

## Efeito da Plástica Mitral nas Variáveis do Teste Cardiopulmonar em Pacientes com Insuficiência Mitral Crônica

*Effect of Mitral Valve Repair on Cardiopulmonary Exercise Testing Variables in Patients with Chronic Mitral Regurgitation*

Dorival Julio Della Togna, Alexandre Antônio da Cunha Abizaid, Romeu Sérgio Meneghelo, David Costa de Souza Le Bihan, Auristela Isabel de Oliveira Ramos, Samira Kaissar Nasr, Felipe Souza Maia, Zilda Machado Meneghelo, Amanda Guerra de Moraes Sousa

Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia, São Paulo, SP – Brasil

### Resumo

**Fundamento:** A plástica valvar mitral é o procedimento cirúrgico de escolha para pacientes com Insuficiência Mitral (IM) crônica. Os bons resultados imediatos e tardios permitem a indicação cirúrgica antes do início dos sintomas. O teste cardiopulmonar de exercício (TCPE) pode avaliar objetivamente a capacidade funcional, mas pouco se conhece o efeito da cirurgia em suas variáveis.

**Objetivos:** Avaliar os efeitos da plástica mitral nas variáveis do TCPE em pacientes com IM crônica.

**Métodos:** Foram selecionados 47 pacientes com IM grave e submetidos à plástica da valva mitral, sendo nestes, realizado TCPE  $\pm$  30 dias antes da cirurgia, e de seis a 12 meses após a cirurgia.

**Resultados:** Houve predominância do sexo masculino em 30 pacientes (63,8%) e 34 pacientes (72,3%) estavam em classe funcional I ou II pela NYHA. Após a cirurgia foi observada uma diminuição significativa do consumo de oxigênio ( $VO_2$ ), de  $1.719 \pm 571$  para  $1.609 \pm 428$  mL.min<sup>-1</sup>,  $p = 0,036$ . Houve redução do Oxygen Uptake Efficiency Slope (OUES), de  $1.857 \pm 594$  para  $1.763 \pm 514$ ,  $p = 0,073$  e o pulso de oxigênio ( $O_2$ ) aumentou após a cirurgia, de  $11,1 \pm 3,2$  para  $11,9 \pm 3,2$  mL.bat<sup>-1</sup> ( $p = 0,003$ ).

**Conclusão:** A plástica da valva mitral, não determinou aumento do  $VO_2$  pico e do OUES apesar do remodelamento cardíaco positivo observado após sete meses de cirurgia. Entretanto, o pulso de  $O_2$  aumentou no pós-operatório, sugerindo melhora do desempenho sistólico do VE. O TCPE é uma ferramenta útil, podendo auxiliar na conduta médica em pacientes com IM (Arq Bras Cardiol. 2013;100(4):368-375).

**Palavras-chave:** Insuficiência da Valva Mitral/cirurgia, Exercício, Reabilitação.

### Abstract

**Background:** Mitral valve repair is the surgical procedure of choice for patients with chronic Mitral Regurgitation (MR). The good early and late results allow surgical indication before symptom onset. The cardiopulmonary exercise test (CPET) can objectively assess functional capacity, but little is known about the effect of surgery on their variables.

**Objectives:** Evaluate the effects of mitral repair on CPET variables in patients with chronic MR.

**Methods:** A total of 47 patients with severe MR were selected; these patients underwent mitral valve repair and were submitted to CPET  $\pm$  30 days before surgery, as well as six to 12 months after the surgery.

**Results:** There was a predominance of males among 30 patients (63.8%) and 34 patients (72.3%) were NYHA-FC I or II. A significant decrease in oxygen consumption ( $VO_2$ ) was observed after surgery, from  $1,719 \pm 571$  to  $1609 \pm 428$  mL min<sup>-1</sup>,  $p = 0.036$ . There was a decrease in Oxygen Uptake Efficiency Slope (OUES) from  $1,857 \pm 594$  to  $1763 \pm 514$ ,  $p = 0.073$  and oxygen pulse ( $O_2$ ) increased after surgery, from  $11.1 \pm 3.2$  to  $11.9 \pm 3, 2$  mL.beat<sup>-1</sup> ( $p = 0.003$ ).

**Conclusion:** The mitral valve repair did not increase peak  $VO_2$  and OUES despite positive cardiac remodeling observed seven months after surgery. However,  $O_2$  pulse increased postoperatively, suggesting improved LV systolic performance. The CPET is a useful tool to assist in the medical management of patients with MR (Arq Bras Cardiol. 2013;100(4):368-375).

**Keywords:** Mitral Valve Insufficiency/surgery; Exercise; Rehabilitation.

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

Correspondência: Dorival Julio Della Togna •

Rua Correia de Lemos, 525 / 61, Chácara Inglesa, CEP 04140-000, São Paulo, SP – Brasil

E-mail: dtogna17@yahoo.com.br

Artigo recebido em 02/09/12, revisado em 25/11/12, aceito em 21/12/12.

DOI: 10.5935/abc.20130053

## Introdução

Nas últimas décadas, ocorreu notável progresso no entendimento da patofisiologia, manejo clínico e tratamento da insuficiência mitral (IM). Os avanços nos métodos diagnósticos e nas técnicas cirúrgicas, com possibilidade cada vez maior de preservação do aparato valvar e da função ventricular esquerda, vem despertando interesse crescente nessa doença.

