7 x 15	Fibrose intensa, degeneração mucóide moderada e calcificação discreta e focal em estroma valvar
8	J C S	4 x 12 x 18	Espessamento fibroso da cúspide, com focos de degeneração mucóide do estroma
9	E A F	14 x 17 x 20	Valvopatia crônica com fibrose e acúmulo de material mucoide
10	J B M	8 x 10 x 16	Valvopatia crônica com fibrose e acúmulo de material mucoide
11	N F S	14 x 18 x 23	Degeneração mucóide intensa, fibrose moderada e calcificação discreta, com placas ateroscleróticas em estroma valvar
12	M T S M	13 x 15 x 25	Valvopatia crônica com fibrose e acúmulo de material mucoide
13	R O S	17 x 19 x 26	Valvopatia crônica com fibrose e acúmulo de material mucoide
14	A P B	12 x 20 x 25	Valvopatia crônica com fibrose e acúmulo de material mucoide
15	I M P Q	4 x 12 x 15	Fibrose e degeneração mucóide do estroma valvar
16	A P	15 x 20 x 20	Espessamento da cúspide às custas de fibrose e degeneração mucóide do estroma
17	M K S	15 x 18 x 20	Valvopatia crônica com fibrose e acúmulo de material mucoide
18	M C L S	10 x 11 x 15	Valvopatia crônica com fibrose e acentuado acúmulo de material mucoide
19	M B A	6 x 10 x 8	Degeneração mucóide intensa e difusa e fibrose discreta e focal em estroma valvar.
20	N M S	9 x 11 x 11	Degeneração mucóide intensa e difusa, fibrose e calcificação discreta e focal e metaplasia adiposa focal em estroma valvar

	NOME	Segmento Ressecado (Base x BL x Alt)	Anatomia Patológica
21	I Q S	8 X 11 X 15	Segmento de cúspide valvar com fibrose e acúmulo de material mucóide no estroma
22	E M M	8 x 15 x 18	Fragmento de cúspide apresentando espessamento por fibrose e acentuada degeneração mucóide do estroma
23	J G S	5 x 12 x 17	Valvopatia crônica com difuso acúmulo de material mucóide e fibrose do estroma
24	A M C S	4 x 5 x 20	Valvopatia crônica com difuso acúmulo de material mucóide e fibrose do estroma
25	J S E S	4 x 8 x 10	Fibrose e degeneração mucóide moderadas e difusas e proliferação de arteríolas com paredes hipertróficas em estroma valvar
26	J T	5 X 10 X 15	Degeneração mucóide intensa e difusa, fibrose moderada e calcificação discreta em estroma valvar
27	J L L	3 x 6 x 6	Valvopatia crônica com intensa fibrose e calcificação
28	M F S	5 x 8 x 10	Fibrose e degeneração mucóide do estroma da cúspide
29	F C V S	5 x 10 x 20	Valvopatia crônica com fibrose e acúmulo de material mucóide

9 Referências

1. Nkoto VT, Gardin JM, Skelton TN, Gottdierner JS, Scott CG E-SM. Burden of Valvular Heart Disease: A Population-Based Study. *Lancet*. 2006;368:1005–11.
2. Savage DD, Garrison RJ, Devereux RB, Castelli WP, Anderson SJ, Levy D, et al. No Mitral valve prolapse in the general population. 1. Epidemiologic features: the Framingham Study. *Am Hear J*. 1983;106(3):571–6.
3. Iung B, Baron G, Butchart EG, Delahaye F, Gohlke-Bärwolf C, Levang OW, et al. A prospective survey of patients with valvular heart disease in Europe: The Euro Heart Survey on Valvular Heart Disease. *Eur Hear J*. 2003;24(13):1231–43.
4. Pomerantzeff PMA, Brandão CMA, Faber CN, Fonseca MH, Puig LB, Grinberg M, et al. Plástica da valva mitral: resultados aos 17 anos de experiência. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 1999;14(3):185–90.
5. Grande-Allen KJ, Griffin BP, Ratliff NB, Cosgrove DM, Vesely I. Glycosaminoglycan profiles of myxomatous mitral leaflets and chordae parallel the severity of mechanical alterations. *J Am Coll Cardiol*. 2003;42(2):271–7.
6. Veinot JP, Prichett-Pejicc W, Songd J, Waghayd G, Parks W, Mesanad TG RM. CD117-positive cells and mast cells in adult human cardiac valves - observations and implications for the creation of bioengineered grafts. *Cardiovasc Pathol*. 2006;15:36–40.
7. Rabkin E, Aikawa M, Stone JR, Fukumoto Y, Libby P SF. Activated interstitial myofibroblasts express catabolic enzymes and mediate matrix remodeling in myxomatous heart valves. *Circulation*. 2001;104:2525–32.

8. Criley JM, Lewis KB, Humphries JO, Ross RS. Prolapse of the mitral valve: clinical and cine-angiocardigraphic findings. *Br Heart J*. 1966;28(4):488–96.
9. Hayek E, Gring CN, Griffin BP. Mitral Valve Prolapse. *Lancet*. 2005;365(9458):507–18.
10. Agozzino L, Falco A, de Vivo F, Vincentiis C, Luigi de Luca TS, Esposito S CM. Surgical pathology of the mitral valve: gross and histological study of 1288 surgically excised valves. *Int J Cardiol*. 1992;37(1):79–89.
11. Tiveron MG, Pomerantzeff PMA, Lourdes Higuchi M, Reis MM, Jesus Pereira J, Kawakami JT, et al. Infectious agents is a risk factor for myxomatous mitral valve degeneration: A case control study. *BMC Infect Dis*. 2017;17(1):1–10.
12. Cheng TO, Barlow JB. Mitral leaflet billowing and prolapse: its prevalence around the world. *Angiology*. 1989;40(2):77–87.
13. Olson LJ, Subramanian R, Ackermann DM, Orszulak TA EW. Surgical pathology of the mitral valve: a study of 712 cases spanning 21 years. *Mayo Clin Proc*. 1987;62(1):22–34.
14. Fedak PW, McCarthy PM BR. Evolving concepts and technologies in mitral valve repair. *Circulation*. 2008;117(7):963–74.
15. Tarasoutchi F, Montera MW, Grinberg M, Barbosa MR, Piñeiro DJ, Sánchez CRM, et al. Diretriz Brasileira De Valvopatias – Sbc 2011 I Diretriz Interamericana De Valvopatias – Siac 2011. *Soc Bras Cardiol*. 2011;97.
16. Nishimura RA, Otto CM, Bonow RO, Carabello BA, Erwin JP, Guyton RA, et al. 2014 AHA/ACC guideline for the management of patients with valvular heart disease: Executive summary: A report of the American college of cardiology/American heart association task force on practice guidelines. *J Am Coll Cardiol*. 2014;63(22):2438–88.

