



Revista Brasileira de Fisioterapia

ISSN: 1413-3555

rbfisio@ufscar.br

Associação Brasileira de Pesquisa e Pós-  
Graduação em Fisioterapia  
Brasil

Costa, D; Forti, EMP; Barbalho-Moulim, MC; Rasera-Junior, I  
Estudo dos volumes pulmonares e da mobilidade toracoabdominal de portadoras de obesidade  
mórbida, submetidas à cirurgia bariátrica, tratadas com duas diferentes técnicas de fisioterapia  
Revista Brasileira de Fisioterapia, vol. 13, núm. 4, julho-agosto, 2009, pp. 294-300  
Associação Brasileira de Pesquisa e Pós-Graduação em Fisioterapia  
São Carlos, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=235016470007>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica  
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

# Estudo dos volumes pulmonares e da mobilidade toracoabdominal de portadoras de obesidade mórbida, submetidas à cirurgia bariátrica, tratadas com duas diferentes técnicas de fisioterapia

Study on pulmonary volumes and thoracoabdominal mobility in morbidly obese women undergoing bariatric surgery, treated with two different physical therapy methods

Costa D<sup>1,2</sup>, Forti EMP<sup>3</sup>, Barbalho-Moulim MC<sup>2</sup>, Rasera-Junior I<sup>4</sup>

## Resumo

**Objetivo:** Comparar os efeitos da fisioterapia respiratória convencional (FRC) e FRC associada à estimulação diafragmática elétrica transcutânea (EDET) nos volumes pulmonares e mobilidade toracoabdominal em pacientes submetidas à cirurgia bariátrica. **Métodos:** Este estudo prospectivo randomizado avaliou 44 mulheres candidatas a cirurgia bariátrica com 37,4±8,1 anos, índice de massa corpórea de 47,4±6,1 Kg/m<sup>2</sup>, no pré-operatório, 15º e 30º dias pós-operatório em relação às medidas do volume de reserva inspiratório (VRI), volume de reserva expiratório (VRE), e capacidade inspiratória (CI) e da mobilidade toracoabdominal por meio da espirometria e da cirtometria, respectivamente. A FRC consistiu de exercícios respiratórios diafragmáticos, inspirações profundas, fracionadas e exercícios respiratórios associados à movimentação dos membros superiores. Foi realizada uma série de 10 repetições cada exercício, duas vezes ao dia, durante a internação. Para a EDET, foram posicionados 2 eletrodos na região paraesternal ao lado do processo xifoide e outros 2, entre o 6º e 7º espaços intercostais, nas linhas axilares anteriores bilateralmente. O teste de Friedman foi utilizado para comparação de amostras repetidas intragrupos e o de Mann-Whitney para a comparação intergrupos. Um valor de p<0,05 foi considerado estatisticamente significativo. **Resultados:** No grupo FRC+EDET, as medidas de VRI e VRE e mobilidade toracoabdominal apresentaram aumento significativo. Por outro lado, a CI evidenciou declínio significativo tanto no grupo FRC como no grupo FRC+EDET. **Conclusões:** As obesas submetidas à cirurgia bariátrica que receberam FRC+EDET no pós-operatório apresentaram maior ganho de valores dos volumes pulmonares e melhora na amplitude de movimentos respiratórios.

**Palavras-chave:** fisioterapia; estimulação elétrica; cirurgia bariátrica; obesidade mórbida; cirtometria; espirometria.

## Abstract

**Objective:** To compare the effects of conventional respiratory physical therapy (CRP) and CRP associated with transcutaneous electrical diaphragmatic stimulation (TEDS) on the pulmonary volumes and the thoracoabdominal mobility of patients undergoing bariatric surgery. **Methods:** This randomized prospective study evaluated 44 female candidates for bariatric surgery (age 37.4±8.1 years; body mass index 47.4±6.1 kg/m<sup>2</sup>), before surgery and 15 and 30 days after surgery. The candidates were evaluated with regard to measurements of inspiratory reserve volume (IRV), expiratory reserve volume (ERV), inspiratory capacity (IC) and thoracoabdominal mobility, by means of spirometry and cirtometry, respectively. CRP consisted of diaphragmatic respiratory exercises, deep fractionated inspiration and respiratory exercises associated with upper limb movement. One set of 10 repetitions of each exercise was carried out twice daily while hospitalized. For TEDS, two electrodes were placed on the parasternal region, next to the xiphoid process, and another two between the sixth and seventh intercostal spaces, bilaterally on the anterior axillary lines. Friedman's test was used to compare repeated measures within groups, and the Mann-Whitney test for comparisons between groups. P values <0.05 were taken to be statistically significant. **Results:** The IRV, ERV and thoracoabdominal mobility measurements increased significantly in the CRP+TEDS group. In contrast, the IC measurements decreased significantly both in the CRP and in the CRP+TEDS groups. **Conclusion:** The obese women who underwent bariatric surgery and received postoperative CRP+TEDS presented greater gains in some of the pulmonary volumes and improvements in the amplitude of respiratory movements.

