

# PRESSÃO POSITIVA NAS VIAS AÉREAS VERSUS EXERCÍCIOS COM CARGA INSPIRATÓRIA NA FUNÇÃO PULMONAR E NA FUNÇÃO MUSCULAR RESPIRATÓRIA NO PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIA BARIÁTRICA

*Airway positive pressure versus exercises with inspiratory loading on pulmonary function and respiratory muscular function at postoperative bariatric surgery*

Maura Rigoldi Simões da **ROCHA**<sup>1</sup>, Stefane **SOUZA**<sup>1</sup>, Carolina Moraes da **COSTA**<sup>1</sup>, Daniela Faleiros Bertelli **MERINO**<sup>1</sup>, Maria Imaculada de Lima **MONTEBELO**<sup>1</sup>, Irineu **RASERA-JÚNIOR**<sup>2</sup>, Eli Maria **PAZZIANOTTO-FORTI**<sup>1</sup>

**Como citar este artigo:** Rocha MRS, Souza S, Costa CM, Merino DFB, Montebelo MIL, Rasera-Júnior I, Pazzianotto-Forti FM. Pressão positiva nas vias aéreas versus exercícios com carga inspiratória na função pulmonar e na função muscular respiratória no pós-operatório de cirurgia bariátrica. ABCD Arq Bras Cir Dig. 2018;31(2):e1363. DOI: /10.1590/0102-672020180001e1363

Trabalho realizado na <sup>1</sup>Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP) e <sup>2</sup>Clínica Bariátrica de Piracicaba, Piracicaba, SP, Brasil

**RESUMO – Racional:** A cirurgia bariátrica pode desencadear complicações pulmonares no pós-operatório devido a fatores inerentes ao procedimento, sobretudo pela disfunção diafragmática. **Objetivo:** Avaliar e comparar os efeitos da aplicação de dois níveis de pressão positiva e dos exercícios com carga inspiratória na função pulmonar, força muscular inspiratória e resistência muscular respiratória e na prevalência de atelectasia após gastroplastia. **Métodos:** Ensaio clínico, randomizado e cego, com sujeitos submetidos à cirurgia bariátrica, alocados em dois grupos: grupo pressão positiva, que recebeu pressão positiva em dois níveis, durante uma hora e fisioterapia respiratória convencional e grupo carga inspiratória, que realizou exercícios com carga linear pressórica inspiratória, seis séries de 15 repetições, além da fisioterapia respiratória convencional, sendo ambos aplicados duas vezes no pós-operatório imediato e três vezes ao dia no primeiro dia de pós-operatório. Foram realizados espirometria para análise da função pulmonar, pressão inspiratória nasal para força muscular inspiratória e teste incremental de resistência muscular respiratória para pressão inspiratória máxima sustentada, no pré-operatório e no dia da alta hospitalar, no segundo dia de pós-operatório. **Resultados:** Não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) no volume de reserva expiratório e no volume corrente no pré e no pós-operatório quando comparados intra e intergrupo. Não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) na pressão inspiratória nasal e na pressão inspiratória máxima sustentada no grupo carga inspiratória na avaliação intragrupo, mas com diferença significativa ( $p < 0,05$ ) comparada ao grupo pressão positiva. A prevalência de atelectasias foi de 5% em ambos os grupos sem diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre eles. **Conclusão:** Ambos os grupos, associados à fisioterapia respiratória convencional, preservaram o volume de reserva expiratório e o volume corrente e apresentaram baixo índice de atelectasias. O grupo carga inspiratória ainda manteve a força muscular inspiratória e a resistência dos músculos respiratórios.