17. Nishimura RA, Otto CM, Bonow RO, Carabello BA, Erwin JP, Fleisher LA, et al. 2017 AHA/ACC Focused Update of the 2014 AHA/ACC Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol*. 2017;70(2):252–89.
18. Baumgartner H, Falk V, Bax JJ, De Bonis M, Hamm C, Holm PJ, et al. 2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. Vol. 38, *European Heart Journal*. 2017. 2739-2786 p.
19. Enriquez-Sarano M, Schaff HV, Orszulak TA, Tajik AJ, Bailey KR FR. Valve repair improves the outcome of surgery for mitral regurgitation: a multivariate analysis. *Circulation*. 1995;91(4):1022–8.
20. Perier P , Deloche A , Chauvaud S , Fabiani JN , Rossant P , Bessou JP , Relland J , Bourezak H , Gomez F BP. Comparative evacuation of mitral valve repair and replacement wiith Starr, Bjork and porcine valve prosteses. *Circulation*. 1984;70(1187-92).
21. Gillinov AM, Faber C, Houghtaling PL, Blackstone EH, Lam BK, Diaz R, et al. Repair versus replacement for degenerative mitral valve disease with coexisting ischemic heart disease. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2003;125(6):1350–62.
22. Ren JF, Aksut S, Lighty GW Jr, Vigilante GJ, Sink JD, Segal BL HW 3rd. Mitral valve repair is superior to valve replacement for the early preservation of cardiac function: relation of ventricular geometry to function. *Am Hear J*. 1996;131(5):974–81.
23. Shuhaiber J¹, Anderson RJ. Meta-analysis of clinical outcomes following surgical mitral valve repair or replacement. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2007;31(2):267–75.

24. Fundarò P, Tartara PM, Villa E, Fratto P, Campisi S, Vitali EO. Mitral valve repair: Is there still a place for suture annuloplasty? *Asian Cardiovasc Thorac Ann.* 2007;15(4):351–8.
25. Hetzer R, Walter EMD. No ring at all in mitral valve repair: Indications, techniques and longterm outcome. *Eur J Cardio-thoracic Surg.* 2014;45(2):341–51.
26. Pomerantzeff PMA, Brandão CMA, Souza LR, Vieira ML, Grimberg M, Ramires JA OS. Posterior mitral leaflet repair with a simple segmental annulus support: the “Double-Teflon technique.” *J Hear Valve Dis.* 2002;11(2):160–4.
27. Brandão CMA, Guedes MAV, Silva MF, Vieira ML, Pomerantzeff PMA, Stolf NAG. Plastia da valva mitral com a técnica do “ Duplo Teflon ”. Resultados de 10 anos. 2007;22(4):448–53.
28. Guedes MAV, Pomerantzeff PMA, Brandão CMA, Vieira MLC, Filho OAL, Silva MF et al. Plastia valvar mitral pela técnica do Duplo Teflon : análise do remodelamento cardíaco pela ecocardiografia tridimensional. 2010;25(4):534–42.
29. Guedes MAV, Pomerantzeff PMA, Brandao CMA, Vieira MLC, Tarasoutchi F, Spinola P da C, et al. Mitral annulus morphologic and functional analysis using real time tridimensional echocardiography in patients submitted to unsupported mitral valve repair. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2015;30(3):325–34.
30. Dahm M, Iversen S, Schmid FX, Drexler M, Erbel R OH. Intraoperative evaluation of reconstruction of the atrioventricular valves by transesophageal echocardiography. *Thorac Cardiovasc Surg.* 1987;35(2):140–2.
31. Saiki Y, Kasegawa H, Kawase M, Osada H OE. Intraoperative TEE during mitral valve repair: does it predict early and late postoperative mitral valve dysfunction? *Ann Thorac Surg.* 1998;66(4):1277–81.

32. Cawley PJ, Maki JH, Otto CM. Cardiovascular magnetic resonance imaging for valvular heart disease. Technique and validation. *Circulation*. 2009;119(3):468–78.
33. Myerson SG. Heart valve disease: investigation by cardiovascular magnetic resonance. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2012;14(17):1–23.
34. Chan KJ, Wage R, Symmonds K, Rahman-Haley S, Mohiaddin RH, Firmin DN, et al. Towards comprehensive assessment of mitral regurgitation using cardiovascular magnetic resonance. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2008;10(1):61.
35. Gabriel RS, Kerr AJ, Raffel OC, Stewart RA, Cowan BR OC. Mapping of mitral regurgitant defects by cardiovascular magnetic resonance in moderate or severe mitral regurgitation secondary to mitral valve prolapse. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2008;10(16):1–7.
36. Delling FN, Peters DC, Yeon SB, Kissinger K V, Goddu B, Manning WJ, et al. Cardiac magnetic resonance predictors of mitral regurgitation and papillary muscle fibrosis in mitral valve prolapse. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2010;12(Suppl 1):P281.
37. Yu HY, Su MY, Liao TY, Peng HH, Lin FY, Tseng WY. Functional mitral regurgitation in chronic ischemic coronary artery disease: Analysis of geometric alterations of mitral apparatus with magnetic resonance imaging. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2004;128(4):543–51.
38. Guetter C, Thavendiranathan P, Jolly MP, Lu X, Xue H SO. Mitral valve annular velocity measurements derived from cine mri: validation against doppler echocardiography. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2012;14(1):W19.
39. Stork A, Franzen O, Ruschewski H, Detter C, Mullerleile K, Bansmann Pm, Adam G LG. Assessment of functional anatomy of the mitral valve in patients with mitral regurgitation with cine magnetic resonance imaging: comparison with transesophageal echocardiography and surgical results. *Eur Radiol*. 2007;17:3189–98.