A presença de sintomas de insuficiência cardíaca é uma importante ferramenta na avaliação do paciente com IM, sendo um forte marcador da qualidade de vida e de indicação cirúrgica, conforme as diretrizes atuais<sup>1-3</sup>.

No paciente com IM assintomática e boa função ventricular, a cirurgia pode ser considerada se houver alta probabilidade de plástica mitral com sucesso, porém esta estratégia não é universalmente aceita<sup>4</sup>.

Entretanto, em pacientes com IM crônica, os sintomas podem aparecer somente nas fases tardias da doença e, por vezes, com comprometimento miocárdico irreversível. Além disso, a avaliação da classe funcional (CF) é subjetiva e prejudicada em diversas situações como no sedentarismo, comum no idoso, na autolimitação ao exercício, na obesidade ou na presença de problemas ortopédicos.

O teste cardiopulmonar de exercício (TCPE) avalia a capacidade de exercício de forma mais objetiva, minimizando os aspectos subjetivos da anamnese. No paciente portador de valvopatia, o TCPE poderia avaliar a presença de sintomas, sua capacidade funcional e a repercussão hemodinâmica.

Poucos estudos foram realizados utilizando o TCPE em pacientes com IM e os efeitos da correção valvar mitral, incluindo a preservação da função ventricular esquerda, na capacidade de exercício<sup>5,6</sup>.

## Objetivos

Avaliar a influência da plástica mitral nas variáveis do teste cardiopulmonar de exercício em pacientes com IM crônica, grave, orgânica e não isquêmica.

## Métodos

Foram selecionados pacientes consecutivos, com diagnóstico de IM crônica, grave, não isquêmica e com indicação de correção cirúrgica baseada nas diretrizes da AHA/ACC<sup>1</sup>, acompanhados no ambulatório de pré-operatório da Seção Médica de Valvopatias do Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia, no período de agosto de 2008 a janeiro de 2011.

Foram excluídos pacientes com doença coronariana, valvopatia associada, cirurgia cardíaca prévia, miocardiopatia dilatada não relacionada a IM e doença pulmonar moderada ou grave.

O TCPE foi realizado em esteira ergométrica da marca Inbramed, e o analisador de gases utilizado foi da marca Medical Graphics Corporation® (Minnesota, EUA) modelo Cardio O<sub>2</sub> com medida direta dos gases expirados, utilizando sensores que permitem a análise respiração a respiração (*breath-by-breath*), com plotagem em tempo real, da média de sete expirações. Os pacientes respiravam somente por meio de um adaptador bucal plástico acoplado a pneumotacômetro de diferença de pressão do tipo Pitot, descartável, não valvulado e com 20 ml de espaço morto, tendo sido a cavidade nasal ocluída com grampo.

O protocolo do exercício em esteira rolante foi o de Bruce, modificado de forma a torná-lo do tipo em rampa, com incrementos mais suaves a cada dois minutos. A fase de recuperação foi ativa nos dois primeiros minutos, com velocidade de 2,7 km/h, sem inclinação, e os quatro restantes, com o paciente sentado em cadeira. A intensidade do esforço foi considerada satisfatória, e o exercício classificado como máximo, se a razão de trocas respiratórias (RER) atingisse valores iguais ou superiores a 1,10 associadas a sintomas de esforço máximo, fadiga ou dispneia.

As seguintes variáveis foram obtidas para análise e expressas em formato tabular ou gráfico: consumo de oxigênio (VO<sub>2</sub>) no limiar anaeróbico e pico atingido, pulso de oxigênio (VO<sub>2</sub>/FC), VE/VO<sub>2</sub>, *slope*, razão de trocas respiratórias – RER (VCO<sub>2</sub>/VO<sub>2</sub>) e a inclinação da curva representativa da relação logarítmica entre a ventilação e o consumo de oxigênio (OUES, *Oxygen Uptake Efficiency Slope*).

Inicialmente, todas as variáveis foram sujeitas a uma avaliação exploratória, descritiva e gráfica (*Box-Plot*), com a finalidade de observar o comportamento das medidas e também identificar possíveis erros de digitação e casos *outliers*. Os resultados foram resumidos em média e desvio padrão (DP), mediana e percentis 25 (Per 25) e 75 (Per 75) para variável quantitativa e em frequências, absolutas (n) e relativas (%), para variável qualitativa.

A distribuição das medidas quantitativas também foi avaliada pelo teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov. Quando a distribuição normal não foi rejeitada o teste *t* de Student pareado foi aplicado para a comparação antes e após a cirurgia. Quando a normalidade foi rejeitada ou para medida qualitativa ordinal, o teste não paramétrico de *Wilcoxon* foi utilizado nesta comparação.

A presente investigação foi aprovada pelo Comitê de Ética do Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia, em reunião de 04.01.2008, conforme o parecer nº 3.596. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

## Resultados

Entre agosto de 2008 e janeiro de 2011, 47 pacientes (média das idades de 48,5 e DP = 17,5 anos) e sexo masculino em 30 pacientes (63,8%) foram consecutivamente e prospectivamente avaliados. A etiologia predominante foi a degenerativa (35 pacientes – 74,5%), 34 pacientes (72,3%) estavam em classe funcional I ou II pela NYHA e três pacientes (6,4%) apresentavam FA permanente.

As principais características clínicas pré-operatórias, expressas em frequência (n e %) estão inseridas na tabela 1.

A descrição da técnica cirúrgica realizada nos 47 pacientes do estudo estão sumarizadas na Tabela 2.