**Key words:** physical therapy, electrical stimulation, bariatric surgery, morbid obesity, cirtometry, spirometry.

**Recebido:** 22/06/2008 – **Revisado:** 26/11/2008 – **Aceito:** 10/03/2009

<sup>1</sup> Departamento de Fisioterapia, Universidade Nove de Julho (UNINOVE), São Paulo (SP), Brasil

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos (SP), Brasil

<sup>3</sup> Curso de Fisioterapia, Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP), Piracicaba (SP), Brasil

<sup>4</sup> Médico, Cirurgião Gastroenterologista

**Correspondência para:** Eli Maria Pazzianotto Forti, UNIMEP, Rodovia do Açúcar, Km 156, CEP 13400-911, Piracicaba (SP), Brasil, e-mail: empforti@unimep.br

## Introdução ::::

No indivíduo portador de obesidade mórbida, o excesso de gordura armazenada na cavidade abdominal exerce efeito mecânico direto sobre a caixa torácica e o músculo diafragma, restringindo a expansibilidade torácica, com consequente redução dos volumes pulmonares<sup>1-3</sup>, mesmo diante do sistema respiratório sem alterações patológicas<sup>4,5</sup>. Essa restrição da parede torácica para expansão na posição sentada em indivíduos obesos é de 70% da resistência total e, na posição supina, ela aumenta para 80% da resistência total do sistema respiratório<sup>6</sup>, o que acarreta sobrecarga muscular para a ventilação, resultando em disfunção da musculatura respiratória<sup>5,7</sup>.

Os procedimentos cirúrgicos abdominais podem afetar a musculatura respiratória por meio de diferentes mecanismos, tais como a dor e a perda da integridade da musculatura abdominal pela incisão e uso de bloqueadores neuromusculares para anestesia que interferem na contratilidade muscular, o que contribui para uma inadequada performance dos músculos respiratórios após a cirurgia<sup>8</sup>.

Há evidências de que a disfunção diafragmática seja o principal fator na etiologia das complicações pulmonares pós-operatórias, sendo que ela parece ter origem na manipulação das vísceras durante o ato cirúrgico, determinando inibição reflexa do nervo frênico e consequente parestesia temporária do músculo diafragma<sup>9</sup>. Esse fato poderá contribuir para a ocorrência de atelectasias e infecções nas bases pulmonares, que muito dependem do movimento do músculo diafragma para ventilação<sup>10-12</sup>, justificando a intervenção fisioterapêutica nesses pacientes.

A estimulação diafragmática elétrica transcutânea (EDET) é um dos recursos disponíveis na fisioterapia respiratória e tem como objetivo prevenir a hipotrofia ou redução da força muscular respiratória e dos volumes pulmonares por meio do desencadeamento de contrações musculares por estímulos elétricos<sup>13</sup>, podendo ser utilizada associada às técnicas convencionais da fisioterapia respiratória<sup>14</sup>, de forma a contribuir para alterações da mobilidade dos movimentos toracoabdominais durante a respiração.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi comparar os efeitos da fisioterapia respiratória convencional (FRC) e FRC associada à EDET nos volumes pulmonares e mobilidade toracoabdominal em pacientes submetidas à cirurgia bariátrica.

## Materiais e métodos ::::

No período de fevereiro de 2006 a abril de 2007, foram estudadas 44 pacientes submetidas à cirurgia bariátrica

que atenderam aos critérios de inclusão neste estudo: mulheres obesas mórbidas, submetidas à derivação gástrica em Y de Roux com anel de contenção por laparotomia, pela mesma equipe cirúrgica, que evoluíram sem complicações, tiveram tempo de duração da cirurgia dentro do esperado, ou seja, em torno de 70 minutos, não fumantes, não praticantes de exercício físico com frequência maior que uma vez por semana, ausência de doença pulmonar aguda ou crônica, capacidade em realizar adequadamente os testes de avaliação protocolares e disponibilidade para participar do estudo. Durante o período pré-operatório, antes da internação hospitalar, as pacientes receberam orientações quanto à realização dos testes e dos tratamentos fisioterapêuticos a serem realizados no pós-operatório. Todas as pacientes incluídas no estudo foram esclarecidas quanto aos objetivos do estudo e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, sendo o protocolo experimental aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Humanos da Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP) sob o protocolo número 08/05.