40. Uretsky S, Gillam L, Lang R, Chaudhry FA, Argulian E, Supariwala A, et al. Discordance between echocardiography and MRI in the assessment of mitral regurgitation severity: A prospective multicenter trial. *J Am Coll Cardiol*. 2015;65(11):1078–88.
41. Pflugfelder PW, Sechtem UP, White RD, Cassidy MM, Schiller NB HC. Noninvasive evaluation of mitral regurgitation by analysis of left atrial signal loss in cine magnetic resonance. *Am Hear J*. 1989;117(5):1113–9.
42. Ozdogan O, Yuksel A, Gurgun C, Kayikcioglu M, Yavuzgil O CC. Evaluation of the severity of mitral regurgitation by the use of signal void in magnetic resonance imaging. *Echocardiography*. 2009;26(10):1127–35.
43. Myerson SG, Francis JM NS. Direct and indirect quantification of mitral regurgitation with cardiovascular magnetic resonance, and the effect of heart rate variability. *MAGMA*. 2010;23(4):243–9.
44. David TE, Armstrong S, McCrindle BW, Manlhiot C. Late outcomes of mitral valve repair for mitral regurgitation due to degenerative disease. *Circulation*. 2013;127(14):1485–92.
45. Iung B, Baron G, Tornos P, Gohlke-Bärwolf C, Butchart EG VA. Valvular heart disease in the community: a European experience. *Curr Probl Cardiol*. 2007;32(11):609–61.
46. Yun KL, Miller DC. Mitral valve repair versus replacement. *Cardiol Clin*. 1991;9(2):315–27.
47. Montant P, Chenot F, Robert A, Vancraeynest D, Pasquet A, Gerber B et al. Long-term survival in asymptomatic patients with severe degenerative mitral regurgitation: a propensity score-based comparison between an early surgical strategy and a conservative treatment approach. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2009;138(6):1339–48.

48. Imasaka K, Tomita Y, Tanoue Y, Tominaga R, Tayama E, Onitsuka H UT. Early mitral valve surgery for chronic severe mitral regurgitation optimizes left ventricular performance and left ventricular mass regression. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2013;146(1):61–6.
49. Yazdchi F, Koch CG, Mihaljevic T, Hachamovitch R, Lowry AM, He J, et al. Increasing disadvantage of “watchful waiting” for repairing degenerative mitral valve disease. *Ann Thorac Surg*. 2015;99(6):1992–2000.
50. Suri RM, Vanoverschelde JL, Grigioni F, Schaff HV, Tribouilloy C, Avierinos JF, et al. Association between early surgical intervention vs watchful waiting and outcomes for mitral regurgitation due to flail mitral valve leaflets. *JAMA*. 2013;310(6):609–16.
51. Badhwar V, Rankin JS, He X, Jacobs JP, Gammie JS, Furnary AP, et al. The Society of Thoracic Surgeons Mitral Repair/Replacement Composite Score: A Report of the Society of Thoracic Surgeons Quality Measurement Task Force. *Ann Thorac Surg*. 2016;101(6):2265–71.
52. Gillinov AM, Mihaljevic T, Blackstone EH, George K, Svensson LG, Nowicki ER, et al. Should patients with severe degenerative mitral regurgitation delay surgery until symptoms develop? *Ann Thorac Surg*. 2010;90(2):481–8.
53. Delahaye JP, Gare JP, Viguier E, Delahaye F, De Gevigney G MH. Natural history of severe mitral regurgitation. *Eur Hear J*. 1991;12(B):5–9.
54. Tribouilloy CM, Enriquez-Sarano M, Schaff HV, Orszulak TA, Bailey KR, Tajik AJ FR. Impact of preoperative symptoms on survival after surgical correction of organic mitral regurgitation: rationale for optimizing surgical indications. *Circulation*. 1999;99(3):400–5.

-
55. Stevens LM, Rodriguez E, Lehr EJ, Kindell LC, Nifong LW, Ferguson TB CWJ. Impact of Timing and Surgical Approach on Outcomes After Mitral Valve Regurgitation Operations. *Ann Thorac Surg.* 2012;93(5):1462–8.
 56. Enriquez-Sarano M, Avierinos JF, Messika-Zeitoun D, Detaint D, Capps M, Nkomo V, et al. Quantitative determinants of the outcome of asymptomatic mitral regurgitation. *N Engl J Med.* 2005;352(9):875–83.
 57. Tribouilloy C, Grigioni F, Avierinos JF, Barbieri A, Rusinaru D, Szymanski C, et al. MIDA Investigators. Survival implication of left ventricular end-systolic diameter in mitral regurgitation due to flail leaflets a long-term follow-up multicenter study. *J Am Coll Cardiol.* 2009;54(21):1961–8.
 58. Rusinaru D, Tribouilloy C, Grigioni F, Avierinos JF, Suri RM, Barbieri A, et al. Mitral Regurgitation International DAtabase (MIDA) Investigators. Left atrial size is a potent predictor of mortality in mitral regurgitation due to flail leaflets: results from a large international multicenter study. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2011;4(5):473–81.
 59. Eguchi K, Ohtaki E, Matsumura T, Tanaka K, Tohbaru T, Iguchi N, et al. Pre-operative atrial fibrillation as the key determinant of outcome of mitral valve repair for degenerative mitral regurgitation. *Eur Hear J.* 2005;26(18):1866–72.
 60. Grigioni F, Avierinos JF, Ling LH, Scott CG, Bailey KR, Tajik AJ, et al. Atrial fibrillation complicating the course of degenerative mitral regurgitation: determinants and long-term outcome. *J Am Coll Cardiol.* 2002;40(1):84–92.
 61. Barbieri A, Bursi F, Grigioni F, Tribouilloy C, Avierinos JF, Michelena HI, et al. Mitral Regurgitation International DAtabase (MIDA) Investigators. Prognostic and therapeutic implications of pulmonary hypertension complicating degenerative mitral regurgitation due to flail leaflet: a multicenter long-term international study. *Eur Hear J.* 2011;32(6):751–9.