**DESCRITORES** - Atelectasia. Exercícios respiratórios. Fisioterapia. Gastroplastia. Obesidade

**Correspondência:**  
Eli Maria Pazzianotto-Forti  
Email: empforti@unimep.br

Fonte de financiamento: Fundação de Amparo e Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP (2013/06334-8), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ (445981/2014-8) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)  
Conflito de interesse: não há

Recebido para publicação: 18/01/2018  
Aceito para publicação: 06/03/2018

**HEADINGS** - Atelectasis. Respiratory exercises. Physiotherapy. Gastroplasty. Obesity

**ABSTRACT - Background:** Bariatric surgery can trigger postoperative pulmonary complications due to factors inherent to the procedure, mainly due to diaphragmatic dysfunction. **Aim:** To evaluate and compare the effects of two levels of positive pressure and exercises with inspiratory load on lung function, inspiratory muscle strength and respiratory muscle resistance, and the prevalence of atelectasis after gastroplasty. **Methods:** Clinical, randomized and blind trial, with subjects submitted to bariatric surgery, allocated to two groups: positive pressure group, who received positive pressure at two levels during one hour and conventional respiratory physiotherapy and inspiratory load group, who performed exercises with load linear inspiratory pressure, six sets of 15 repetitions, in addition to conventional respiratory physiotherapy, both of which were applied twice in the immediate postoperative period and three times a day on the first postoperative day. Spirometry was performed for pulmonary function analysis, nasal inspiratory pressure for inspiratory muscle strength and incremental test of respiratory muscle resistance for sustained maximal inspiratory pressure, both preoperatively and on hospital discharge on the second postoperative day. **Results:** There was no significant difference ( $p > 0.05$ ) in the expiratory reserve volume and in the tidal volume in the pre and postoperative periods when compared intra and intergroup. There was no significant difference ( $p > 0.05$ ) in the nasal inspiratory pressure and the maximal inspiratory pressure maintained in the inspiratory load group in the intragroup evaluation, but with a significant difference ( $p < 0.05$ ) compared to the positive pressure group. The prevalence of atelectasis was 5% in both groups with no significant difference ( $p > 0.05$ ) between them. **Conclusion:** Both groups, associated with conventional respiratory physiotherapy, preserved expiratory reserve volume and tidal volume and had a low atelectasis rate. The inspiratory loading group still maintained inspiratory muscle strength and resistance of respiratory muscles.

## INTRODUÇÃO

A cirurgia bariátrica é considerada atualmente o tratamento mais eficaz no controle e tratamento da obesidade mórbida<sup>14</sup>; no entanto, devido aos fatores associados a essa intervenção, como a anestesia, a manipulação das vísceras, a perda da integridade muscular devido à incisão, sobretudo por laparotomia e consequente dor, acarretam em paresia diafragmática<sup>4</sup> e em comportamento pulmonar restritivo<sup>8</sup>, com decréscimo de volumes e capacidades pulmonares e da força muscular respiratória no pós-operatório<sup>24,31</sup>.

Dessa forma, a associação desses fatores contribui para a ocorrência de complicações pulmonares, sendo as principais causas de morbimortalidade, de aumento do tempo de internação e do custo hospitalar<sup>18</sup>.

Nesse sentido, a utilização de diferentes recursos da fisioterapia, incluindo a pressão positiva, que promove restauração da função pulmonar e os equipamentos com carga resistiva inspiratória que também auxiliam na recuperação de fluxos e volumes pulmonares, pelo aumento da força e resistência muscular respiratória<sup>9</sup>, favorece a redução de atelectasia, pneumonia e tempo de internação<sup>17</sup>.

No entanto, devido à aplicação de pressão positiva, especialmente em dois níveis (BIPAP), diminuir a atividade diafragmática através do repouso muscular parcial em pacientes obesos<sup>26</sup>, a hipótese desse estudo foi que a utilização de equipamentos com carga linear pressórica inspiratória, restaurando a força muscular inspiratória mais precocemente, poderia contribuir mais efetivamente na atenuação dos efeitos da disfunção diafragmática presente no pós-operatório de cirurgia bariátrica.

Portanto, o objetivo desse estudo foi avaliar e comparar os efeitos da pressão positiva nas vias aéreas e dos exercícios com carga inspiratória na função pulmonar, na força muscular inspiratória, na resistência muscular respiratória e nas complicações pulmonares em obesas mórbidas no pós-operatório de cirurgia bariátrica.