As 44 voluntárias foram divididas aleatoriamente, por meio de sorteio, em 2 grupos, com 22 cada, sendo que um grupo recebeu FRC, e o outro recebeu FRC+EDET.

As voluntárias foram submetidas a três avaliações, sendo a primeira no pré-operatório, a segunda, 15 dias após a cirurgia e a terceira, 30 dias após a cirurgia. A primeira avaliação constou de história clínica, avaliação da função pulmonar por meio da espirometria e da mobilidade toracoabdominal por meio da cirtometria. Nas demais avaliações, repetiram-se a medida da função pulmonar e da mobilidade toracoabdominal. Essas duas avaliações pós-operatórias só aconteceram após uma quinzena da alta hospitalar, para que os efeitos imediatos da cirurgia, como a dor e a parestesia, não interferissem nas variáveis mecânicas analisadas.

Para a avaliação das medidas dos volumes pulmonares, foi utilizado um espirômetro computadorizado ultrassônico, com sensor de fluxo, Easy One, originário da Suíça, com Winspiro Software interno upgrade, versão 1.04 para a conexão a um computador. Foram realizadas manobras de capacidade vital lenta (CVL), capacidade vital forçada (CVF) e ventilação voluntária máxima (VVM) de acordo com as orientações da *American Thoracic Society*<sup>15</sup> e das diretrizes para teste de função pulmonar<sup>16</sup>.

A mobilidade toracoabdominal foi realizada por meio da cirtometria com a utilização de uma fita métrica convencional em cm, medindo-se as circunferências torácica e abdominal fixando-se o ponto zero da fita métrica na região anterior do tórax, sendo que a outra extremidade da fita, após contornar todo o tórax, foi tracionada pelo avaliador ao final do movimento respiratório no mesmo ponto fixo.

Para minimizar as possíveis interferências dos tecidos moles, abundantes nessas voluntárias, o avaliador mantinha a fita com a mesma pressão para todas as voluntárias e de forma constante durante os movimentos de inspiração máxima e expiração máxima, nos níveis axilar, xifoideano e abdominal, estando as voluntárias na posição ortostática. Essas medidas foram realizadas três vezes em cada nível, computando-se o maior valor obtido da inspiração e o menor da expiração. A diferença absoluta entre esses valores foi considerada a mobilidade torácica ou abdominal para cada um dos níveis, axilar, xifoideano e abdominal<sup>17</sup>.

Para a realização da EDET, foi utilizado o equipamento Phrenix Dualpex com os seguintes parâmetros: largura de pulso de 1,2 m, tempo de subida (rampa) de 0,7 segundo, frequência respiratória de 14 rpm, frequência de pulso de 30 Hz, e a intensidade foi suficiente para promover uma contração palpável do músculo diafragma<sup>13,14</sup>. Foram utilizados 2 pares de eletrodos de carbono, sendo posicionados um par na região paraesternal, ao lado do processo xifoide, e outro par no 6º e 7º espaços intercostais, nas linhas axilares anterior direita e esquerda<sup>18</sup>. Os eletrodos foram fixados à pele previamente limpa com álcool com fita micropore. O tempo de aplicação da EDET foi de 30 minutos cada sessão. Para a execução da técnica, as voluntárias ficaram em decúbito dorsal, com a cabeceira elevada a 30º, com os joelhos semiflexionados, pés apoiados, braços ao longo do corpo e com a cabeça sobre travesseiro.

A FRC consistiu em exercícios respiratórios diafragmáticos, exercícios de inspirações profundas, inspirações fracionadas em 2 e 3 tempos e exercícios respiratórios

associados ao movimento de flexão do ombro com extensão dos membros superiores. Para cada exercício proposto, foi realizada uma série de 10 repetições. Foram realizados também exercícios para a prevenção da trombose venosa profunda e deambulação.

As sessões de FRC e FRC+EDET foram aplicadas do primeiro ao terceiro dia do pós-operatório, nos períodos da manhã e da tarde, totalizando 5 sessões. Todas as voluntárias avaliadas permaneceram quatro dias no hospital e receberam tratamento fisioterapêutico até a alta hospitalar.

Para a análise estatística, foi utilizado o aplicativo "GraphPad InStat for Windows, versão 3.05", sendo que inicialmente foi aplicado o teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov; em seguida, aplicou-se o teste não paramétrico de Friedman para comparação de amostras repetidas intragrupos e o de Mann-Whitney para a comparação intergrupos, ambos com nível de significância de  $p < 0,05$ .

