

## Estudo do Padrão Respiratório e Movimento Toracoabdominal em Valvopatia Mitral

*Study of Breathing Pattern and Thoracoabdominal Movement in Mitral Valve Disease*

Satiko Shimada Franco, Paula Nubiato Bardi, Max Grinberg, Maria Ignêz Zanetti Feltrim

Instituto do Coração (InCor) do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HC-FMUSP), São Paulo, SP - Brasil

### Resumo

**Fundamento:** pacientes com valvopatia mitral podem evoluir com congestão pulmonar, que aumenta o trabalho dos músculos respiratórios; essa sobrecarga pode alterar o padrão respiratório com predomínio do deslocamento torácico ou presença de movimentos paradoxais.

**Objetivo:** a) estudar o padrão respiratório e movimento toracoabdominal (MTA) em pacientes com doença mitral b) estudar o efeito do posicionamento nos parâmetros respiratórios c) correlacionar hipertensão pulmonar com presença de incoordenação do MTA.

**Métodos:** o padrão respiratório e o MTA de pacientes com doença mitral foram avaliados por pletismografia respiratória por indutância, nas posições dorsal e sentada, durante dois minutos de respiração tranquila. Analisou-se volume corrente (Vc) e tempos respiratórios e as variáveis do MTA.

**Resultados:** de 65 pacientes incluídos, 10 foram retirados, 29 participaram do grupo estenose mitral e 26 do grupo insuficiência mitral. O Vc, a ventilação pulmonar e o fluxo inspiratório médio aumentaram significativamente na posição sentada, sem diferenças entre os grupos. O MTA manteve-se coordenado entre os grupos e as posições; no entanto, cinco pacientes na posição dorsal apresentaram incoordenação (três no grupo estenose mitral; dois no grupo insuficiência mitral) com correlação significativa com valores de pressão de artéria pulmonar ( $r = 0,992$ ,  $p = 0,007$ ).

**Conclusão:** o padrão respiratório e o MTA não apresentam diferenças entre pacientes com estenose ou insuficiência mitral. A posição sentada aumenta o Vc sem alterar os tempos respiratórios. A presença de incoordenação toracoabdominal na posição dorsal esteve associada à hipertensão pulmonar. (Arq Bras Cardiol 2012;99(5):1049-1055)

**Palavras-chave:** Estenose da valva mitral; insuficiência da valva mitral; hipertensão pulmonar; insuficiência respiratória.

### Abstract

**Background:** patients with mitral valve disease can progress to having pulmonary congestion, which increases the work the respiratory muscles. This overload can change the breathing pattern with a predominance of rib cage displacement or presence of paradoxical movements.

**Objective:** a) to study the breathing pattern and thoracoabdominal movement of patients with mitral valve disease; b) to study the effect of body position on breathing parameters; and c) to correlate pulmonary hypertension with lack of coordination of thoracoabdominal movement.

**Methods:** the breathing pattern and thoracoabdominal movement of patients with mitral valve disease were assessed using respiratory inductive plethysmography during quiet breathing in the dorsal decubitus and sitting positions for two minutes. The variables assessed were tidal volume, breathing time and thoracoabdominal movement.

**Results:** of the 65 patients selected, 10 were excluded, 29 were in the mitral stenosis group and 26 in the mitral regurgitation group. Tidal volume, pulmonary ventilation and mean inspiratory flow significantly increased in the sitting position, with no difference between the groups. The thoracoabdominal movement remained coordinated in all groups and positions; except for five patients in the dorsal decubitus position, who lacked coordination (three in the mitral stenosis group; two in the mitral regurgitation group). A significant correlation with pulmonary artery pressure values was observed ( $r = 0.992$ ;  $p = 0.007$ ).