## MÉTODOS

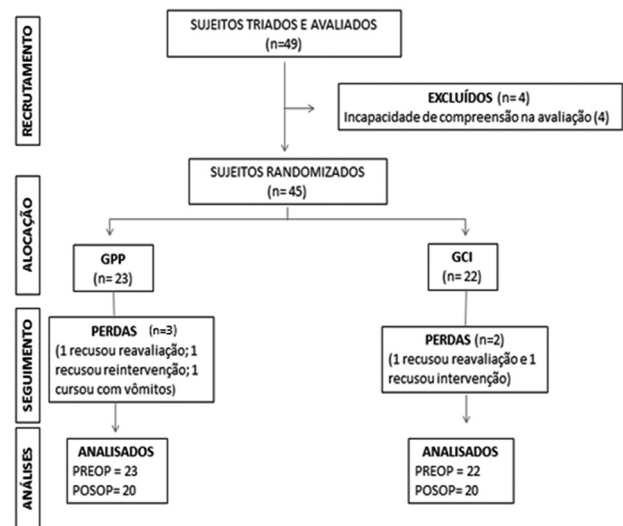
Trata-se de um ensaio clínico prospectivo, randomizado e cego. Esse estudo foi realizado de acordo com a resolução nº466/12 do Conselho Nacional de Saúde e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP) pelo parecer nº89/12, devendo os sujeitos assinar termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) e com número de registro no Clinical Trials: NCT02682771.

Foram incluídas mulheres, pelo maior índice na população estudada e denominadas de voluntárias, com o IMC  $\geq 40$  kg/m<sup>2</sup> e  $< 55$  kg/m<sup>2</sup>, submetidas à derivação gástrica em Y-de-Roux, por laparotomia, idade entre 25-55 anos, com espirometria e radiografia torácica prévias normais, não tabagistas, sem história de doenças pulmonares crônicas, sem síndrome de apneia obstrutiva do sono diagnosticada ou com necessidade de utilização prévia de pressão positiva nas vias aéreas. Os critérios de exclusão foram voluntárias que apresentassem instabilidade hemodinâmica no pós-operatório, com complicações cirúrgicas, que permanecessem mais que três dias no hospital (fora do protocolo da equipe cirúrgica), que se recusassem em participar do estudo até a sua finalização ou incapacidade de compreensão para a realização das avaliações.

Uma vez preenchido os critérios de inclusão, as voluntárias foram submetidas à uma avaliação pré-operatória, considerada de admissão (baseline). Após ela, foi realizada randomização por sorteio em bloco, onde foram alocadas em dois grupos: Grupo Pressão Positiva (GPP), o qual realizou pressão positiva em dois níveis associada à fisioterapia respiratória convencional (FRC) e Grupo Carga Inspiratória (GCI), que executou exercícios com carga inspiratória além da FRC.

Das 49 voluntárias avaliadas, quatro foram excluídas do estudo e das 45 randomizadas, cinco não foram reavaliadas,

sendo assim, integradas no estudo por intenção de tratar, totalizando 40 ao final (Figura 1).



n=número de sujeitos no grupo; GPP=grupo pressão positiva; GCI=grupo carga inspiratória; PREOP=pré-operatório; POSOP=pós-operatório.

FIGURA 1 - Fluxograma da casuística do estudo, de acordo com o CONSORT

### Avaliação

Todas as voluntárias foram avaliadas no pré-operatório e no dia da alta hospitalar, no segundo dia de pós-operatório e os pesquisadores foram cegados de acordo com suas atribuições, no que diz respeito às avaliações, intervenções, tratamento dos dados, assim como emissão dos laudos dos exames radiológicos.

Na avaliação pós-operatória, uma escala visual analógica foi utilizada para classificar a dor<sup>11</sup> a fim de minimizar sua interferência. Se a intensidade de dor referida fosse maior ou igual a 4, analgésicos eram administrados, conforme prescrição médica. A avaliação era iniciada após 30 min se a intensidade da dor fosse menor ou igual a 3.