Dos 47 pacientes que realizaram a plástica valvar mitral, 33 pacientes (70,2%) evoluíram com refluxo residual ausente, mínimo ou discreto, três pacientes (6,4%) com refluxo residual discreto a moderado, sete pacientes (14,9%) com refluxo residual moderado, dois pacientes (4,3%) com refluxo residual moderado a importante e dois pacientes (4,3%) com refluxo residual importante. Os dois pacientes com IM residual importante não realizaram o TCPE pós-operatório por terem sido reoperados antes e foram excluídos do banco de dados do TCPE. Os demais pacientes com IM residual estão em acompanhamento clínico.

Tabela 1 – Características pré-operatória dos pacientes

	Plástica mitral (n = 47)	%
Sexo masculino	30	63,8
Idade (anos)	48,5 (17,5) 52,0	
Etiologia		
PVM	35	74,5
Reumática	10	21,3
Outras	2	4,2
Classe funcional NYHA		
	2,0 (0,8) 2,0	
I	13	27,7
II	21	44,7
III	12	25,5
IV	1	2,1
ECG		
Fibrilação atrial	3	6,4
Hipertensão	23	48,9
Diabetes	3	6,4
Obesidade	11	23,4
Fumante ativo	4	8,5
Dislipidemia	7	14,9
Medicamentos em uso:		
Diurético	21	44,7
Betabloqueador	17	36,2
IECA	22	46,8
BRA	3	6,4
Amiodarona	2	4,3

PVM: prolapso da valva mitral; NYHA: New York Heart Association; IECA: inibidor da enzima conversora da angiotensina; BRA: bloqueador do receptor da angiotensina 1.

Tabela 2 – Plástica mitral: descrição das técnicas cirúrgicas realizadas nos 47 pacientes do estudo

Técnicas cirúrgicas	N = 47	%
Anuloplastia do anel mitral posterior	47	100,0
Ressecção quadrangular da cúspide posterior	30	63,8
Ressecção parcial da cúspide anterior	6	12,8
Encurtamento de cordas tendíneas da cúspide anterior	5	10,6
Fechamento de fenda da cúspide anterior	2	4,3
Transferência de cordas tendíneas da cúspide posterior para a anterior	2	4,3
Aumento da cúspide posterior com retalho de pericárdio bovino	1	2,1
Neocorda do folheto posterior	1	2,1
Comissurotomia mitral	1	2,1
Cordotomia anterior e posterior	1	2,1

Os estudos ecocardiográficos pré e pós-operatórios foram realizados em média 42,2 (7,8) dias (mediana = 22,5 dias) antes e 218,1 (37,2) dias (mediana = 203,0 dias) após a cirurgia.

Após a cirurgia houve significativas reduções das medidas ecocardiográficas de remodelamento cardíaco, conforme pode ser observado na Tabela 3.

Os TCPE foram realizados em média 31,6 (29,4) dias (mediana = 22,0 dias) antes e 219,1 (38,3) dias (mediana = 201,0 dias) após a cirurgia.

Após a plástica mitral, houve redução significativa do  $VO_2$  pico. A variável  $VE/VCO_2$  slope não apresentou diferença significativa nas médias dos valores pré e pós-operatório e o OUES evoluiu com leve redução após a cirurgia de 1.857 (594) para 1.763 (514),  $p = 0,073$ . O pulso de  $O_2$  após a cirurgia aumentou de 11,1 (3,2) para 11,9 (3,2) mL.bat<sup>-1</sup>,  $p = 0,003$ . A Tabela 4 mostra as comparações pré e pós-operatórias das variáveis analisadas do TCPE e a Figura 1 apresenta os perfis individuais das medidas pré e pós-operatória do  $VO_2$ , pulso de  $O_2$  e OUES.

## Discussão

A IM crônica apresenta patofisiologia complexa e impõe sobrecarga volumétrica ao VE, podendo levar à queda irreversível de sua contratilidade. As condições favoráveis de carga imposta ao VE durante longo período de sua história natural permitem que o paciente se mantenha com poucos sintomas ou assintomático, mesmo na presença de disfunção contrátil do VE<sup>7,8</sup>.

O tratamento definitivo da IM crônica e grave é o cirúrgico e inclui a troca valvar mitral e a plástica mitral. A plástica mitral tem algumas vantagens em relação à troca valvar, incluindo a não obrigatoriedade de terapia anticoagulante em pacientes com ritmo sinusal, preservação da integridade ventrículo-valvar, manutenção da função ventricular esquerda e menor mortalidade no pós-operatório imediato e tardio<sup>9,10</sup>.

As diretrizes atuais<sup>1-3</sup> recomendam a intervenção cirúrgica na IM grave e crônica na presença de sintomas de insuficiência cardíaca ou se houver evidências de disfunção ventricular esquerda, HAP ou aparecimento de fibrilação atrial. Na ausência de sintomas e de marcadores de mau prognóstico o momento ideal de indicação cirúrgica é controverso, mesmo se houver alta probabilidade de plástica mitral com sucesso<sup>4</sup>. Em estudo de Rosenhek e cols.<sup>11</sup>, os pacientes com IM assintomática foram seguidos clinicamente e de forma cautelosa, estratégia conhecida como *watchful waiting*, com bons resultados clínicos até o início dos sintomas ou de evidências de disfunção ventricular esquerda, HAP ou fibrilação atrial.

As diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia<sup>3</sup> recomendam o seguimento clínico do paciente assintomático com boa função sistólica do VE, com reavaliações periódicas a cada seis a 12 meses e monitoramento dos parâmetros ecocardiográficos.

Portanto, a presença de sintomas é um importante marcador de indicação cirúrgica. As limitações e as dificuldades de se quantificar a classe funcional de forma adequada, principalmente no indivíduo sedentário, sugerem a necessidade de uma avaliação mais precisa<sup>12</sup>. O TCPE preenche essa lacuna, pois fornece de forma quantitativa e não invasiva a CF, além de inúmeras variáveis para estratificação prognóstica<sup>13</sup>. Entretanto, o TCPE permanece pouco entendido e subutilizado na prática clínica atual. Isso se deve, em grande parte, aos custos relacionados à captação e análise dos gases expirados e à falta de proficiência de pessoal habilitado na aplicação do teste e interpretação dos resultados.

A avaliação combinada do teste ergométrico convencional e das medidas diretas do consumo de oxigênio ( $VO_2$ ), produção de gás carbônico ( $VCO_2$ ) e da ventilação ( $VE$ ), analisadas individualmente ou associadas em diversas combinações, fornecem uma análise detalhada e integrada das respostas ao exercício envolvendo os sistemas cardiovascular, pulmonar, hematopoiético, muscular e neuropsicológico.

**Tabela 3 – Plástica mitral: comparação das medidas ecocardiográficas pré e pós-operatória de remodelamento cardíaco**

Reparo mitral ECO	PRÉ-OP. Média (DP) Mediana	PÓS-OP. Média (DP) Mediana	p
Volume do átrio Esquerdo, mm <sup>3</sup>	112,7 (32,5) 107,8	68,1 (29,1) 63,5	< 0,001 <sup>tp</sup>
Diâmetro diastólico final do VE, mm	61,8 (4,5) 61,5	52,9 (6,0) 53,0	< 0,001 <sup>w</sup>
Diâmetro sistólico final do VE, mm	38,8 (4,3) 38,0	35,8 (6,6) 35,0	< 0,001 <sup>w</sup>
Volume diastólico final do VE, mL	154,2 (32,4) 152,5	113,7 (46,2) 110,0	< 0,001 <sup>w</sup>
Volume sistólico final do VE, mL	47,7 (18,3) 43,5	45,5 (30,4) 38,0	0,017 <sup>w</sup>
Fração de ejeção, %	69,6 (6,2) 70,0	61,2 (8,7) 62,0	< 0,001 <sup>w</sup>
Pressão sistólica da artéria pulmonar, mm Hg	45,7 (15,1) 41,5	35,0 (11,7) 34,0	< 0,001 <sup>w</sup>

Tp: teste t pareado; W: Wilcoxon.

Tabela 4 – TCPE pré e pós-operatório: comparação dos resultados

Teste cardiopulmonar de exercício	PRÉ-OP. Média (DP) Mediana (per25;per75)	PÓS-OP. Média (DP) Mediana (per25;per75)	p
Tempo de exercício, min.	9,12 (1,9) 9,7 (8,2 ; 10,4)	8,7 (2,0) 8,8 (7,6 ; 10,3)	0,079 <sup>w</sup>
Razão de troca gasosa pico (RER)	1,13 (0,15) 1,16 (1,03 ; 1,24)	1,14 (0,16) 1,16 (1,03 ; 1,28)	0,698 <sup>tp</sup>
VO <sub>2</sub> (LA), mL.min <sup>-1</sup>	1,107 (381) 1,120 (814 ; 1405)	1,060 (309) 1,010 (799 ; 1225)	0,262 <sup>w</sup>
VO <sub>2</sub> pico, mL.min <sup>-1</sup>	1,719 (571) 1,690 (1,263 ; 2110)	1,609 (428) 1,635 (1,257 ; 2014)	0,036 <sup>w</sup>
VO <sub>2</sub> (LA), mL.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup>	15,3 (4,4) 15,1 (12,8 ; 17,1)	14,4 (3,1) 14,0 (11,5 ; 16,7)	0,136 <sup>w</sup>
VO <sub>2</sub> pico, mL.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup>	23,8 (6,7) 23,4 (20,0 ; 27,1)	22,0 (4,9) 21,8 (18,2 ; 25,5)	0,019 <sup>w</sup>
VO <sub>2</sub> (LA) % predito	49,1 (13,2) 49,0 (42,0 ; 57,5)	46,3 (10,0) 45,0 (39,0 ; 51,0)	0,115 <sup>tp</sup>
VO <sub>2</sub> max % predito	75,5 (16,9) 78,6 (62,4 ; 87,0)	70,1 (10,8) 68,8 (63,4 ; 76,9)	0,017 <sup>tp</sup>
Pulso O <sub>2</sub> pico, mL.bat <sup>-1</sup>	11,1 (3,2) 11,0 (9,0 ; 14,0)	11,9 (3,2) 11,0 (9,5 ; 14,0)	0,003 <sup>w</sup>
VE/VCO <sub>2</sub> slope	35,34 (9,11) 33,36 (29,04 ; 38,98)	34,43 (4,61) 33,96 (30,66 ; 37,58)	0,906 <sup>w</sup>
OUES	1857 (594) 1814 (1386 ; 2370)	1763 (514) 1650 (1357 ; 2070)	0,073 <sup>w</sup>
OUES % predito	78,6 (15,5) 76,8 (68,6;89,5)	74,7 (14,6) 74,2(65,6;80,8)	0,108 <sup>tp</sup>

VO<sub>2</sub>: consumo de oxigênio; LA: limiar anaeróbico; VE/VCO<sub>2</sub> slope: inclinação do equivalente de ventilação do CO<sub>2</sub>; OUES: Oxygen Uptake Efficiency Slope; tp: teste t pareado; W: Wilcoxon.