**Conclusion:** No difference in breathing pattern or thoracoabdominal movement was found between patients with mitral stenosis and regurgitation. The sitting position increased tidal volume without altering breathing times. The lack of coordination of the thoracoabdominal movement in the dorsal decubitus position was associated with pulmonary hypertension. (Arq Bras Cardiol 2012;99(5):1049-1055)

**Keywords:** Mitral valve stenosis; mitral valve regurgitation; hypertension pulmonary; respiratory insufficiency.

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

Correspondência: Maria Ignêz Zanetti Feltrim •

Av. Dr. Enéas de Carvalho Aguiar, 44, 2º andar, Cerqueira César. CEP 05403-000, São Paulo, SP - Brasil

E-mail: mi.feltrim@incor.usp.br, mi.feltrim@yahoo.com.br

Artigo recebido em 07/02/12; revisado em 07/02/12; aceito em 24/08/12.

### Introdução

A estenose mitral (EMi) é a valvopatia que provoca gradiente de pressão entre o átrio e o ventrículo esquerdos, levando ao aumento da pressão atrial e à congestão pulmonar. Sua gravidade pode ser avaliada pela área valvar (AV), pelo gradiente transvalvar de pressão (GT) (médio) e pela pressão sistólica da artéria pulmonar (PSAP), parâmetros que são obtidos com ecocardiografia e Doppler<sup>1</sup>.

Por outro lado, na insuficiência mitral (IMi) ocorre incompetência valvar provocando fluxo sanguíneo regurgitante. A acentuação da sobrecarga volumétrica leva à deterioração dos mecanismos compensatórios e menor complacência do átrio esquerdo (AE) e o aparecimento da hipertensão pulmonar<sup>2</sup>, sintomas de dispnéia ou fadiga<sup>1</sup>.

Assim, o comprometimento da valva mitral pode induzir disfunções ventilatórias em decorrência de anormalidades na circulação pulmonar. Essas disfunções se caracterizam por obstrução de pequenas vias aéreas, diminuição da capacidade de difusão, da complacência dinâmica pulmonar e aumento da ventilação para zonas apicais dos pulmões<sup>3</sup>.

O padrão respiratório (PR) e o movimento toracoabdominal (MTA) também são fatores relevantes para a compreensão e avaliação do comprometimento pulmonar. Sabe-se que indivíduos saudáveis respiram predominantemente com o abdômen na posição dorsal e com o tórax na posição ereta<sup>4</sup>. Essas diferenças na contribuição toracoabdominal refletem o predomínio da ação do músculo diafragma na posição dorsal e do recrutamento da musculatura torácica em posição ereta, em consequência dos efeitos da gravidade na mecânica respiratória<sup>4,5</sup>.

No estudo de Kawagoe e cols.<sup>3</sup>, 62% dos pacientes com EMi apresentaram padrões respiratórios anormais, os quais foram associados à maior gravidade da doença valvar. Esses autores também mostraram a presença de hiperperfusão para zona superior pulmonar nesses pacientes, sugerindo que o PR pode refletir as alterações na distribuição regional da ventilação e da perfusão. No entanto, não conhecemos registro desse comportamento em pacientes com doença valvar, sobretudo com IMi com indicação cirúrgica.

Este estudo se propôs a analisar o PR e o MTA em pacientes com EMi e IMi com o objetivo de verificar: a) diferenças de comportamentos decorrentes da lesão valvar de base; b) o efeito da postura nos parâmetros analisados; e c) correlacionar hipertensão pulmonar com presença de incoordenação do MTA.