Para a realização do cálculo amostral, foi utilizado o aplicativo "GraphPad StatMate, versão 1.01i", levando-se em consideração a variável circunferência axilar por ser um parâmetro confiável para a determinação da mobilidade toracoabdominal. O nível de confiança foi de 95% e *power* de 95% para o total de 44 indivíduos.

Para a comparação das características antropométricas das voluntárias e da idade entre os grupos, nos três momentos de avaliação, foi utilizado o teste *t* de *student*.

## Resultados ::::

Como não houve perda amostral, as 44 voluntárias estudadas apresentavam idade de  $37,4 \pm 8,1$  anos, altura de  $1,6 \pm 0,1$  m, peso inicial de  $121,9 \pm 16,9$  Kg, IMC de  $47,4 \pm 6,1$  Kg/m<sup>2</sup>.

As características que compuseram o perfil da amostra estudada não apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para as variáveis antropométricas, ou seja, peso, altura e IMC, assim como para a idade das voluntárias, quando comparados os três momentos da avaliação tanto para o grupo FRC como para o grupo FRC+EDET, indicando distribuição homogênea nos grupos conforme descrito na Tabela 1.

Nenhuma das voluntárias apresentou alterações nos testes de função pulmonar no período pré-operatório, descartando-se assim doença pulmonar de padrão restritivo ou obstrutivo.

Como não foi constatado nenhum tipo de alteração nos volumes e fluxos pulmonares, exceto nos compartimentos que compõem a capacidade vital (CV), somente essas: volume de reserva inspiratório (VRI), volume de reserva expiratório (VRE) e volume corrente, por intermédio da capacidade inspiratória (CI), dentre as variáveis espirométricas, compuseram objetos desta análise neste estudo.

**Tabela 1.** Características antropométricas e idade das pacientes estudadas nos grupos FRC e FRC+EDET, no pré-operatório, no 15º e 30º dias do pós-operatório.

	FRC	FRC+EDET
Nº de pacientes	22	22
Idade (anos)	$37,6 \pm 7,3$	$37,2 \pm 9,0$
Altura (m)	$1,6 \pm 0,1$	$1,6 \pm 0,1$
<b>Pré-operatório</b>		
Peso (Kg)	$122,5 \pm 18,3$	$121,3 \pm 15,9$
Peso ideal (kg)	$58,5 \pm 3,3$	$58,0 \pm 3,5$
IMC inicial (kg/m <sup>2</sup> )	$47,4 \pm 6,6$	$47,5 \pm 5,8$
IMC ideal (kg/m <sup>2</sup> )	$22,7 \pm 0,5$	$22,7 \pm 0,6$
<b>15º Pós-operatório</b>		
IMC 15 dias (kg/m <sup>2</sup> )	$43,9 \pm 6,2$	$43,9 \pm 5,5$
Peso 15 dias (kg)	$113,5 \pm 17,3$	$112,1 \pm 15,1$
<b>30º Pós-operatório</b>		
Peso 30 dias (Kg)	$111,3 \pm 16,8$	$109,7 \pm 15,6$
IMC 30 dias (kg/m <sup>2</sup> )	$43,1 \pm 5,9$	$42,9 \pm 5,7$

Não houve diferença estatisticamente significativa para nenhuma das variáveis ( $p < 0,05$ ); FRC=fisioterapia respiratória convencional; FRC+EDET=FRC associada à estimulação diafragmática elétrica transcutânea; IMC=índice de massa corporal.

Pôde-se constatar, no grupo FRC+EDET, aumentos significativos quando analisados os valores de VRI, da primeira para a segunda avaliação ( $p<0,05$ ) e no VRE, da primeira para a terceira avaliação ( $p<0,05$ ) enquanto que, no grupo FRC, não foram constatadas diferenças significativas tanto para os valores de VRI como para os valores de VRE, conforme mostra a Tabela 2.

Na CI foram constatadas diminuições significativas ( $p<0,05$ ) para os valores da primeira para a terceira avaliação no grupo FRC, e da primeira para a segunda e da primeira para a terceira avaliação no grupo FRC+EDET, caracterizando queda nos valores da CI no pós-operatório de cirurgia bariátrica nos dois grupos (Tabela 2).