### Dados antropométricos

A massa corporal e a estatura foram obtidas através de uma balança digital, sendo calculado o índice de massa corporal (IMC) por meio da equação: massa corporal (Kg) / estatura<sup>2</sup> (m).

### Função pulmonar

Para a avaliação dos volumes, fluxos e capacidades pulmonares foi utilizado um espirômetro computadorizado ultrassônico, com sensor de fluxo, (Microquark; Cosmed, Roma, Itália), seguindo as normas preconizadas pela American Thoracic Society<sup>1</sup> e as diretrizes para testes de função pulmonar<sup>25</sup>. Foi solicitada a execução das manobras de capacidade vital lenta (CVL), capacidade vital forçada (CVF) e ventilação voluntária máxima (VVM), sendo computados os maiores valores das variáveis.

### Força muscular inspiratória e pressão inspiratória máxima (P<sub>Imáx</sub>)

Foi realizada com a finalidade de prescrição da carga inspiratória do incentivador inspiratório Powerbreathe K3<sup>®</sup>, por meio do manovacuômetro digital MVD 300<sup>®</sup> (GlobalMed, RS, Brasil), a partir do volume residual (VR)<sup>7</sup>, sendo o esforço sustentado por pelo menos 2 s. Foram solicitados pelo menos cinco esforços de inspiração máximos, tecnicamente aceitáveis e reprodutíveis e com valores próximos entre si ( $\leq 10\%$ ). Para a análise dos dados, foi registrado o valor mais alto<sup>22</sup>.

### Pressão inspiratória nasal (PIN)

Para essa mensuração utilizou-se a técnica do Sniff,

gerada por um pico de pressão nasal a partir da capacidade residual funcional (CRF), através de um plug nasal de silicone conectado a um manovacuômetro digital MVD 300® (GlobalMed, RS, Brasil). Foram solicitadas 10 manobras<sup>21</sup>, com intervalo de 30 s entre cada uma, sendo utilizado como critério de seleção do Sniff aceitável, a geração do maior pico de pressão e uma duração entre 0-5 s<sup>30</sup>. É uma técnica validada, com acurácia e alta correlação com a Plmáx, sendo considerada a sua execução mais fisiológica<sup>27</sup> além de promover maior conforto, benefícios que devem ser considerados em pacientes pós-cirúrgicos<sup>15</sup>.

#### Resistência dos músculos respiratórios e pressão inspiratória máxima sustentada (PlmáxS)

Esse teste foi realizado utilizando o equipamento Powerbreathe K3® (Gaiam Ltd; Southam, Warwickshire, UK), devendo as voluntárias gerar inspirações fortes e profundas seguidas por expirações completas. Ao final da expiração, após a cessação do fluxo, um sinal acústico do dispositivo foi emitido, sinalizando o início de um novo ciclo respiratório<sup>19</sup>. O teste iniciou-se com 30% da Plmáx<sup>2</sup>, sendo acrescido uma carga de 10 cmH<sub>2</sub>O, a cada fase de 30 ciclos respiratórios. Após o término de cada etapa, a voluntária permaneceu em repouso por 1 min para reiniciá-la. O teste foi interrompido quando a pressão predeterminada por três respirações consecutivas não foi alcançada ou se houvesse sintoma de dispneia, sendo considerado o valor PlmáxS a maior carga sustentada por pelo menos 15 respirações.

Esse dispositivo tem como diferencial o ajuste da carga de forma digital e fornece os dados de potência, volume e índice de treinamento (IT), os quais auxiliam na avaliação do comportamento dos músculos respiratórios. Esses dados refletem respectivamente, a energia das inspirações, o padrão respiratório e o trabalho inspiratório gerado<sup>19</sup>.