### Métodos

O estudo foi realizado no Instituto do Coração (InCor) do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HC-FMUSP). Todos os indivíduos tinham o diagnóstico de disfunção da valva mitral (estenose ou insuficiência), com indicação cirúrgica sem comprometimento moderado ou grave de outras valvas avaliadas pelo ecocardiograma transtorácico. O protocolo foi aprovado pela Comissão de Ética para Análise de Projetos e Pesquisa do HC-FMUSP sob nº 1179/06. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Foram incluídos pacientes de ambos os sexos, com idade entre 18 e 70 anos, com classe funcional (CF) III e IV segundo a classificação de New York Heart Association, que, sob tratamento clínico, mantinham-se com estabilidade hemodinâmica e conforto respiratório ao repouso. Os pacientes foram divididos em dois grupos: grupo de Estenose Mitral (GEMi) constituído por pacientes com  $AV \leq 1,5 \text{ cm}^2$  e grupo de Insuficiência Mitral (GIMi) constituído por pacientes com IMi não isquêmica.

Do prontuário institucional coletaram-se dados pessoais, clínicos e medidas ecocardiográficas de AV, gradiente transvalvar (GT), PSAP, fração de ejeção de ventrículo esquerdo (FE%).

O PR e o MTA foram registrados por meio do sistema de pletismografia respiratória por indutância, *Respirace*® (*Noninvasive Monitoring Systems*). O sistema é composto por duas faixas com transdutores, oscilador, calibrador e registrador. As faixas adequadas para cada paciente foram colocadas nas regiões torácica e abdominal e conectadas ao aparelho (Figuras 1 e 2). A calibração seguiu protocolo estabelecido. Os pacientes foram orientados a respirar tranquilamente em cada posição. Após a estabilização dos ciclos respiratórios, as curvas correspondentes aos deslocamentos abdominal, torácico e a integrada de ambas (soma) foram registradas por dois minutos na posição dorsal (Figura 3). A seguir, com o paciente na posição sentada, pés apoiados a 90º no solo e encostado confortavelmente, procedeu-se ao registro dos ciclos respiratórios por outros dois minutos (Figura 4).

Os registros das curvas torácica, abdominal e soma foram digitalizados em sistema de informática especialmente desenvolvido para esse fim, obtendo-se as variáveis de volume corrente (Vc) em mililitros; tempo total do ciclo respiratório (TTOT) em segundos; tempo inspiratório (TI) e tempo expiratório (TE) em segundos; fluxo inspiratório médio (Vc/TI) em mililitros por segundo; tempo efetivo da respiração (TI/TTOT), frequência respiratória (f) em ciclos por minuto e volume minuto (VE) em litros por minuto. Obteve-se também, as curvas dos deslocamentos dos compartimentos abdominal e torácico, para cálculo das relações percentuais de volume abdominal (%Abd) e volume torácico (%Tx) sobre o Vc. Analisou-se, também, a razão da amplitude compartimental máxima pelo volume corrente (MCA/Vc), a qual reflete a coordenação dos movimentos torácico e abdominal e é calculada pela equação  $(V_{Abd} + V_{Tx})/Vc$ . A movimentação toracoabdominal sincrônica é considerada quando essa razão é de 1,0, podendo variar até 1,10.

Os resultados estão apresentados em média e desvio-padrão. Os dados de PR e MTA, a influência do grupo (EMi e IMi), posição (dorsal e sentada) e a interação entre grupos e posições foram analisadas pelo teste ANOVA de dupla entrada para medidas repetidas em um dos fatores. Para análise de correlação utilizou-se o teste de Pearson para dados com distribuição normal. O cálculo da amostra baseou-se no Vc; para uma diferença significativa de 15% do Vc entre os grupos, com desvio-padrão de 40, nível de significância de 5% e teste com poder de 80%, o tamanho amostral foi estimado em 22 casos por grupo. Supondo uma perda de 10% dos casos foi delineado um total de, no mínimo, 50 casos.