-
62. Pardi MM, Pomerantzeff PMA, Sampaio RO, Abduch MC, Brandão CMA, Mathias W Jr, et al. Relation of mitral valve morphology to surgical repair results in patients with mitral valve prolapse: A three-dimensional transesophageal echocardiography study. *Echocardiography*. 2018;35(9):1342–50.
 63. Yacoub M, Halim M, Radley-Smith R, McKay R, Nijveld A TM. Surgical treatment of mitral regurgitation caused by floppy valves: repair versus replacement. *Circulation*. 1981;64(suppl II):210–6.
 64. Lazam S, Vanoverschelde JL, Tribouilloy C, Grigioni F, Suri RM, Avierinos JF, et al. Twenty-Year Outcome after Mitral Repair Versus Replacement for Severe Degenerative Mitral Regurgitation: Analysis of a Large, Prospective, Multicenter, International Registry. *Circulation*. 2017;135(5):410–22.
 65. Coutinho GF, Martínez Cereijo JM, Correia PM, Lopes CS, López LR, Muñoz DD, et al. Long-term results after concomitant mitral and aortic valve surgery: repair or replacement?†. *Eur J Cardio-Thoracic Surg*. 2018;0(June):1–8.
 66. Javadikasgari H, Gillinov AM, Idrees JJ, Mihaljevic T, Suri RM, Raza S, et al. Valve Repair Is Superior to Replacement in Most Patients With Coexisting Degenerative Mitral Valve and Coronary Artery Diseases. *Ann Thorac Surg*. 2017;103(6):1833–41.
 67. Silaschi M, Chaubey S, Aldalati O, Khan H, Uzzaman MM, Singh M, et al. Is Mitral Valve Repair Superior to Mitral Valve Replacement in Elderly Patients? Comparison of Short and Long Term Outcomes in a Propensity Matched Cohort. *J Am Heart Assoc*. 2016;5(8):e003605.
 68. Nloga J, Hénaine R, Vergnat M, Wautot F, Desebbe O, Robin J, et al. Mitral valve surgery in octogenarians: Should we fight for repair? A survival and quality-of-life assessment. *Eur J Cardio-thoracic Surg*. 2011;39(6):875–80.

-
69. Braunberger E, Deloche A, Berrebi A, Abdallah F, Celestin JA, Meimoun P, et al. Very long-term results (more than 20 years) of valve repair with carpentier's techniques in nonrheumatic mitral valve insufficiency. *Circulation*. 2001;104(12 suppl 1):I8-11.
 70. Gaur P, Kaneko T, McGurk S, Rawn JD, Maloney A, Cohn LH. Mitral valve repair versus replacement in the elderly: Short-term and long-term outcomes. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2014;148(4):1400–6.
 71. DiBardino DJ, ElBardissi AW, McClure RS, Razo-Vasquez OA, Kelly NE CL. Four decades of experience with mitral valve repair: analysis of differential indications, technical evolution, and long-term outcome. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2010;139(1):76–84.
 72. Gerola LR, Pomerantzeff PMA, Pêgo-fernandoes PM, Stolf NAG, Barbero-Marcial M, et al. Cirurgia valvar em crianças e jovens : resultados de 131 casos. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 1990;5(3):187–94.
 73. Magilligan DJ, Lewis JW, Jara FM, Lee MW, Alam M, Riddle JM, et al. Spontaneous Degeneration of Porcine Bioprosthetic Valves. *Ann Thorac Surg*. 1980;30(3):259–66.
 74. Yau TM, El-Ghoneimi YA, Armstrong S, Ivanov J D TE. Mitral valve repair and replacement for rheumatic disease. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2000;119(1):53–61.
 75. Geldenhuys A, Koshy JJ, Human PA, Mtwale JF, Brink JG ZP. Rheumatic mitral repair versus replacement in a threshold country: the impact of commissural fusion. *J Hear Valve Dis*. 2012;21(4):424–32.
 76. Kim JB, Kim HJ, Moon DH, Jung SH, Choo SJ, Chung CH, et al. Long-term outcomes after surgery for rheumatic mitral valve disease: valve repair versus mechanical valve replacement. *Eur J Cardio-thoracic Surg* . 2010;37(5):1039–46.

-
77. Antunes MJ, Magalhaes MP, Colsen PR KR. Valvuloplasty for rheumatic mitral valve disease. A surgical challenge. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1987;94(1):44–56.
 78. Pomerantzeff PMA, Brandão CMA, Faber CM, Grinberg M, Cardoso LF, Tarasoutchi F et al. Plástica da valva mitral em portadores de febre reumática. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 1998;13(3):211–5.
 79. Wang YC, Tsai FC, Chu JJ, Lin PJ. Midterm outcomes of rheumatic mitral repair versus replacement. *Int Heart J.* 2008;49(5):565–76.
 80. Pomerantzeff PMA, Brandao CMA, Leite Filho OA, Guedes MA, Silva MF, Grinberg M, et al. Mitral valve repair in rheumatic patients with mitral insufficiency: twenty years of techniques and results. *Rev Bras Cir Cardiovasc Orgao Of da Soc Bras Cir Cardiovasc.* 2009;24(4):485–9.
 81. Severino ESBO, Petrucci O, Vilarinho KA de S, Lavagnoli CFR, Silveira Filho L da M, Oliveira PPM, et al. Resultados tardios da plastia mitral em pacientes reumáticos. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2011;26(4):559–64.
 82. da Costa FDA, Colatusso DFF, Martin GLS, Parra KCS, Botta MC, Balbi Filho EM, et al. Long-Term Results of Mitral Valve Repair. *Brazilian J Cardiovasc Surg.* 2018;33(1):23–31.
 83. Chauvaud S, Fuzellier JF, Berrebi A, Deloche A, Fabiani JN CA. Long-term (29 years) results of reconstructive surgery in rheumatic mitral valve insufficiency. *Circulation.* 2001;104(12):I12-5.
 84. Lee HA, Cheng YT, Wu VCC, Chou AH, Chu PH, Tsai FC, et al. Nationwide cohort study of mitral valve repair versus replacement for infective endocarditis. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2018;
 85. Goldstein D, Moskowitz AJ, Gelijns AC, Ailawadi G, Parides MK, Perrault LP, et al. Two-Year Outcomes of Surgical Treatment of Severe Ischemic Mitral Regurgitation. *N Engl J Med.* 2016;374(4):344–53.