Poucos trabalhos têm avaliado a capacidade de exercício após a cirurgia cardíaca, particularmente no paciente portador de doença valvar<sup>14-16</sup>. Em estudo de Le Tourneau e cols.<sup>5</sup> o TCPE, a angiografia por radionuclídeo e amostras de sangue para avaliação do estado neuro-hormonal foram obtidos antes e um ano (216 ± 80 dias) após a cirurgia em 40 pacientes com IM não isquêmica (24 pacientes submetidos ao reparo com sucesso e 16 pacientes a troca valvar). Apesar da melhora da classe funcional avaliada pela NYHA, a performance de exercício não se modificou após a correção cirúrgica da IM (VO<sub>2</sub> pico de 19,3 ± 6,1 mL . kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> para 18,5 ± 5,6 mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> e porcentagem alcançada do VO<sub>2</sub> máx. predito de 79,5 ± 18,2% para 76,8 ± 16,9%) em todos os pacientes, independentemente do tipo de cirurgia realizada. Também não houve diferenças entre os grupos, antes e após a cirurgia, na tolerância máxima ao exercício avaliado pelo pulso de O<sub>2</sub> pico ou pela porcentagem do VO<sub>2</sub> predito, assim como nos pacientes classificados de acordo com a FE pré-operatória (< 60% em 14 pacientes e ≥ 60% em 26 pacientes) com respeito à porcentagem do VO<sub>2</sub> máx. predito pós-operatório (74,2 ± 16,5% versus 77,1 ± 17,7%) ou VO<sub>2</sub> máx. (18,1 ± 6,9 mL.kg<sup>-1</sup> . min.<sup>-1</sup> versus 18,1 ± 4,7 mL.kg<sup>-1</sup>.min.<sup>-1</sup>). Portanto, não houve melhora da tolerância ao exercício após a cirurgia de correção da IM em pacientes não treinados e o autor

considera que esse resultado poderia ser justificado pelo próprio descondição físico induzido pela valvopatia ou pelo curso pós-operatório.

Além disso, no período pós-operatório precoce de uma cirurgia cardíaca, muitos fatores, podem contribuir para uma redução da capacidade de exercício em relação ao nível pré-operatório, dentre eles podemos citar: piora ventilatória (por derrame pleural, atelectasia ou paralisia do nervo frênico), IC congestiva, anemia, mobilidade diminuída das costelas e do esterno, taquicardia sinusal, FA, disfunção ventricular esquerda transitória e fadiga global<sup>17-19</sup>.

O objetivo principal desse estudo foi avaliar os efeitos da plástica valvar mitral nas variáveis do TCPE em pacientes com IM crônica e isolada. Os resultados pré e pós-operatórios das variáveis do TCPE foram comparados, e o TCPE pós-operatório foi realizado após um período de progressivo e significativo remodelamento cardíaco, conforme comprovado pelo estudo ecocardiográfico realizado em média oito meses após a cirurgia valvar.

Como poderia se esperar, o ecocardiograma pós-operatório revelou expressiva redução dos volumes atrial e ventricular esquerdos, além de redução da pressão em artéria pulmonar. A fração de ejeção apresentou redução significativa após a cirurgia, porém mantendo-se dentro da faixa de normalidade