Fig. 1 – Faixas torácica e abdominal na posição decúbito dorsal

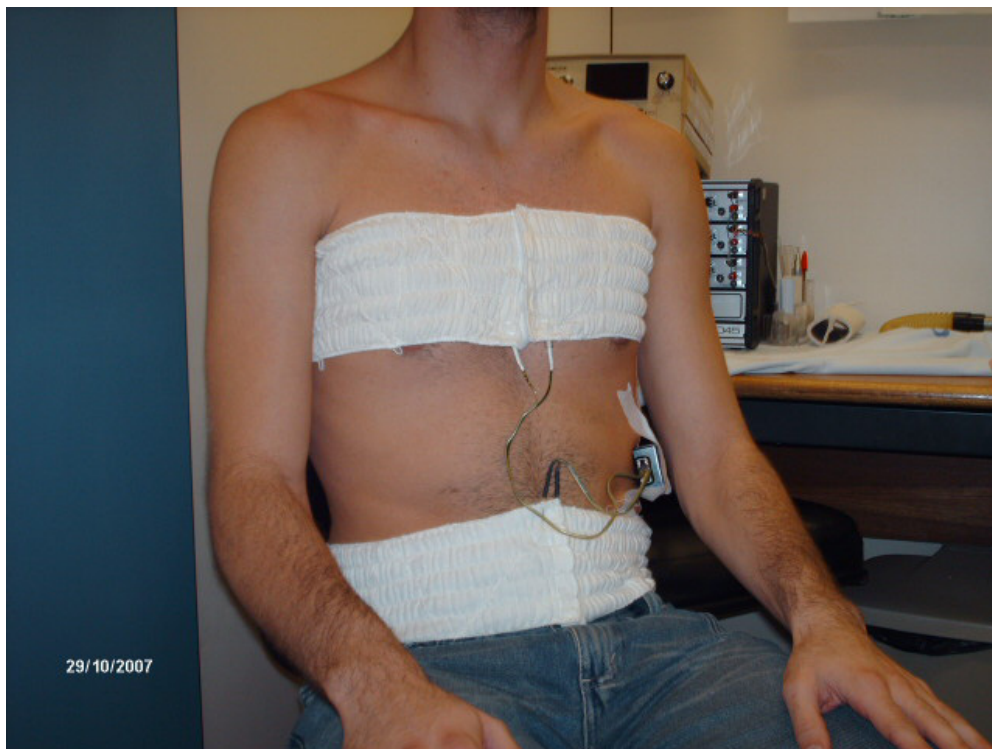


Fig. 2 – Faixas torácica e abdominal na posição sentada

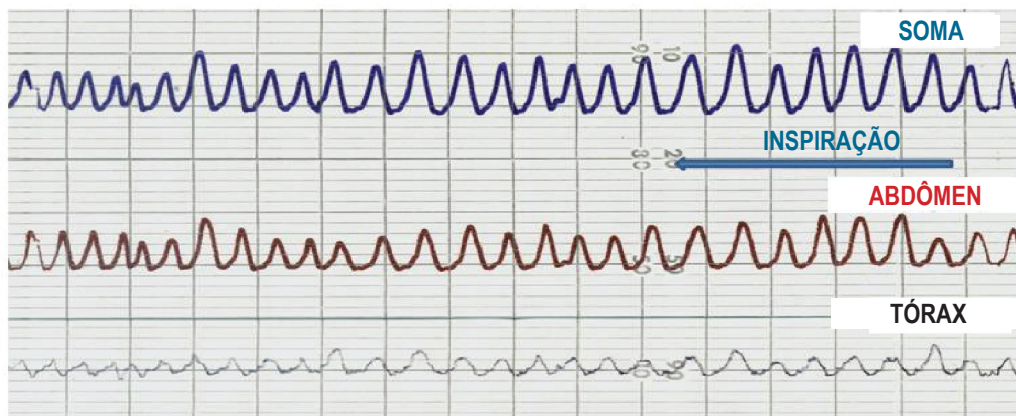


Fig. 3 – Registro dos traçados da soma, abdômen e tórax pelo pletismógrafo durante respiração tranquila em decúbito dorsal