#### Radiografia de tórax

As radiografias torácicas foram realizadas na incidência posteroanterior, com os sujeitos em posição ortostática, no dia da alta, sendo considerados atelectasias os laudos que mencionavam as palavras "atelectasia", "hipoexpansão pulmonar" ou "hipoexpansão de campo(s) pulmonar (es)", independente da localização e dimensão.

#### Intervenção

##### Grupo pressão positiva

Esse grupo recebeu pressão positiva em dois níveis, de forma não-invasiva, via máscara facial através do equipamento BIPAP Synchrony II - Phillips-Respironics® (Murrysville, Pennsylvania, EUA). A pressão positiva inspiratória (IPAP) foi ajustada inicialmente em 12 cmH<sub>2</sub>O e reajustada conforme tolerância, mantendo frequência respiratória (FR) abaixo de 30 respirações por minuto (rpm) e volume corrente em torno de 8-10 ml/kg. A pressão positiva expiratória nas vias aéreas (EPAP) foi fixada em 8 cmH<sub>2</sub>O, sendo ambos os ajustes determinados a partir das Recomendações Brasileiras de Ventilação Mecânica<sup>5</sup>. As voluntárias permaneceram com o dispositivo por uma hora, logo após o retorno da sala de recuperação anestésica e após 4 h e, no primeiro dia de pós-operatório, três vezes ao dia, com intervalo de 6 h entre as sessões.

##### Grupo carga inspiratória

Esse grupo realizou exercícios com carga inspiratória por meio do equipamento Powerbreathe K3®, sendo aplicado na mesma frequência que o grupo anterior. Foi utilizado como resistência 40% do valor da Plmáx<sup>6</sup> mensurada no pré-operatório. A voluntária foi orientada a inspirar para vencer a resistência do aparelho e posteriormente a realizar expiração normal. Foram efetuadas seis séries com 15 repetições cada, com intervalo de 30-60 s entre as séries.

Ambos os grupos também realizaram FRC, que consistiu em exercícios respiratórios diafragmáticos, inspirações profundas e fracionadas, exercícios respiratórios associados à movimentação dos membros superiores e utilização de inspirometria de incentivo, sendo realizada uma série de 10 repetições cada exercício, além de deambulação<sup>12</sup>.

#### Análise estatística

Os dados foram analisados por meio do software SPSS versão 17.0. Para a normalidade de distribuição dos dados foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk. O teste t de Student ou Mann-Whitney foi aplicado para a comparação das características antropométricas e idade e para análise intergrupos, utilizando os valores das diferenças entre o pré e pós-operatório. Para a análise intragrupos, comparando o pré e pós-operatório, foram utilizados os testes T de Student ou Wilcoxon. O teste exato de Fischer foi realizado para avaliar a prevalência de atelectasias em cada grupo, sendo adotado um nível de significância de 5% para todas as análises.

## RESULTADOS

#### Idade e características antropométricas

A média de idade foi de 38,2±9,40 no GPP e 36,9±5,92 no GCI, e IMC de 46,94±4,54 no GPP e 44,66±4,06 no GCI, não havendo diferença entre os grupos para essas variáveis (p>0,05).

#### Função pulmonar

Houve redução significativa das variáveis, exceto de VRE e VC em ambos os grupos (Tabela 1), mas sem diferença significativa entre os grupos (p>0,05).

**TABELA 1** - Comparação das medidas das variáveis espirométricas em valores absolutos e porcentagens do previsto da manobra de Capacidade Vital Lenta para cada grupo no pré e pós-operatório, expressos em média e desvio-padrão