Em relação à mobilidade toracoabdominal, pode-se constatar que, no grupo FRC, após 15 e 30 dias da cirurgia bariátrica, não foram encontradas diferenças significativas ( $p<0,05$ ) em nenhuma das avaliações, porém, no grupo FRC+EDET, as diferenças foram significativas entre as avaliações nos três níveis, ou seja, região axilar, xifoideana e abdominal, evidenciando aumento significativo da mobilidade toracoabdominal nas voluntárias após a cirurgia bariátrica conforme mostra a Tabela 3.

## Discussão

De acordo com a literatura, os indivíduos obesos apresentam diminuição do VRE e da CRF, sobretudo quando permanecem na posição vertical, sendo que o volume corrente pode diminuir de acordo com a capacidade de oclusão das vias aéreas, determinando alterações da ventilação e perfusão ou mesmo áreas de *shunt* pulmonar, com hipoxemia subsequente<sup>19</sup>. Nesse sentido, provavelmente a aplicação da EDET em nossas voluntárias pode ter prevenido a redução do VRI e do VRE no pós-operatório, pois essa técnica promove um incremento da contração do músculo diafragma que, associada à descompressão do abdome no pós-operatório de cirurgia bariátrica pela perda do excesso de gordura pode ter sido decisiva para tal prevenção, chegando até a causar aumento de alguns volumes.

Sendo assim, e com base nos resultados deste estudo, pode-se atribuir o aumento do VRI e VRE em nossas voluntárias à fisioterapia respiratória, em especial ao tratamento FRC+EDET. Embora não tenha sido possível avaliar tais variáveis num grupo sem intervenção fisioterapêutica, como um grupo controle, esses resultados podem ser atribuídos à intervenção fisioterapêutica; pois, na maioria das referências da literatura, o pós-operatório leva a redução dessas variáveis<sup>6-8,11</sup>. Essas alterações volumétricas indicam também uma certa correspondência com as alterações da mobilidade torácica e abdominal, constatadas pela cirtometria, embora essa não seja uma forma apropriada para se medirem volumes pulmonares<sup>20</sup>.

A cirtometria, ou perimetria toracoabdominal, que consiste num conjunto de medidas das circunferências do tórax e do abdome, tem a finalidade de avaliar a expansibilidade torácica e pode ser realizada de forma simples e acessível<sup>21</sup>, sendo considerada uma medida válida para a exploração das dimensões e amplitudes dos movimentos torácicos e abdominais<sup>20</sup>. Apesar de pouco referida na literatura, essa técnica de medida tem sido amplamente utilizada na prática clínica fisioterapêutica com o objetivo de avaliar a mobilidade do gradil costal e do abdome durante os movimentos respiratórios<sup>22</sup>.

Quando avaliados os resultados da cirtometria na mobilidade toracoabdominal das voluntárias de ambos os grupos após 15 e 30 dias da cirurgia bariátrica, constatou-se diferença significativa entre os três momentos das avaliações e para os três locais avaliados, ou seja, região axilar, xifoideana e abdominal, evidenciando aumento significativo da mobilidade toracoabdominal no grupo FRC+EDET, enquanto que, no grupo que só realizou FRC, não foram constatadas alterações significativas, exceto uma acentuada tendência ao aumento da amplitude dos movimentos abdominais, da primeira para a 3ª avaliação, após 30 dias da cirurgia.

**Tabela 2.** Média e desvio-padrão e resultado estatístico das variáveis espirométricas: VRI, VRE e CI no pré-operatório, no 15º e 30º dias para os grupos FRC e FRC+EDET.

		Pré-operatório	15 dias	30 dias
VRI (L)	FRC	1,71±0,3	1,73±0,5	1,65±0,4
	FRC+EDET	1,6±0,3	1,92±0,5*	1,76±0,4
VRE (L)	FRC	0,67±0,3	0,72±0,3	0,82±0,4
	FRC+EDET	0,67±0,3	0,81±0,3	0,88±0,4#
CI (L)	FRC	2,4±0,3#	2,34±0,4	2,21±0,5
	FRC+EDET	2,59±0,5*#	2,32±0,4	2,41±0,4

\*diferença significativa da primeira para a segunda avaliação ( $p<0,05$ ); # diferença significativa da primeira para a terceira avaliação ( $p<0,05$ ). VRI=volume de reserva inspiratório; VRE=volume de reserva expiratório; CI=capacidade inspiratória; FRC=fisioterapia respiratória convencional; FRC+EDET=FRC associada à estimulação diafragmática elétrica transcutânea.

**Tabela 3.** Médias, desvios-padrão e resultados estatísticos dos valores da diferença da cirtometria axilar, xifoideana e abdominal no grupo fisioterapia respiratória convencional (FRC) e no grupo fisioterapia respiratória convencional associada à EDET (FRC+EDET), nas três avaliações.