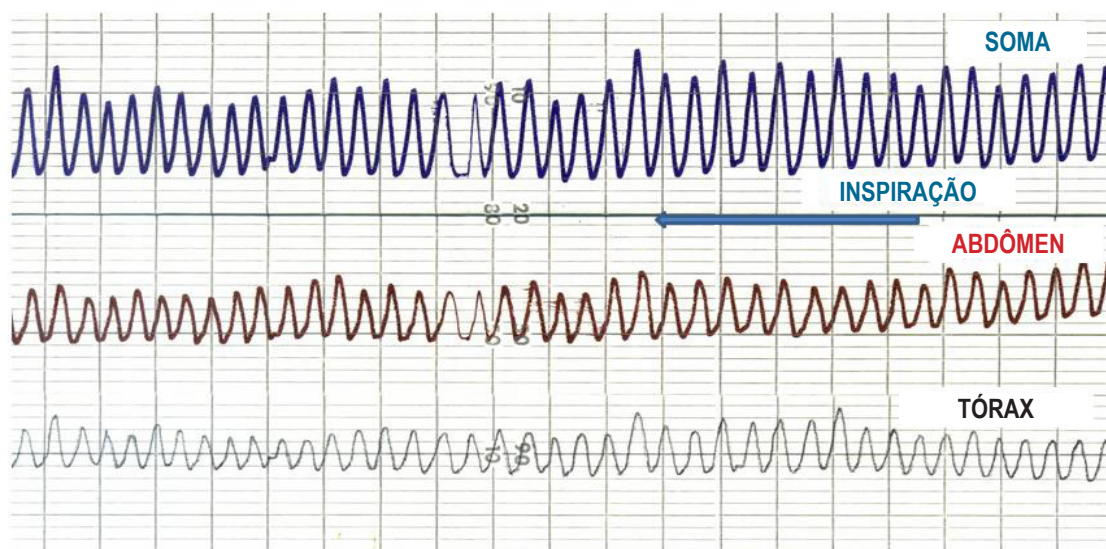


Fig. 4 – Registro dos traçados da soma, abdômen e tórax pelo pletismógrafo durante respiração tranquila na posição sentada

## Resultados

Foram avaliados 65 pacientes, sendo 10 excluídos. Os motivos da exclusão foram: presença de ritmo respiratório Cheyne-Stokes ( $n = 2$ ); tontura e desconforto durante o protocolo ( $n = 1$ ); falha na calibração do pletismógrafo ( $n = 7$ ). Dos 55 indivíduos que concluíram o estudo, 29 (8 homens e 21 mulheres) eram do GEMi e 26 (8 homens e 18 mulheres) do GIMi.

Os dados antropométricos e ecocardiográficos estão demonstrados na Tabela 1, para cada grupo de doença valvar. Os valores médios de FE e a PSAP não diferiram estatisticamente entre os grupos. A área valvar foi significativamente menor no GEMi, com o correspondente GT acentuadamente maior.

A tabela 2 apresenta os valores correspondentes às variáveis do PR e da MTA durante a respiração tranquila, nas posições dorsal e sentada. O  $V_c$ , a ventilação pulmonar e o fluxo inspiratório médio aumentaram significativamente quando os pacientes adotaram a postura sentada, sem diferenças estatisticamente significantes entre os grupos. Os tempos respiratórios não se alteraram com a mudança corporal e com o tipo de disfunção valvar.

O deslocamento abdominal foi predominante em ambos os grupos e em ambas as posições, porém com diminuição significativa desse movimento na posição sentada. Inversamente, o componente torácico aumentou significativamente sua participação na geração do  $V_c$  na posição sentada.