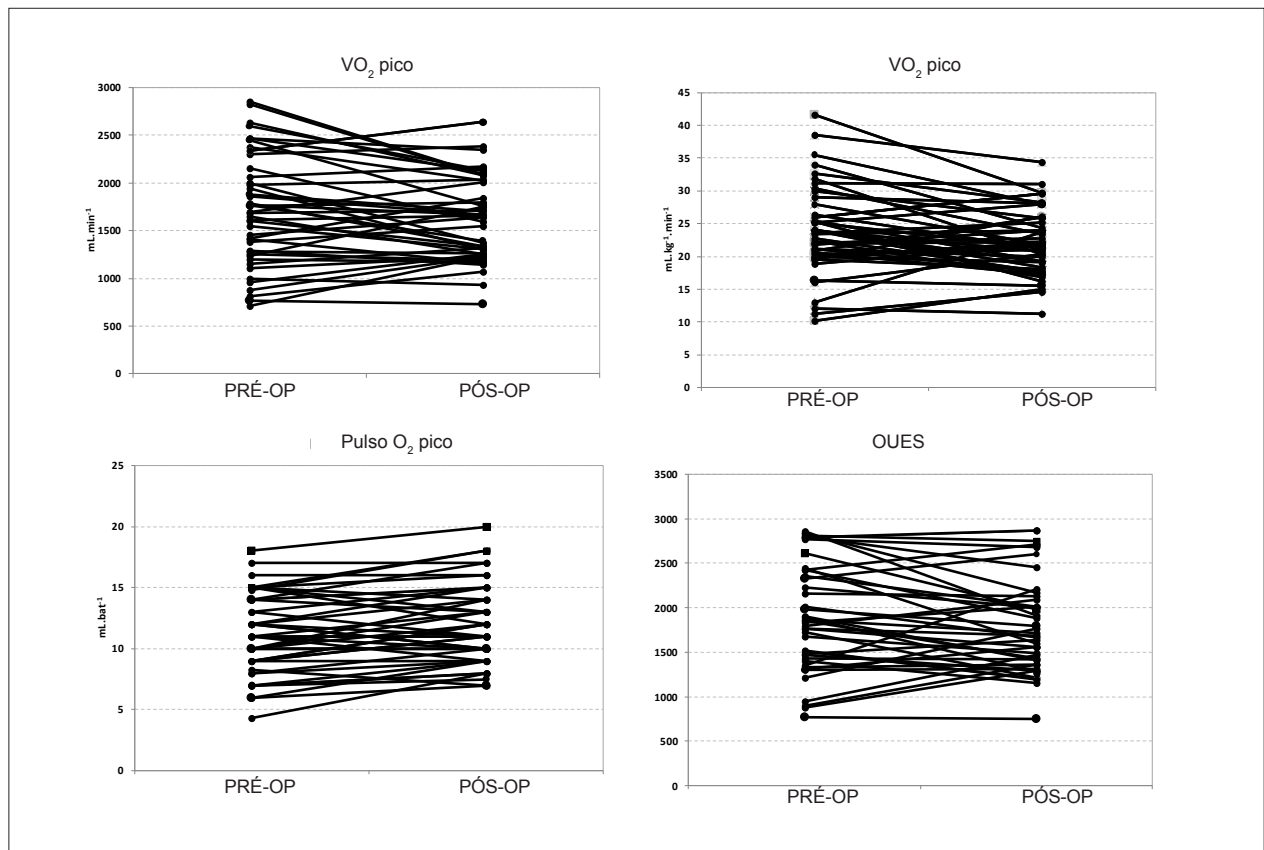


Figura 1 –  $VO_2$ , Pulso  $O_2$  e OUES pré e pós operatórios.

no momento pós-operatório. Essas observações sugerem que os pacientes envolvidos no estudo tiveram sua indicação e intervenção cirúrgica realizada antes do início de disfunção ventricular esquerda irreversível.

Em ambos os momentos pré e pós-operatório a qualidade ou intensidade do esforço foi considerada satisfatória, como demonstrada pela relação de troca gasosa (RER) > 1,10 e, portanto, preenchido os critérios de maximalidade do esforço.

Após a cirurgia o  $VO_2$  pico diminuiu significativamente de  $1719 \pm 571$  para  $1609 \pm 428$  mL.min<sup>-1</sup> ( $p = 0,036$ ) e a porcentagem alcançada do  $VO_2$  máx. predito diminuiu de  $75,5 \pm 16,9\%$  no pré-operatório para  $70,1 \pm 10,8\%$  no pós-operatório ( $p = 0,017$ ).

O  $VO_2$  máx. é uma importante variável do TCPE por ser considerada a métrica que define o limite do sistema cardiopulmonar<sup>13</sup> e representa o nível máximo do metabolismo oxidativo envolvendo grandes grupos musculares<sup>20</sup>. Esta variável, de acordo com a equação de Fick, trata-se do produto do débito cardíaco e da diferença arteriovenosa de oxigênio (Dif. a-v  $O_2$ ). Os principais determinantes do  $VO_2$  máx. são fatores genéticos e a quantidade de musculatura envolvida no exercício, e também depende do sexo, idade e superfície corporal, além do nível de treinamento ou condicionamento físico<sup>17</sup>. O  $VO_2$  máx. é considerado reduzido quando abaixo de 80% do valor predito.

Embora tenha havido variação individual em nosso estudo, o não aumento do  $VO_2$  pico ou a sua porcentagem predita, já foi observado em poucos trabalhos prévios realizados em pacientes com IM submetidos à cirurgia<sup>5,6</sup>. Em estudo de Kim HJ e cols.<sup>6</sup>, com 31 pacientes submetidos à plástica mitral, o TCPE realizado antes e um ano após a cirurgia não mostrou melhora significativa nos valores do  $VO_2$  pico ( $VO_2$  pico pré-operatório de  $23,1 \pm 6,2$  mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> e pós-operatório de  $22,9 \pm 6,4$  mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>,  $p = 0,82$ ). Os autores desse estudo sugerem que o TCPE pode ser útil em determinar o momento da cirurgia e o valor pré-operatório do  $VO_2$  pico de  $18,5$  mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> poderia ser usado como marcador de melhora do grau funcional.

O pulso de  $O_2$  fornece uma estimativa do volume sistólico do VE e reflete a quantidade de  $O_2$  transportada e consumida pelo organismo em cada batimento cardíaco. É considerado um forte preditor de mortalidade em pacientes com doença cardiovascular<sup>21</sup>. Em nosso estudo, o pulso de  $O_2$  pico apresentou um significativo aumento após a cirurgia, de  $11,1 \pm 3,2$  para  $11,9 \pm 3,2$  mL.bat<sup>-1</sup> ( $p = 0,003$ ), sugerindo melhora da performance do ventrículo esquerdo.