Cirtometria Toracoabdominal	(cm)	Pré	15 dias	30 dias
FRC	Axilar	8,4±2,1	7,9±2,0	8,8±1,6
	Xifoideana	4,9±2,0	5,8±1,8	6,2±1,5
	Abdominal	1,2±4,9	3,7±1,8	3,9±3,1
FRC+EDET	Axilar	6,1±1,7	7,5±2,0*	7,8±2,0#
	Xifoideana	4,0±1,7	5,1±2,3	6,5±1,6#
	Abdominal	0,72±4,1	1,8±3,9	4,0±3,1#

\*diferença significativa da primeira para a segunda avaliação ( $p<0,05$ ); # diferença significativa da primeira para a terceira avaliação ( $p<0,05$ ).



A constatação da tendência do aumento da mobilidade torácica nos dois grupos, porém de forma significativa somente no FRC+EDET, pode ter ocorrido devido a uma melhora da mobilidade da caixa torácica, que pode ser também atribuída a fisioterapia respiratória no pós-operatório de cirurgia bariátrica. Esse resultado evidencia a importância dessas técnicas fisioterapêuticas como elemento fundamental para a contração da musculatura respiratória, especialmente do músculo diafragma e músculos da parede abdominal, estimulados pela EDET.

Em relação aos valores de normalidade da cirtometria ou da mobilidade toracoabdominal, não há consenso na literatura, especialmente para indivíduos obesos mórbidos. De acordo com Jamami<sup>17</sup>, apesar da importância da mobilidade toracoabdominal para a boa mecânica dos movimentos respiratórios, há que se considerarem sempre os valores relativos, ou seja, as diferenças relacionadas às compleições físicas de cada indivíduo.

Todavia, pode-se observar considerável ganho da mobilidade toracoabdominal nessas voluntárias, especialmente naquelas que compuseram o grupo FRC+EDET. Acredita-se que a fisioterapia respiratória, especialmente com o estímulo elétrico, tenha contribuído para tal.

Um fato que chama a atenção é que a mobilidade abdominal foi a que mais se alterou dentre os três níveis estudados. Segundo Tribastone<sup>23</sup>, a mobilidade toracoabdominal varia de acordo com a anatomia das costelas de indivíduo para indivíduo. Contudo, fisiologicamente, as costelas inferiores são mais oblíquas que as superiores e, quanto maior for o grau de obliquidade, potencialmente maior será o movimento que podem realizar.

Associado a esse aspecto fisiológico, comum em indivíduos com IMC normal, há que se considerar que as voluntárias perderam peso, e isso resultou num decréscimo de gordura abdominal e, de acordo com Sue<sup>24</sup>, o conteúdo abdominal de indivíduos obesos favorece uma compressão na região do tórax e do abdome, provocando uma restrição aos movimentos do gradil costal.

Além das alterações funcionais, pacientes obesos podem apresentar alterações importantes da mecânica ventilatória. Há também um conceito geral de que a complacência respiratória total está diminuída pelo comprometimento torácico e pulmonar, sendo o componente torácico o mais importante, devido à presença de gordura ao redor das costelas e do tórax<sup>19</sup>.

Pelosi et al.<sup>2</sup> investigaram os efeitos do IMC sobre a mecânica ventilatória (complacência e resistência) em um grupo de pacientes obesos anestesiados e constataram que a redução na complacência respiratória relacionada ao aumento do IMC é causada principalmente pelo componente pulmonar, sendo

a complacência da parede torácica apenas fracamente dependente do IMC, contribuindo com mínima variação da complacência pulmonar total.

Ainda em relação à complacência pulmonar, atribui-se ao fato de ela se encontrar diminuída a presença do colapso alveolar frequente em obesos mórbidos, tornando os pulmões mais rígidos e com maior dificuldade à insuflação, promovendo aumento do trabalho respiratório<sup>25</sup>.

Para promover o mesmo percentual de ventilação que pessoas eutróficas, os indivíduos obesos necessitam de maior atividade diafragmática para vencer a elastância pulmonar, o que gera maior necessidade de fluxo sanguíneo para o diafragma. Os músculos dos obesos executam duas vezes mais trabalho que os indivíduos não obesos<sup>4</sup>.

Embora não se tenha como objetivo a avaliação da complacência pulmonar ou torácica, uma vez que não havia instrumentação necessária para isso, atribuiu-se o aumento da mobilidade torácica no grupo FRC+EDET à preservação da musculatura respiratória, o que pode ter promovido uma maior mobilidade do gradil costal à custa de um menor trabalho respiratório em função da perda de peso. Esse aspecto leva a concluir que a EDET tem, portanto, um importante papel na recuperação mecânica dos movimentos torácicos e abdominais de pacientes no pós-operatório de cirurgia bariátrica.