Tabela 2 – Valores das variáveis referentes ao padrão respiratório e configuração toracoabdominal

	GEMi		GIMi		p (intragrupos)	p (intergrupos)
	Dorsal	Sentada	Dorsal	Sentada		
Vc (ml)	362 ± 150	425 ± 207	400 ± 169	518 ± 249	0,001	0,236
f (ipm)	16 ± 3,6	17,5 ± 4,3	16,6 ± 4,5	17,3 ± 4,5	0,104	0,961
VE (L)	5,8 ± 2,5	7 ± 3,2	6,4 ± 2,7	8,7 ± 5	0,04	0,979
Ti (s)	1,5 ± 0,3	1,4 ± 0,4	1,5 ± 0,4	1,5 ± 0,4	0,920	0,791
TE (s)	2,4 ± 0,7	2,2 ± 0,6	2,4 ± 0,6	2,3 ± 0,7	0,916	0,649
TTOT (s)	3,9 ± 0,8	3,6 ± 0,9	3,8 ± 0,9	3,7 ± 1	0,227	0,979
Vc/Ti	254 ± 104	309 ± 178	280 ± 120	349 ± 163	0,006	0,309
Ti/TTOT	0,4 ± 0,07	0,4 ± 0,05	0,4 ± 0,06	0,4 ± 0,04	0,100	0,958
% Abd	63 ± 22	51 ± 18	72 ± 17	53 ± 18	<0,001	0,169
% Tx	40 ± 21	50 ± 18	27 ± 16	46 ± 17	<0,001	0,548
MCA/Vc	1,03 ± 0,07	1,04 ± 0,12	1,05 ± 0,06	1,06 ± 0,07	0,341	0,235

GEMi: grupo estenose mitral; GIMi: grupo insuficiência mitral; Vc: Volume corrente; f: frequência respiratória; VE: volume minuto; Ti: tempo inspiratório; TE: tempo expiratório; TTOT: tempo total do ciclo respiratório; Vc/Ti: fluxo inspiratório médio; Ti/TTOT: tempo efetivo da respiração; % Abd: percentual do volume abdominal no volume corrente; % Tx: percentual do volume torácico no volume corrente; MCA/Vc: amplitude compartimental máxima sobre volume corrente; ml: mililitros; ipm: incursões respiratórias por minuto; L: litros; e s: segundos.

Tabela 1 – Características dos grupos de Estenose (GEMi) e Insuficiência (GIMi)

	GEMi (n = 29)	GIMi (n = 26)	p
Sexo (F/M)	21/8	18/8	
Idade (anos)	46,3 ± 10,4	43,6 ± 13	0,406
Peso (quilos)	63 ± 15,7	62,8 ± 13,2	0,940
Altura (m)	1,6 ± 0,08	1,62 ± 0,1	0,151
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	24,8 ± 4,9	23,7 ± 3,8	0,346
Área Valvar (cm <sup>2</sup> )	0,97 ± 0,22	1,55 ± 0,6	<0,001
Gradiente transvalvar (mmHg)	11,6 ± 5,4	6,2 ± 3,7	0,006
FE (%)	61,6 ± 12	60 ± 10	0,592
PSAP (mmHg)	48,6 ± 19	50 ± 14,8	0,308

GEMi: grupo estenose mitral; GIMi: grupo insuficiência mitral; F: feminino; M: masculino; IMC: índice de massa corpórea; FE: fração de ejeção; PSAP: pressão sistólica de artéria pulmonar.

Os valores médios da razão MCA/Vc, parâmetro de coordenação do MTA, mantiveram-se entre 1,0 e 1,10 sem alterações significantes entre os grupos e entre as posições. No entanto, 10 pacientes (cinco do GEMi e cinco GIMi) apresentaram movimentos respiratórios incoordenados com MCA/Vc acima de 1,10: três casos (GEMi) somente na posição dorsal; cinco casos somente na posição sentada (dois GEMi; três GIMi); dois casos em ambas as posições (GIMi). Na análise estatística, observamos que os casos com incoordenação na posição dorsal (n = 5) apresentaram correlação significativa com os valores de PSAP (r = 0,992, p = 0,007), conforme mostra a Tabela 3. Aqueles pacientes com incoordenação na posição sentada não atingiram valores de significância estatística (r = 0,319, p = 0,537).