|             |    | GPP<br>(n=23) |        | GCI<br>(n=22) |        |
|-------------|----|---------------|--------|---------------|--------|
|             |    | Pré           | Pós    | Pré           | Pós    |
| CVL (L)     | M  | 3,06          | 2,44   | 3,14          | 2,62   |
|             | DP | ±0,58         | ±0,38  | ±0,42         | ±0,44  |
| p           |    | 0,005*        |        | <0,001*       |        |
| CVL (%prev) | M  | 94,30         | 75,80  | 94,95         | 79,55  |
|             | DP | ±8,52         | ±8,78  | ±8,24         | ±12,26 |
| p           |    | 0,005*        |        | <0,001*       |        |
| VRE (L)     | M  | 0,50          | 0,45   | 0,55          | 0,45   |
|             | DP | ±0,22         | ±0,24  | ±0,23         | ±0,25  |
| p           |    | 0,2           |        | 0,1           |        |
| VRE (%prev) | M  | 44,00         | 38,75  | 47,75         | 39,40  |
|             | DP | ±16,16        | ±17,34 | ±17,94        | ±21,13 |
| p           |    | 0,1           |        | 0,1           |        |
| VRI (L)     | M  | 1,97          | 1,46   | 2,14          | 1,68   |
|             | DP | ±0,50         | ±0,30  | ±0,31         | ±0,26  |
| p           |    | <0,001*       |        | <0,001*       |        |
| VC (L)      | M  | 0,76          | 0,72   | 0,73          | 0,69   |
|             | DP | ±0,17         | ±0,20  | ±0,14         | ±0,22  |
| p           |    | 0,5           |        | 0,4           |        |

Pré=pré-operatório; Pós=pós-operatório; n=número de sujeitos; GPP=grupo pressão positiva; GCI=grupo carga inspiratória; CVL=capacidade vital lenta; VRE=volume de reserva expiratória; VRI=volume de reserva inspiratória; VC=volume corrente; % prev=porcentagem do previsto; L=litro; M=média; DP=desvio-padrão; \*diferença significativa entre o pré e pós-operatório=p<0,05

Em relação à capacidade vital forçada (CVF) e seus dobramentos, houve diferença significativa (p<0,05) com redução de todos os valores no pós-operatório em ambos os grupos, mas sem diferença significativa entre eles (p>0,05).

Já em relação à ventilação voluntária máxima (VVM), apesar da diferença significativa (p<0,05), caracterizando redução em relação ao pré-operatório, em ambos os grupos, os valores no pós-operatório foram acima de 80% do previsto, ou

seja, mantendo padrão de normalidade (Tabela 2). Não houve diferença significativa entre os grupos ( $p=0,08$ ).

#### Força muscular inspiratória e resistência muscular respiratória

A Tabela 3 demonstra redução significativa de PIN, PImáxS e seus desdobramentos, exceto IT no GPP, havendo manutenção desses valores, exceto volume no GCI.

**TABELA 2** - Valores de VVM para cada grupo no pré e pós-operatório, expressos em valores absolutos e porcentagens do previsto, em média e desvio-padrão

|              |    | GPP<br>(n=23) |        | GCI<br>(n=22) |        |
|--------------|----|---------------|--------|---------------|--------|
|              |    | Pré           | Pós    | Pré           | Pós    |
| VVM (L)      | M  | 108,61        | 84,21  | 107,45        | 92,69  |
|              | DP | ±17,29        | ±11,15 | ±14,83        | ±17,52 |
| p            |    | 0,001         |        |               |        |
| VVM (% prev) | M  | 103,65        | 81,00  | 101,15        | 87,25  |
|              | DP | ±13,24        | ±12,52 | ±12,21        | ±14,89 |
| p            |    | 0,001         |        |               |        |

Pré=pré-operatório; Pós=pós-operatório; n=número de sujeitos; L=litro; GPP=grupo pressão positiva; GCI=grupo carga inspiratória; VVM=ventilação voluntária máxima; % prev=porcentagem do previsto; M=média; DP=desvio-padrão; diferença significativa entre o pré e pós-operatório= $p<0,05$ .