A variável VE/ $VCO_2$  slope não apresentou diferença significativa após a cirurgia de plástica mitral, com valor pós-operatório de  $34,43 \pm 4,61$ . Essa relação descreve a eficiência ventilatória durante o esforço, mostrando a quantidade de ar que deve ser ventilada para eliminar 1L de

CO<sub>2</sub> e os valores normais se situam entre 20,00 e 30,00<sup>18</sup>. No estudo de Arena e cols.<sup>22</sup> uma relação VE/VCO<sub>2</sub> slope superior a 34,00 foi um marcador prognóstico desfavorável em pacientes com IC e disfunção ventricular esquerda. Não encontramos na literatura informações sobre o comportamento dessa variável em pacientes com IM submetidos à plástica mitral, porém os resultados de nossa casuística, revelaram valores pós-operatórios próximo do limiar de mau prognóstico.

Após a cirurgia, o OUES diminuiu de 1857 ± 594 (78,6 ± 15,5% do predito) para 1763 ± 514 (74,7 ± 14,6% do predito). Também não encontramos na literatura o comportamento dessa variável após a cirurgia cardíaca em pacientes com IM, entretanto, uma redução do OUES foi observada em pacientes com doença arterial coronariana, submetidos à cirurgia de revascularização miocárdica, quando comparados aos pacientes submetidos à angioplastia transluminal percutânea, assim como houve uma melhora significativa desta variável após treinamento físico<sup>23</sup>. A melhora do OUES também tem sido observada após treinamento físico em pacientes com IC,<sup>24</sup> sugerindo que um determinado VO<sub>2</sub> seja alcançado com um custo ventilatório menor. Estudos prévios sugerem que o OUES é fortemente correlacionado com o VO<sub>2</sub> pico<sup>25,26</sup>.

Em nosso estudo, é provável que a redução do OUES e do VO<sub>2</sub> observado sete meses após a cirurgia tenha ocorrido pelo descondicional físico e falta de treinamento dos pacientes em programas de reabilitação.

Os benefícios dos programas de condicionamento físico após a plástica mitral foram observados em estudo multicêntrico prévio, com aumento significativo do VO<sub>2</sub> pico de 22% e do limiar anaeróbico de 16%, independentemente de idade, sexo, função ventricular esquerda, presença de FA, concentração de hemoglobina ou uso de medicação (betabloqueador ou inibidor da enzima de conversão da angiotensina)<sup>27</sup>.

### Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Togna DJD, Abizaid AAC, Meneghelo RS, Ramos AIO, Meneghelo ZM; Obtenção de dados: Togna DJD, Abizaid AAC, Meneghelo

RS, Le Bihan DCS, Ramos AIO, Nasr SK, Maia FS, Meneghelo ZM; Análise e interpretação dos dados: Togna DJD, Abizaid AAC, Meneghelo RS, Le Bihan DCS, Ramos AIO, Nasr SK, Maia FS, Meneghelo ZM; Análise estatística: Togna DJD; Redação do manuscrito: Togna DJD, Abizaid AAC, Meneghelo RS, Ramos AIO, Meneghelo ZM; Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual: Togna DJD, Abizaid AAC, Meneghelo RS, Le Bihan DCS, Ramos AIO, Meneghelo ZM, Sousa AGM

### Conclusões

Podemos concluir que, neste estudo prospectivo de pacientes com IM crônica submetidos à plástica mitral e que não participaram de programas de reabilitação cardíaca no pós-operatório, não houve melhora da capacidade de exercício avaliada pelo TCPE após sete meses de cirurgia, apesar da expressiva remodelação cardíaca positiva. O pulso de O<sub>2</sub> aumentou após a cirurgia, sugerindo melhora do desempenho sistólico do ventrículo esquerdo.

Os resultados deste estudo reforçam a necessidade dos pacientes realizarem reabilitação física após a cirurgia de plástica mitral. Os programas de condicionamento físico permitiriam uma abordagem mais adequada e completa para os pacientes no seu curso pós-operatório.

### Potencial Conflito de Interesses

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

### Fontes de Financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

### Vinculação Acadêmica

Este artigo é parte de tese de Doutorado de Dorival Julio Della Togna pelo Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia.

### Referências

1. Bonow RO, Carabello BA, Kanu C, de Leon AC Jr, Faxon DP, Freed MD, et al. ACC/AHA 2006 guidelines for the management of patients with valvular heart disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (writing committee to revise the 1998 Guidelines for the Management of Patients With Valvular Heart Disease): developed in collaboration with the Society of Cardiovascular Anesthesiologists: endorsed by the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions and the Society of Thoracic Surgeons. *Circulation*. 2006; 114(5):e84-231.
2. Vahanian A, Alfieri O, Andreotti F, Antunes MJ, Baron-Esquivias C, et al. Guidelines on the management of valvular heart disease (version 2012): The Joint Task Force on the Management of Valvular Heart Disease of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur Heart J*. 2012; 33(19):2451-96
3. Bacelar AC, Lopes AS, Fernandes As, Fernandes JR, Pires LJ, Moraes RC/ sociedade Brasileira de Cardiologia. I Diretriz Brasileira de valvopatias. I Diretriz interamericana de valvopatias/SIAC. *Arq Bras Cardiol*. 2011; 97(5 supl.1):1-67.
4. Griffin BP. Timing of surgical intervention in chronic mitral regurgitation: is vigilance enough? *Circulation*. 2006; 113(18):2169-72.
5. Le Tourneau T, de Groete P, Millaire A, Foucher C, Savoye C, Pigny P, et al. Effect of mitral valve surgery on exercise capacity, ventricular ejection fraction and neurohormonal activation in patients with severe mitral regurgitation. *J Am Coll Cardiol*. 2000; 36(7):2263-9.
6. Kim HJ, Ahn SJ, Park SW, Cho BR, Sung J, Hong SH, et al. Cardiopulmonary exercise testing before and one year after mitral valve repair for severe mitral regurgitation. *Am J Cardiol*. 2004; 93(9):1187-9.