## Discussão

Em nossa amostra, prevaleceu o gênero feminino (70%), com média de idade de 45 anos. É nessa população que a estenose mitral tem maior incidência em uma relação de 2:1 quanto ao gênero masculino<sup>2</sup>.

As restrições significativas provocadas pela EMI na classe funcional ocorrem por volta da quarta década de vida, o que, em geral, é determinante para a indicação cirúrgica<sup>6</sup>. O ecocardiograma transtorácico é exame *gold standard* para o diagnóstico de valvopatias com dados anatômicos e funcionais em tempo real e de forma não invasiva<sup>1</sup>. Valores de PSAP, medida pelo ECO, acima de 30 mmHg é indicativo de hipertensão pulmonar.

Tabela 3 – Correlação entre coordenação toracoabdominal e pressão de artéria pulmonar

MCA/Vc	Coordenados em dorsal		Incoordenados em dorsal	
	r	p	r	p
PSAP	-0,217	0,195	0,992	0,007

MCA/Vc: amplitude compartmental máxima sobre volume corrente; PSAP: pressão sistólica de artéria pulmonar.

Pacientes com EMI podem apresentar maior perfusão nas zonas superiores dos pulmões em virtude da elevação sustentada da pressão venosa pulmonar com consequente edema nas porções dependentes. Esse processo pode aumentar a resistência vascular nas zonas pulmonares inferiores. O ingurgitamento vascular e o edema em bases pulmonares reduzem a complacência e aumentam a resistência das vias aéreas, o que diminui a ventilação e causa hipoxemia, com vasoconstrição dessas regiões<sup>7,8</sup>.

Para Kawagoe e cols.<sup>3</sup>, o PR anormal pode ocorrer em indivíduos com estenose mitral em virtude do baixo rendimento cardíaco, um dos grandes responsáveis pela fadiga dos músculos respiratórios. Em seu estudo de 37 pacientes com estenose mitral, em ortostatismo, 23 apresentaram MTA anormal (74% com predomínio torácico e 26% com movimento paradoxal). Naqueles com padrão paradoxal, havia valores maiores de PSAP e menores de AV. Para esses autores o comprometimentoestenótico mitral foi o responsável por aumentar a circulação às regiões apicais dos pulmões e a elevação da relação V/Q (sigla não especificada) foi determinante para o maior acionamento da musculatura torácica.

No presente estudo, pacientes com EMI e IMI apresentaram semelhanças de comportamento referente ao PR e MTA. O tipo de disfunção valvar não influenciou esse comportamento, que foi alterado somente pela variação da posição corporal: a posição sentada provocou aumento acentuado no Vc, ventilação pulmonar e fluxo inspiratório médio, enquanto os tempos respiratórios permaneceram inalterados, independentemente da posição e da disfunção valvar. Nossos dados apresentam comportamento semelhante aos padrões de pessoas saudáveis. Feltrim<sup>5</sup> estudou, com o mesmo método, o PR e o MTA de 40 jovens saudáveis e verificou que a mudança de dorsal para sentada provocava aumento dos componentes de volume e fluxo inspiratório, sem alterar os tempos respiratórios.

O deslocamento abdominal foi predominante em ambos os grupos e em ambas as posições, com diminuição na posição sentada, inversamente ao componente torácico. O PR e o MTA se alteram com a mudança corporal: em dorsal há predomínio do compartimento abdominal enquanto na posição sentada prevalece o deslocamento torácico<sup>4</sup>. Isso ocorre pela maior complacência abdominal na posição dorsal; o diafragma encontra-se mais alongado, e suas fibras se contraem com maior eficiência, o que favorece sua maior excursão. Na posição ereta, por conta da ação da gravidade, o diafragma se rebaixa, aumenta o diâmetro vertical e favorece o acionamento dos músculos intercostais<sup>5</sup>.