-
86. Lorusso R, Gelsomino S, Vizzardi E, D'Aloia A, De Cicco G, Lucà F, et al. Mitral valve repair or replacement for ischemic mitral regurgitation? the Italian Study on the Treatment of Ischemic Mitral Regurgitation (ISTIMIR). *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2013;145(1):128–39.
 87. Dayan V, Soca G, Cura L, Mestres CA. Similar survival after mitral valve replacement or repair for ischemic mitral regurgitation: A meta-analysis. *Ann Thorac Surg.* 2014;97(3):758–65.
 88. Acker MA, Parides MK, Perrault LP, Moskowitz AJ, Gelijns AC, Voisine P, et al. Mitral-Valve Repair versus Replacement for Severe Ischemic Mitral Regurgitation. *N Engl J Med.* 2014;370(1):23–32.
 89. Lillehei CW, Levy MJ BR. Mitral valve replacement with preservation of papillary muscles and chordae tendinae. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1964;47:532–43.
 90. David TE, Uden DE SH. The importance of the mitral apparatus in left ventricular function after correction of mitral regurgitation. *Circulation.* 1983;68(3):II76-82.
 91. David TE, Burns RJ, Bacchus CM DM. Mitral valve replacement for mitral regurgitation with and without preservation of chordae tendineae. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1984;88(5):718–25.
 92. Pomerantzeff PMA, Brandão CMA, Amato M, Ukushima J, Horta P, Ratti M, Medeiros CCG, Tarasoutchi F, Cardoso LF, Grinberg M, Verginelli G JA. Estudo randomizado comparando-se a substituição valvar mitral com e sem preservação da continuidade anel-cordas tendíneas-papilares. *Arq Bras Cardiol.* 1993;60(321–5).
 93. David TE. Outcomes of Mitral Valve Repair for Mitral Regurgitation Due to Degenerative Disease. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 2007;19(2):116–20.

94. Mohty D, Orszulak TA, Schaff HV, Avierinos JF, Tajik JA E-SM. Very long-term survival and durability of mitral valve repair for mitral valve prolapse. *Circulation*. 2001;104(12):11-7.
95. Gillinov AM, Cosgrove DM, Blackstone EH, Diaz R, Arnold JH, Lytle BW, et al. Durability of mitral valve repair for degenerative disease. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1998;116(5):734-43. A
96. Braile D, Ardito R, Pinto G. Plástica mitral. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 1990;5(2):86-98.
97. Lillehei CW, Gott VL, DeWall RA VR. Surgical correction of pure mitral insufficiency by annuloplasty under direct vision. *Lancet*. 1957;77(11):446-9.
98. Carpentier A. Reconstructive valvuloplasty. A new technique of mitral valvuloplasty. *Press Med*. 1969;77(7):251-3.
99. Carpentier A. Cardiac valve surgery--the "French correction." *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1983;86(3):323-37.
100. David TE, Komeda M, Pollick C BR. Mitral valve annuloplasty: the effect of the type on left ventricular function. *Ann Thorac Surg*. 1989;47(4):524-7.
101. Jebara VA, Mihaileanu S, Acar C, Brizard C, Grare P, Latremouille C, Chauvaud S, Fabiani JN, Deloche A CA. Left ventricular outflow tract obstruction after mitral valve repair. Results of the sliding leaflet technique. *Circulation*. 1993;88(5 Pt 2):II 30-4.
102. Dagum P, Green GR, Glasson JR, Daughters GT, Bolger AF, Foppiano LE, Ingels NB Jr MD. Potential mechanism of left ventricular outflow tract obstruction after mitral ring annuloplasty. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1999;117(3):472-80.

-
103. Duran CG, Ubago JLM. Clinical and Hemodynamic Performance of a Totally Flexible Prosthetic Ring for Atrioventricular Valve Reconstruction. *Ann Thorac Surg.* 1976;22(5):458–63.
 104. Gillinov AM, Cosgrove DM, Shiota T, Qin J, Tsujino H, Stewart WJ, et al. Cosgrove-Edwards annuloplasty system: Midterm results. *Ann Thorac Surg.* 2000;69(3):717–21.
 105. Fasol R, Meinhart J, Deutsch M, Binder T. Mitral valve repair with the Colvin-Galloway Future Band. *Ann Thorac Surg.* 2004;77(6):1985–8.
 106. Hu X, Zhao Q. Systematic evaluation of the flexible and rigid annuloplasty ring after mitral valve repair for mitral regurgitation. *Eur J Cardio-thoracic Surg.* 2011;40(2):480–7.
 107. Kalangos A, Sierra J, Vala D, Cikirikcioglu M, Walpoth B, Orrit X, et al. Annuloplasty for valve repair with a new biodegradable ring: an experimental study. *J Hear Valve Dis.* 2006;15(6):783–90.
 108. Pomerantzeff PMA, Brandão CMA, Albuquerque JMA, Pomerantzeff PY, Takeda F, Oliveira SA. Mitral valve annuloplasty with a bovine pericardial strip - 18-year results. *Clinics.* 2005;60(4):305–10.
 109. Witschey WRT, Zhang D, Contijoch F, McGarvey JR, Lee M, Takebayashi S, et al. The Influence of Mitral Annuloplasty on Left Ventricular Flow Dynamics. *Ann Thorac Surg.* 2015;100(1):114–21.
 110. Burr LH, Krayenbühl C SM. The mitral plication suture: a new technique of mitral valve repair. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1977;73(4):589–95.
 111. Matsuda H, Shintani H, Taniguchi K, Mitsuno M, Miyamoto Y, Kadoba K SY. Semicircular suture annuloplasty for mitral regurgitation: appraisal of the Paneth-Burr method. *J Hear Valve Dis.* 1997;6(1):48–53.

112. Duebener LF, Wendler O, Nikoloudakis N, Georg T, Fries R SH. Mitral-valve repair without annuloplasty rings: results after repair of anterior leaflet versus posterior-leaflet defects using polytetrafluoroethylene sutures for chordal replacement. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2000;17(2):206–12.
113. Barlow CW, Ali ZA, Lim E, Barlow JB, Wells FC. Modified technique for mitral repair without ring annuloplasty. *Ann Thorac Surg.* 2003;75(1):298–300.
114. Frater RWM, Sisto D. Mural annulus shortening suture (MASS) for annuloplasty. *J Cardiovasc Surg.* 1990;31:10.
115. Ormiston JA, Shah PM, Tei C WM. Size and motion of the mitral valve annulus in man. I. A two-dimensional echocardiographic method and findings in normal subjects. *Circulation.* 1981;64(1):113–20.
116. Eisenmann B, Charpentier A, Popescu S, Epailly E, Billaud P JA. Is a prosthetic ring required for mitral repair of mitral insufficiency due to posterior leaflet prolapse? Long-term results in 96 patients submitted to repair with no ring. *Eur J Cardiothorac Surg.* 1998;14(6):584–9.
117. Wooler GH, Nixon PG, Grimshaw VA, Watson DA. Experiences with the repair of the mitral valve in mitral in competence. *Thorax.* 1962;17:49–57.
118. Detter C, Aybek T , Kupilik N , Fischlein T MA. Mitral valve annuloplasty: comparison of the mural annulus shortening suture (MASS) with the Carpentier-Edwards prosthetic ring. *J Hear Valve Dis.* 2000;9(4):478–86.
119. Bordignon S, Kalil RAK, Ricardo J, Anna MS, Prates PR, Pereira EM, et al. Resultado clínico tardio da anuloplastia mitral sem suporte em crianças e adolescentes. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 1996;11(4):263–9.