**TABELA 3** - Comparação das medidas de PIN, PImáxS, potência, volume e índice de treinamento para cada grupo no pré e pós-operatório. Valores expressos em média e desvio-padrão.

|                |    | GPP<br>(n=23) |        | GCI<br>(n=22) |        |
|----------------|----|---------------|--------|---------------|--------|
|                |    | Pré           | Pós    | Pré           | Pós    |
| PIN (cmH20)    | M  | 86,80         | 75,75  | 87,15         | 80,55  |
|                | DP | ±16,35        | ±19,80 | ±15,14        | ±19,38 |
| p              |    | 0,018*        |        |               |        |
| PImáxS (cmH20) | M  | 38            | 33,5   | 42            | 38,5   |
|                | DP | ±8,94         | ±5,87  | ±10,56        | ±8,13  |
| p              |    | 0,009*        |        |               |        |
| POTÊNCIA (W)   | M  | 2,99          | 2,33   | 3,11          | 2,65   |
|                | DP | ±1,19         | ±1,05  | ±1,23         | ±1,31  |
| p              |    | 0,03*         |        |               |        |
| VOLUME (L)     | M  | 2,03          | 1,09   | 1,4           | 1,0    |
|                | DP | ±3,31         | ±0,32  | ±0,43         | ±0,26  |
| pvalor         |    | 0,04*         |        |               |        |
| IT (%prev)     | M  | 66,2          | 56,5   | 80,65         | 78,1   |
|                | DP | ±31,4         | ±40,1  | ±18,0         | ±27,51 |
| p              |    | 0,3           |        |               |        |

GPP=grupo pressão positiva; GCI=grupo carga inspiratória; n=número de sujeitos; Pré=pré-operatório; Pós=pós-operatório; PIN=pressão inspiratória nasal; cmH20=centímetros de água; PImáxS=pressão inspiratória máxima sustentada; W=watt; L=litro; IT=índice de treinamento; %prev=porcentagem do previsto; M=média; DP=desvio-padrão; \*diferença significativa entre o pré e pós-operatório= $p<0,05$ .

Comparando esses valores entre os grupos, houve diferença significativa ( $p=0,04$ ) de PIN, demonstrando superioridade do GCI na manutenção desse valor em relação ao GPP.

A prevalência de atelectasias nos respectivos grupos foi de 5% em ambos os grupos não apresentando diferença significativa entre eles ( $p=1$ ).

## DISCUSSÃO

O presente estudo demonstrou manutenção dos valores espirométricos de VRE e VC em ambos os grupos, sendo que o GCI conseguiu ainda, manter a PIN e a PImáxS.

Tais achados são de grande relevância, uma vez que a mecânica pulmonar é alterada no pós-operatório, com aumento do risco de formação de atelectasias<sup>34</sup>.

Uma revisão realizada por Delgado e Lunardi<sup>10</sup>, demonstrou que a alteração respiratória principal e mais frequente no pós-

operatório de cirurgia bariátrica foi a espirométrica, sendo a redução do VC o mais relatado.

Em relação ao VRE, obesos mórbidos apresentam, independente de se submeterem à operação abdominal, redução desse valor quando comparados a indivíduos não obesos<sup>20</sup>, sendo o achado mais frequente nesses indivíduos<sup>28</sup>. Sabe-se que a sua preservação no pós-operatório pode contribuir para diminuir as atelectasias nesse período, como constatado por Baltieri et al.<sup>4</sup> que, ao aplicar pressão positiva em dois níveis, de forma não invasiva, por 1 h logo após o término da cirurgia bariátrica, evidenciou restauração do VRE e redução da prevalência de atelectasias.

Tais benefícios são promovidos com a aplicação de pressão positiva em dois níveis pela combinação de pressão de suporte inspiratória com pressão positiva no final da expiração, permitindo recrutamento das zonas alveolares colapsadas, melhorando, conseqüentemente, a função pulmonar<sup>16</sup>.

Em relação aos dispositivos com carga inspiratória, Westerdahl et al.<sup>33</sup>, propõem que quanto mais potente for a contração muscular, por fortalecimento da musculatura respiratória promovido por eles, maior é o gradiente de pressão transpulmonar gerado, sendo, dessa forma, mobilizado maior volume de ar<sup>29</sup>.