Auler Jr, Giannini e Saragiotto<sup>26</sup>, ao estudarem pacientes obesos mórbidos anestesiados, mostraram que o principal responsável pela diminuição da complacência poderia ser o componente pulmonar, uma vez que a complacência torácica está pouco afetada nos pacientes obesos em comparação com os normais e não apresenta variações durante a laparotomia. Além de baixa complacência ventilatória, os pacientes por eles estudados apresentaram aumento de resistência da via aérea, o que foi determinado principalmente pelo componente pulmonar. Contudo, aceitaram a afirmativa de que a pressão intra-abdominal pode desempenhar um papel importante na diminuição da complacência e aumento da resistência pulmonar.

Esses achados reforçam a teoria do deslocamento cranial do diafragma durante a anestesia, diminuindo a CRF, complacência pulmonar e, conseqüentemente, a complacência total<sup>26</sup>.

Como pode se observar, a literatura tem apresentado, ao longo do tempo, uma grande discrepância sobre tal assunto, de forma que ainda permanecem as controvérsias sobre o tema. Em pacientes acordados, as investigações, algumas vezes usando diferentes métodos, encontraram diminuição da complacência torácica<sup>4,27</sup>. Em contraposição a esses estudos, Suratt et al.<sup>28</sup>, comparando pacientes acordados obesos e não obesos, não encontraram nenhuma correlação entre o IMC e a complacência da parede torácica.

Segundo Nguyen e Wolfe<sup>29</sup>, a diminuição da complacência respiratória no intraoperatório de cirurgias bariátricas abertas se deve a retratores mecânicos rígidos colocados na parede abdominal enquanto que, nas cirurgias bariátricas por video-laparoscopias, a redução da complacência é ainda maior e se deve ao aumento da pressão intra-abdominal.

Neste estudo, não se teve a intenção específica de estudar a complacência na tentativa de buscar respostas quanto ao principal componente que a altera, mas, sim, de entender e avaliar a complacência torácica como a habilidade de alterar a mobilidade do gradil costal durante o ciclo respiratório. Contudo, pôde-se verificar que houve um aumento da mobilidade do gradil costal, ou seja, da expansibilidade torácica, nos três momentos da avaliação e de forma significativa no grupo em que foi intensificada a contração do músculo diafragma por meio de estímulos elétricos, ao mesmo tempo que houve um aumento dos volumes de reserva inspiratório

e expiratório, benéficos à manutenção ou restauração da função pulmonar.

## Conclusões

Com base nestes resultados, pode-se concluir que as obesas que se submeteram à cirurgia bariátrica e receberam a fisioterapia respiratória no pós-operatório, além de não apresentarem redução dos volumes pulmonares, apresentaram importantes alterações dos compartimentos da CV e na dinâmica dos movimentos respiratórios. Esses resultados podem estar relacionados à descompressão natural que o tórax e o abdome receberam com a diminuição do tecido adiposo após a cirurgia bariátrica, como também à melhor dinâmica dos músculos respiratórios, em especial o diafragma, ao receberem o suporte da fisioterapia respiratória convencional e, especialmente, associada à EDET.