120. Gusmão B, Arruda APM, Feitosa ADM, Arruda MB. Anuloplastia concêntrica do anel mitral , isolada ou associada à ressecção quadrangular , em crianças e jovens. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2004;19(1):24–8.
121. Kalil RK, Lucchese F, Prates PR, Ricardo J, Anna MS, Faes FC, et al. Anuloplastia sem suporte para tratamento da insuficiência mitral reumática. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 1992;7(3):186–93.
122. January LE, Fisher JM, Ehrenhaft JL. Mitral Insufficiency Resulting from Rupture of Normal Chordae Tendineae: Report of a Surgically Corrected Case. *Circulation*. 1962;26(6):1329–33.
123. Kay JH, Egerton WS. The repair of mitral insufficiency associated with ruptured chordae. *Ann Surg*. 1963;157:351–60.
124. Rittenhouse EA , Davis CC , Wood SJ SL. Replacement of ruptured chordae tendineae of the mitral valve with autologous pericardial chordae. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1978;75(6):870–6.
125. Frater RWM, 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.
126. Vetter HO, Burack JH, Factor SM, Malacuso F FR. Replacement of chordae tendineae of the mitral valve using the new expanded PTFE suture in sheep. In: Bodnar E, Yacoub M (eds) *Biologic and Bioprosthetic Valves* New York: Yorke Medical Books. 1986. p. 772–85.
127. David TE. Replacement of Chordae Tendineae with Expanded Polytetrafluoroethylene Sutures. *J Card Surg*. 1989;4(4):286–90.
128. Perier P. A new paradigm for the repair of posterior leaflet prolapse: Respect rather than resect. *Oper Tech Thorac Cardiovasc Surg*. 2005;10(3):180–93.

129. Perier P, Hohenberger W, Lakew F, Diegeler A. Prolapse of the posterior leaflet: resect or respect. *Ann Cardiothorac Surg.* 2015;4(3):273–7.
130. Seeburger J, Kuntze T, Mohr FW. Gore-Tex Chordoplasty in Degenerative Mitral Valve Repair. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 2007;19(2):111–5.
131. Gillinov M, Quinn R, Kerendi F, Gaudiani V, Shemin R, Barnhart G, et al. Premeasured Chordal Loops for Mitral Valve Repair. *Ann Thorac Surg.* 2016;102(3):e269–71.
132. Falk V, Seeburger J, Czesla M, Borger MA, Willige J. 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):1200–6
133. David TE, Armstrong S, Ivanov J. Chordal replacement with polytetrafluoroethylene sutures for mitral valve repair: A 25-year experience. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2013;145(6):1563–9.
134. Mazine A, Friedrich JO, Nedadur R, Verma S, Ouzounian M, Jüni P, et al. Systematic review and meta-analysis of chordal replacement versus leaflet resection for posterior mitral leaflet prolapse. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2018;155(1):120–128.e10.
135. Azevedo CF, Nigri M, Higuchi ML, Pomerantzeff PM, Spina GS, Sampaio RO, et al. Prognostic significance of myocardial fibrosis quantification by histopathology and magnetic resonance imaging in patients with severe aortic valve disease. *J Am Coll Cardiol.* 2010;56(4):278–87.
136. Chaikriangkrai K, Lopez-Mattei JC, Lawrie G, Ibrahim H, Quinones MA, Zoghbi W, et al. Prognostic value of delayed enhancement cardiac magnetic resonance imaging in mitral valve repair. *Ann Thorac Surg.* 2014;98(5):1557–63.

-
137. Gonz A, Menacho K, Treibel TA, Schofield RS, Ravassa S, Fontana M, et al. Reappraising myocardial fibrosis in severe aortic stenosis : an invasive and non-invasive study in 133 patients ~ a L o. 2018;699–709.
 138. Treibel TA, Kozor R, Schofield R, Benedetti G, Fontana M, Bhuva AN, et al. Reverse Myocardial Remodeling Following Valve Replacement in Patients With Aortic Stenosis. *J Am Coll Cardiol*. 2018;71(8):860–71.
 139. Gabriel RS, Kerr AJ, Raffel OC, Stewart RA, Cowan BR, Occleshaw CJ. Mapping of mitral regurgitant defects by cardiovascular magnetic resonance in moderate or severe mitral regurgitation secondary to mitral valve prolapse. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2008 Apr 9;10:16.
 140. Aurigemma G, Reichek N, Schiebler M AL. Evaluation of mitral regurgitation by cine magnetic resonance imaging. *Am J Cardiol*. 1990;66(5):621–5.
 141. Lopez-Mattei JC, Shah DJ. The role of cardiac magnetic resonance in valvular heart disease. *Methodist Debaquey Cardiovasc J*. 2013;9(3):142–8.
 142. Cawley PJ, Hamilton-Craig C, Owens DS, Krieger E V., Strugnelli WE, Mitsumori L, et al. Prospective comparison of valve regurgitation quantitation by cardiac magnetic resonance imaging and transthoracic echocardiography. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2013;6(1):48–57.
 143. Uretsky S, Chaudhry FA, Gillam L, Gurram S, Bonda SLK, Ponnampalani H, et al. A novel technique to quantify the instantaneous mitral regurgitant rate. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2013;15(1):1.
 144. Fernandes AM, Rathi V, Biederman RW, Doyle M, Yamrozik JA, Williams RB, et al. Cardiovascular Magnetic Resonance Imaging-Derived Mitral Valve Geometry in Determining Mitral Regurgitation Severity. *Arq Bras Cardiol*. 2013;571–8.