Dos 55 pacientes da nossa amostra, 25 do GEMI e 19 do GIMI apresentaram PSAP acima de 30 mmHg. Esse dado mostra que a maioria de nossos pacientes tinham hipertensão

pulmonar, porém o seu PR se assemelhou aos encontrados em indivíduos saudáveis<sup>4,5</sup>.

O tipo de doença valvar não interferiu no PR. O momento da indicação cirúrgica e o controle clínico podem estar contribuindo para que a hipertensão pulmonar, nesses pacientes, ainda não seja capaz de alterar significativamente o padrão de perfusão pulmonar que levaria ao predomínio do componente torácico.

Nossos pacientes apresentaram médias de MCA/Vc, parâmetro de coordenação toracabdominal, dentro da normalidade sem diferenças significativas entre os grupos. O MTA esteve coordenado na maioria dos casos, porém oito indivíduos apresentaram incoordenação em alguma das posições (dorsal ou sentado) e, dois em ambas as posições. Aqueles que apresentaram incoordenação em dorsal tiveram forte associação com hipertensão pulmonar (9% da amostra).

Pela limitação do número desses pacientes e pelas variáveis estudadas, não pudemos estabelecer uma relação que identificasse características clínicas ou fisiopatológicas desses pacientes. É possível supor que, nesses indivíduos, a posição dorsal contribuiu para o aumento acentuado do fluxo sanguíneo pulmonar nas regiões dependentes, com fechamento de vias aéreas e redução da capacidade residual funcional; nessa situação, o aumento do trabalho dos músculos respiratórios favoreceu o aparecimento da incoordenação toracoabdominal.

A escassez de publicação sobre o tema nesta população limita a ampliação da discussão para identificação de possíveis parâmetros clínicos que pudessem associar à mudança do PR.

## Conclusão

Os pacientes com estenose e insuficiência mitral não apresentam diferenças quanto ao PR e MTA. A posição sentada aumenta os volumes pulmonares sem alterar os tempos respiratórios. Uma pequena parcela de valvopatas apresentam incoordenação toracoabdominal associada à hipertensão pulmonar.

### 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

Não há vinculação deste estudo a programas de pós-graduação.

## Referências

1. Santos AA, Moisés VA. Peculiaridades fisiopatológicas das valvopatias mitrais: implicações clínicas e terapêuticas. *Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo*. 2008;18(4):314-8.
2. Bonow RO, Carabello BA, Kanu C, de Leon AC Jr, Faxon DP, Freed MD, et al.; American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines; Society of Cardiovascular Anesthesiologists; Society for Cardiovascular Angiography and Interventions; Society of Thoracic Surgeons. 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.
3. Kawagoe Y, Konno K, Kanero N, Tanaka T, Yoshino K, Kimata S, et al. Abnormal breathing patterns in patients with mitral stenosis: a possible compensatory role. *Tohoku J Exp Med*. 1988;156 Suppl:159-70.
4. Tobin MJ, Chadha TS, Jenouri G, Birch SJ, Gazeroglu HB, Sackner MA. Breathing patterns. 1. Normal subjects. *Chest*. 1983;84(2):202-5.
5. Feltrim MIZ. Estudo do padrão respiratório e da configuração tóraco-abdominal em indivíduos normais, nas posições sentada, dorsal e laterais, com uso de plestimografia respiratória por indutância [dissertação]. São Paulo: Escola Paulista de Medicina; 1994.
6. Grinberg M, Sampaio RO. Doença valvar. São Paulo: Manole; 2006.
7. Dollery MB, West JB. Regional uptake of radioactive oxygen, carbon monoxide and carbon dioxide in the lungs of patients with mitral stenosis. *Circ Res*. 1960;8:765-71.
8. Dawson A, Kaneko K, McGregor M. Regional lung function in patients with mitral stenosis studied with xenon-133 during air and oxygen breathing. *J Clin Invest*. 1965;44(6):999-1008.