## Referências bibliográficas

- Enzi G, Baggio B, Vianello A. Respiratory disturbances in visceral obesity. *Int J Obesity*. 1990;14 Suppl 2:26.
- Pelosi P, Croci M, Ravagnan I, Tredici S, Pedoto A, Lissoni A, et al. The effects of body mass on lung volumes, respiratory mechanics, and gas exchange during general anesthesia. *Anesth Analg*. 1998;87(3):654-60.
- Gibson GJ. Obesity, respiratory function and breathlessness. *Thorax*. 2000;55 Suppl 1:S41-4.
- Naimark A, Cherniack RM. Compliance of the respiratory system and its components in health and obesity. *J Appl Physiol*. 1960;15:377-82.
- Wadström C, Muller-Suur R, Backman L. Influence of excessive weight loss on respiratory function. A study of obese patients following gastroplasty. *Eur J Surg*. 1991;157(5):341-6.
- Weiner P, Waizman J, Weiner M, Rabner M, Magadle R, Zamir D. Influence of excessive weight loss after gastroplasty for morbid obesity on expiratory muscle performance. *Thorax*. 1998;53(1):39-42.
- Eichenberger A, Proietti S, Wicky S, Frascarolo P, Suter M, Sapan DR, et al. Morbid obesity and postoperative pulmonary atelectasis: an underestimated problem. *Anesth Analg*. 2002;95(6):1788-92.
- Siafakas NM, Mistrouska I, Bouros D, Georgopoulos D. Surgery and the respiratory muscles. *Thorax*. 1999;54(5):458-65.
- Lawrence VA, Cornell JE, Smetana GW, American College of Physicians. Strategies to reduce postoperative pulmonary complications after noncardiothoracic surgery: systematic review for the American college of physicians. *Ann Intern Med*. 2006;144(8):596-608.
- Chuter TA, Weissman C, Mathews DM, Starker PM. Diaphragmatic breathing maneuvers movement of the diaphragm after cholecystectomy. *Chest*. 1990;97(5):1110-4.
- Joris JL, Hincque VL, Laurent PE, Desai CJ, Lamy ML. Pulmonary function and pain after gastroplasty performed via laparotomy or laparoscopy in morbidly obese patients. *Br J Anaesth*. 1998;80(3):283-8.
- Nguyen NT, Goldman C, Rosenquist CJ, Arango A, Cole CJ, Lee SJ, et al. Laparoscopic versus open gastric bypass: a randomized study of outcomes, quality of life, and costs. *Ann Surg*. 2001;234(3):279-89.
- Geddes LA, Voorhees WD, Lagler R, Riscili C, Foster K, Bourland JD. Electrically produced artificial ventilation. *Med Instrum*. 1988;22(5):263-71.
- Forti EMP, Pachani GP, Montebelo MIL, Costa D. Eletroestimulação diafragmática transcutânea em indivíduos saudáveis. *Fisioter Bras*. 2005;6(4):261-4.
- Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Series ATS/ERS task force: standardisation of lung function testing. standardisation of spirometry. *Eur Respir J*. 2005;26(2):319-38.
- Pereira CAC. Diretrizes para Testes de Função Pulmonar. *J Pneumol*. 2002;28 Suppl 3:S1-82.
- Jamami M, Pires VA, Oishi J, Costa D. Efeitos da intervenção fisioterápica na reabilitação pulmonar de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). *Rev Fisioter Univ São Paulo*. 1999;6(2):140-53.
- Geddes LA, Voorhees WD, Boulland JD, Riscili CE. Optimum stimulus frequency for contracting the inspiratory muscle with chest-surface electrodes to produce artificial respiration. *Rev Ann Biomed Eng*. 1990;18(1):103-8.

19. Luce JM. Respiratory complications of obesity. *Chest*. 1980;78(4):626-31.
20. Caldeira VS, Starling CCD, Britto RR, Martins JA, Sampaio RF, Parreira VF. Precisão e acurácia da cirtometria em adultos saudáveis. *J Bras Pneumol*. 2007;33(5):519-26.
21. Maciel SS, Paulo MQ, Souza CO, Silva LG, Tavares RR. Efeito broncodilatador do *acanthospermum hispidum* DC, nos doentes pulmonares obstrutivos crônicos (DPOC). *Rev Bras Cienc Saúde*. 1997;1(1/3):23-30.
22. Costa D, Sampaio LMM, Lorenzo VAP, Jamami M, Damaso AR. Avaliação da força muscular respiratória e amplitudes torácicas e abdominais após a RFR em indivíduos obesos. *Rev Latinoam Enferm*. 2003;11(2):156-60.
23. Tribastone F. Tratado de exercícios corretivos aplicados à reeducação motora postural. São Paulo: Manole; 2001.
24. Sue DY. Obesity and pulmonary function: more or less? *Chest*. 1997;111(4):844-5.
25. Charlebois D, Wilmoth D. Critical care of patients with obesity. *Critical Care Nurse* 2004;24(4):19-27.
26. Auler Jr JOC, Giannini CG, Saragiotto DF. Desafios no manuseio peri-operatório de pacientes obesos mórbidos: como prevenir complicações. *Rev Bras Anesthesiol*. 2003;53(2):227-36.
27. Sharp JT, Henry JP, Sweany SK, Meadows WR, Pietras RJ. The total work of breathing in normal and obese men. *J Clin Invest*. 1964;43:728-39.
28. Surat PM, Wilhoit SC, Hsiao HS, Atkinson RL, Rochester DF. Compliance of chest wall in obese subjects. *J Appl Physiol*. 1984;57(2):403-7.
29. Nguyen NT, Wolfe BM. The physiologic effects of pneumoperitoneum in the morbidly obese. *Ann Surg*. 2005;241(2):219-26.