7. Delahaye JP, Gare JP, Viguier E, Delahaye F, De GG, Milon H. Natural history of severe mitral regurgitation. *Eur Heart J*. 1991; 12(Suppl B):5-9.
8. Carabello BA. The pathophysiology of mitral regurgitation. *J Heart Valve Dis*. 2000; 9(5):600-8.
9. Jokinen JJ, Hippelainen MJ, Pitkanen OA, Hartikainen JE. Mitral valve replacement versus repair: propensity-adjusted survival and quality-of-life analysis. *Ann Thorac Surg*. 2007; 84(2):451-8.
10. Enriquez-Sarano M, Schaff HV, Orszulak TA, Tajik AJ, Bailey KR, Frye RL. Valve repair improves the outcome of surgery for mitral regurgitation. A multivariate analysis. *Circulation*. 1995; 91(4):1022-8.
11. Rosenhek R, Rader F, Klaar U, Gabriel H, Krejc M, Kalbeck D, et al. Outcome of watchful waiting in asymptomatic severe mitral regurgitation. *Circulation*. 2006; 113(18):2238-44.
12. Raphael C, Briscoe C, Davies J, Ian Wilhinnett Z, Manisty C, Sutton R, et al. Limitations of the New York Heart Association functional classification system and self-reported walking distances in chronic heart failure. *Heart*. 2007; 93(4):476-82.
13. Balady GJ, Arena R, Sietsema K, Myers J, Coke L, Fletcher GF, et al. Clinician's Guide to cardiopulmonary exercise testing in adults: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2010; 122(2):191-225.
14. Horstkotte D, Niehues R, Schulte HD, Strauer BE. [Exercise capacity after heart valve replacement]. *Z Kardiol*. 1994; 83(Suppl 3):111-20.
15. Nakamura M, Chiba M, Ueshima K, Arakawa N, Yoshida H, Makita S, et al. Effects of mitral and/or aortic valve replacement or repair on endothelium-dependent peripheral vasorelaxation and its relation to improvement in exercise capacity. *Am J Cardiol*. 1996; 77(1):98-102.
16. ul Haque ME, Sasaki S, Kuroda H, Ishiguro S, Ogino K, Kobayashi, et al. Hemodynamic changes during dynamic exercise in patients after mitral valve replacement for chronic mitral regurgitation. *Indian Heart J*. 1992; 44(6):379-85.
17. Mezzani A, Agostoni P, Cohen-Solal A, Curra U, Jegier A, Kouidi E, et al. Standards for the use of cardiopulmonary exercise testing for the functional evaluation of cardiac patients: a report from the Exercise Physiology Section of the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2009; 16(3):249-67.
18. Sellier P, Chatellier G, D'Agrosa-Boiteux MC, Douard H, Dubois C, Goeppfert PC, et al. Use of non-invasive cardiac investigations to predict clinical endpoints after coronary bypass graft surgery in coronary artery disease patients: results from the prognosis and evaluation of risk in the coronary operated patient (PERISCOP) study. *Eur Heart J*. 2003; 24(10):916-26.
19. Weissman C. Pulmonary function after cardiac and thoracic surgery. *Anesth Analg*. 1999; 88(6):1272-9.
20. Piepoli MF, Corra U, Agostoni PG, Belardinelli R, Cohen-Solal A, Hambrecht R, et al. Statement on cardiopulmonary exercise testing in chronic heart failure due to left ventricular dysfunction: recommendations for performance and interpretation. Part I: definition of cardiopulmonary exercise testing parameters for appropriate use in chronic heart failure. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2006; 13(2):150-64.
21. Oliveira RB, Myers J, Araujo CG, Abella J, Mandic S, Froelicher V. Maximal exercise oxygen pulse as a predictor of mortality among male veterans referred for exercise testing. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2009; 16(3):358-64.
22. Arena R, Myers J, Abella J, Peberd MA, Bensimhon D, Chase P, et al. The ventilatory classification system effectively predicts hospitalization in patients with heart failure. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2008; 28(3):195-8.
23. Defoor J, Schepers D, Reybrouck T, Fagard R, Vanhees L. Oxygen uptake efficiency slope in coronary artery disease: clinical use and response to training. *Int J Sports Med*. 2006; 27(9):730-7.
24. Van Laethem C, Van De Veire, Bager G, Bihija S, Seghers T, Cambier D, et al. Response of the oxygen uptake efficiency slope to exercise training in patients with chronic heart failure. *Eur J Heart Fail*. 2007; 9(6-7):625-9.
25. Hollenberg M, Tager IB. Oxygen uptake efficiency slope: an index of exercise performance and cardiopulmonary reserve requiring only submaximal exercise. *J Am Coll Cardiol*. 2000; 36(1):194-201.
26. Pogliaghi S, Dussin E, Tarperi C, Cevese A, Schena F. Calculation of oxygen uptake efficiency slope based on heart rate reserve end-points in healthy elderly subjects. *Eur J Appl Physiol*. 2007; 101(6):691-6.
27. Meurin P, Iliou MC, Bem DA, Pierre B, Corone S, Cristofini P, et al. Early exercise training after mitral valve repair: a multicentric prospective French study. *Chest*. 2005; 128(3):1638-44.