-
145. Buchner S, Poschenrieder F, Hamer OW, Jungbauer C, Resch M, Birner C, et al. Direct visualization of regurgitant orifice by CMR reveals differential asymmetry according to etiology of mitral regurgitation. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2011;4(10):1088–96.
 146. Ge L, Morrel WG, Ward A, Mishra R, Zhang Z, Guccione JM, et al. Measurement of mitral leaflet and annular geometry and stress after repair of posterior leaflet prolapse: Virtual repair using a patient-specific finite element simulation. *Ann Thorac Surg*. 2014;97(5):1496–503.
 147. Sturla F, Onorati F, Votta E, Pechlivanidis K, Stevanella M, Milano AD, et al. Is it possible to assess the best mitral valve repair in the individual patient? Preliminary results of a finite element study from magnetic resonance imaging data. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 148(3):1025–34.
 148. Zoghbi WA, Adams D, Bonow RO, Enriquez-Sarano M, Foster E, Grayburn PA, et al. Recommendations for Noninvasive Evaluation of Native Valvular Regurgitation: A Report from the American Society of Echocardiography Developed in Collaboration with the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. *J Am Soc Echocardiogr*. 2017;
 149. Nashef SAM, Roques F, Sharples LD, Nilsson J, Smith C. EuroSCORE II. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2012;41:734–45.
 150. Magalhães L, Figueiredo M, Cintra F, Saad E, Kuniyoshi R, Teixeira R, et al. II Diretrizes Brasileiras de Fibrilação Atrial. *Arq Bras Cardiol*. 2016;106(4).
 151. Ryomoto M, Mitsuno M, Yamamura M, Tanaka H, Fukui S, Tsujiya N, et al. Is physiologic annular dynamics preserved after mitral valve repair with rigid or semirigid ring? *Ann Thorac Surg*. 2014;97(2):492–7.
 152. Timek TA, Miller DC. Experimental and clinical assessment of mitral annular area and dynamics: What are we actually measuring? *Ann Thorac Surg*. 2001;72(3):966–74.

153. Lee AP, Jin C, Fan Y, Wong RHL, Underwood MJ, Wan S. Functional Implication of Mitral Annular Disjunction in Mitral Valve Prolapse. 2017;10(12).
154. Enriquez-Sarano M. Mitral Annular Disjunction. JACC Cardiovasc Imaging. 2017;10(12):1434–6.
155. Flachskampf FA, Chandra S, Gaddipatti A, Levine RA, Weyman AE, Ameling W, et al. Analysis of shape and motion of the mitral annulus in subjects with and without cardiomyopathy by echocardiographic 3-dimensional reconstruction. J Am Soc Echocardiogr. 2000;13(4):277–87.
156. Levine RA, Triulzi MO, Harrigan P WA. The relationship of mitral annular shape to the diagnosis of mitral valve prolapse. Circulation. 1987;75(4):756–67.
157. Salgo IS, Gorman JH 3rd, Gorman RC, Jackson BM, Bowen FW, Plappert T, St John Sutton MG ELJ. Effect of annular shape on leaflet curvature in reducing mitral leaflet stress. Circulation. 2002;106(6):711–7.
158. Kwan J, Qin JX, Popović ZB, Agler DA, Thomas JD, Shiota T. Geometric changes of mitral annulus assessed by real-time 3-dimensional echocardiography: Becoming enlarged and less nonplanar in the anteroposterior direction during systole in proportion to global left ventricular systolic function. J Am Soc Echocardiogr. 2004;17(11):1179–84.
159. David TE, David CM, Manlhiot C. Simplici-T annuloplasty band for mitral valve repair for degenerative disease. Ann Thorac Surg. 2014;98(5):1551–6.
160. Bouma W, Aoki C, Vergnat M, Pouch AM, Sprinkle SR, Gillespie MJ, et al. Saddle-shaped annuloplasty improves leaflet coaptation in repair for ischemic mitral regurgitation. Ann Thorac Surg. 2015;100(4):1360–6.

161. Owais K, Kim H, Khabbaz KR, Bergman R, Matyal R, Gorman RC, et al. In-vivo analysis of selectively flexible mitral annuloplasty rings using three-dimensional echocardiography. *Ann Thorac Surg*. 2014;97(6):2005–10.
162. Hueb AC, Jatene FB, Moreira LFP, Pomerantzeff PM, Kallás E, De 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.
163. Garatti A, Canziani A, Parolari A, Castelveccchio S, Guazzi M, Daprati A, Farah AA, Grimaldi F, Tripepi S ML. Long-term results of suture annuloplasty for degenerative mitral valve disease: a propensity-matched analysis. *J Cardiovasc Med*. 2018;19(1):22–8.
164. Aybek T, Risteski P, Miskovic A, Simon A, Dogan S, Abdel-Rahman U MA. Seven years' experience with suture annuloplasty for mitral valve repair. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2006;131(1):99–106.
165. Pouch AM, Vergnat M, McGarvey JR, Ferrari G, Jackson BM, Sehgal CM, et al. Statistical assessment of normal mitral annular geometry using automated three-dimensional echocardiographic analysis. *Ann Thorac Surg*. 2014;97(1):71–7.
166. Leng S, Zhang S, Jiang M, Zhao X, Wu R, Allen J, et al. Imaging 4D morphology and dynamics of mitral annulus in humans using cardiac cine MR feature tracking. *Nat Sci Reports*. 2018;8(1):1–13.
167. Grewal J, Suri R, Mankad S, Tanaka A, Mahoney DW, Schaff H V., et al. Mitral Annular Dynamics in Myxomatous Valve Disease: New Insights with Real-Time 3-Dimensional Echocardiography. *Circulation*. 2010;121(12):1423–31.
168. Ormiston JA, Shah PM, Tei C, Wong M. Size and motion of the mitral valve annulus in man. II. Abnormalities in mitral valve prolapse. *Circulation*. 1982;65(4):713–9.

-
169. David TE, Omran A, Armstrong S, Sun Z, Ivanov J. Long-term results of mitral valve repair for myxomatous disease with and without chordal replacement with expanded polytetrafluoroethylene sutures. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1998;115(6):1279–86.
 170. Kwan J, Jeon M, Kim D, Park K, Lee W. Does The Mitral Annulus Shrink or Enlarge During Systole ? A Real-Time 3D Echocardiography Study. *J Korean med Sci.* 2009; 24(2):203–8.
 171. Qin JX, Shiota T, Tsujino H, Saracino G, White RD, Greenberg NL, Kwan J, Popović ZB, Agler DA, Stewart WJ TJ. Mitral annular motion as a surrogate for left ventricular ejection fraction: real-time three-dimensional echocardiography and magnetic resonance imaging studies. *Eur J Echocardiogr.* 2004;5(6):407–15.
 172. Levack MM, Jassar AS, Shang EK, Vergnat M, Woo YJ, Acker MA, et al. Three-dimensional echocardiographic analysis of mitral annular dynamics: Implication for annuloplasty selection. *Circulation.* 2012;126(11 SUPPL.1).
 173. Ben Zekry S, Lang RM, Sugeng L, McCulloch ML, Weinert L, Raman J, et al. Mitral annulus dynamics early after valve repair: Preliminary observations of the effect of resectional versus non-resectional approaches. *J Am Soc Echocardiogr.* 2011;24(11):1233–42.
 174. Komoda T, Hetzer R, Siniawski H, Huebler M, Felix R MH. Mitral annulus after mitral repair: geometry and dynamics. *ASAIO J.* 2002;48(4):412–8.
 175. Decloedt A, Verheyen T, Sys S. Influence of Atrioventricular Interaction on Mitral Valve Closure and Left Ventricular Isovolumic Contraction Measured by Tissue Doppler Imaging. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2013;6:109–16.
 176. Chew PG, Bounford K, Plein S, Schlosshan D, Greenwood JP. Multimodality imaging for the quantitative assessment of mitral regurgitation. *Quant Imaging Med Surg.* 2018;8(3):342–59.

177. Abraham TP, Dimaano VL, Liang H. Contemporary Reviews in Cardiovascular Medicine Role of Tissue Doppler and Strain Echocardiography in Current Clinical Practice. *Circulation*. 2007;116:2597–609.
178. Schmidt A, Francisco OCA, Francisco AP, Marin-neto JA, Maciel BC. Quantificação de Regurgitações Valvares pela Doppler Ecocardiografia em Cores. *Arq Bras Cardiol* 2000;74(3):163-272.
179. Zoghbi WA, Enriquez-Sarano M, Foster E, Grayburn PA, Kraft CD, Levine RA, et al. Recommendations for Evaluation of the Severity of Native Valvular Regurgitation with Two-dimensional and Doppler Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2003;16(7):777–802.
180. Saikus CE, Lederman RJ. Interventional Cardiovascular Magnetic Resonance Imaging. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2009;2(11):1321–31.
181. Wu V, Chyou JY, Chung S, Bhagavatula S, Axel L. Evaluation of diastolic function by three-dimensional volume tracking of the mitral annulus with cardiovascular magnetic resonance: Comparison with tissue Doppler imaging. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2014;16(1):1–14.
182. Carlsson M, Ugander M, Mose H, Buhre T, Arheden H, Carlsson M, et al. Atrioventricular plane displacement is the major contributor to left ventricular pumping in healthy adults , athletes , and patients with dilated cardiomyopathy. *Am J Physiol Hear Circ Physiol*. 2007;292(h1):1452–9.
183. Bogachev-Prokophiev A V., Afanasyev A V., Zheleznev SI, Nazarov VM, Sharifulin RM, Karaskov AM. Mid-term results of mitral valve repair using flexible bands versus complete rings in patients with degenerative mitral valve disease: A prospective, randomized study. *J Cardiothorac Surg*. 2017;12(1):1–10.

184. Uchimuro T, Tabata M, Saito K, Shibayama K, Watanabe H, Fukui T, et al. Post-repair coaptation length and durability of mitral valve repair for posterior mitral valve prolapse. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*. 2014;62(4):221–7.
185. Suri RM, Schaff H V., Dearani JA, Sundt TM, Daly RC, Mullany CJ, et al. Determinants of early decline in ejection fraction after surgical correction of mitral regurgitation. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2008;136(2):442–7.
186. Witkowski TG, Thomas JD, Delgado V, Van Rijnsoever E, Ng ACT, Hoke U, et al. Changes in left ventricular function after mitral valve repair for severe organic mitral regurgitation. *Ann Thorac Surg*. 2012;93(3):754–60.
187. Tops LF, Schalij MJ, Bax JJ. The Effects of Right Ventricular Apical Pacing on Ventricular Function and Dyssynchrony. Implications for Therapy. *J Am Coll Cardiol*. 2009;54(9):764–76.
188. Lieberman R, Padeletti L, Schreuder J, Jackson K, Michelucci A, Colella A, et al. Ventricular Pacing Lead Location Alters Systemic Hemodynamics and Left Ventricular Function in Patients With and Without Reduced Ejection Fraction. *J Am Coll Cardiol*. 2006;48(8):1634–41.
189. Maurer G, Torres MAR, Corday E, Haendchen R V., Meerbaum S. Two-dimensional echocardiographic contrast assessment of pacing-induced mitral regurgitation: relation to altered regional left ventricular function. *J Am Coll Cardiol*. 1984;3(4):986–91.
190. Hanna SR, Chung ES, Aurigemma GP M TE. Worsening of mitral regurgitation secondary to ventricular pacing. *J Hear Valve Dis*. 2000;9(2):273–5.
191. Miranda R, Almeida S, Brandão L, Alvarenga C, Ribeiro L, Almeida AR, et al. Acute severe mitral regurgitation as an early complication of pacemaker implantation. *Europace*. 2010;12(12):1791–2.

192. Barold SS, Ovsyshcher IELI. Pacemaker-Induced Mitral Regurgitation. *PACE*. 2005;28:357–60.
193. Hemayat S, Shafiee A, Oraii S, Roshanali F, Alaedini F, Aldoboni AS. Development of mitral and tricuspid regurgitation in right ventricular apex versus right ventricular outflow tract pacing. *J Interv Card Electrophysiol*. 2014;40(1):81–6.
194. Irwin JM, Glover MU, Barold SS. Treatment of pacemaker induced severe mitral regurgitation with biventricular pacing in two patients with a normal left ventricular ejection fraction. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2003;26(12):2333–5.
195. De Simone C V., Nkomo VT, DeSimone DC, Keenan LR, Enriquez-Sarano M, Asirvatham SJ. An approach to the stepwise management of severe mitral regurgitation with optimal cardiac pacemaker function. *Indian Pacing Electrophysiol J*. 2014;14(2):75–8.