No pós-operatório, além da redução espirométrica, há o decréscimo da PImáx, que reflete a disfunção diafragmática<sup>13</sup>, também observado nesse estudo, pela queda da PIN, identificando a ineficiência muscular promovida pelos fatores inerentes ao procedimento cirúrgico, já descritos anteriormente.

No estudo de Casali et al.<sup>9</sup>, apesar da redução significativa da força muscular respiratória no segundo dia de pós-operatório, o grupo que realizou exercícios com carga inspiratória apresentou retorno dos valores basais de força muscular inspiratória mais precoce que o grupo controle. Ambos os grupos foram acompanhados até o 30º dia pós-operatório, sendo evidenciado ainda perda de 8% na PImáx do grupo controle, enquanto que no grupo que realizou carga muscular inspiratória, houve ganho de 13%. No presente estudo, o GCI conseguiu manter a PIN já no segundo dia de pós-operatório.

Em relação à resistência muscular respiratória, ela reflete a capacidade do músculo em suportar cargas, que podem estar aumentadas em situações que implicam em maiores demandas, como as complicações respiratórias.

O programa de exercício com carga inspiratória utilizado como proposta de intervenção no presente estudo não deve ser entendido como treinamento muscular inspiratório, uma vez que o tempo de realização foi curto, não sendo possível nesse período, mudança do tipo de fibras musculares. No entanto, sugere-se que a preservação da resistência dos músculos respiratórios, evidenciada nesse estudo pela manutenção da PImáxS e valores normais de VVM (% previsto), no GCI, pode contribuir na diminuição da dispneia e tolerância ao exercício, como encontrado por Villiot-Danger et al.<sup>32</sup> e, conseqüentemente, na prevenção de complicações pulmonares.

Para a PImáxS e seus desdobramentos, houve redução significativa no GPP, exceto IT, além do valor normal de VVM (% previsto), o que poderia ser justificado pela melhora da mecânica pulmonar promovida pela pressão positiva, favorecendo melhor performance da musculatura respiratória. Já em relação à manutenção dessas variáveis, exceto volume no GCI, pode-se concluir que os exercícios com carga inspiratória com o PowerBreathe® promoveram manutenção do desempenho muscular, combinando força e velocidade, mas não foram capazes de manter a quantidade de ar inspirado durante o teste incremental.

A baixa prevalência de atelectasias, de 5% para ambos os grupos, decorre, possivelmente, da manutenção do VRE, volume associado à CRF, o que pode ter favorecido a maior estabilização pulmonar. Ressalta-se que todas as atelectasias foram subclínicas, não promovendo nenhum impacto funcional. Tal resultado é relevante, uma vez que segundo Baltieri et

al.<sup>3</sup>, a incidência de atelectasias no pós-operatório de cirurgia bariátrica chega a 37,8%.

Além disso, não foram encontrados outros comprometimentos pulmonares na análise das radiografias torácicas, sendo justificado pelo início precoce e número de sessões realizadas do atendimento fisioterapêutico. Sugere-se, dessa forma, efetividade das intervenções em ambos os grupos, demonstrando a importância da fisioterapia na prevenção de complicações pulmonares<sup>23</sup>.

## CONCLUSÃO

Tanto a aplicação de pressão positiva em dois níveis, como os exercícios com carga inspiratória, associados à fisioterapia respiratória convencional, foram benéficos na preservação de volumes pulmonares importantes na prevenção de complicações pulmonares, como evidenciado pelo baixo índice de atelectasias. Destaca-se os resultados promovidos por meio dos exercícios com carga inspiratória, que demonstraram superioridade na manutenção da força muscular inspiratória e a resistência muscular respiratória, sendo sugerido maior atenuação dos efeitos da disfunção diafragmática presentes no pós-operatório de cirurgia bariátrica.

## REFERÊNCIAS

1. American Thoracic Society, European Respiratory Society. ATS/ERS. Task Force: Standardisation of lung function testing. Standardisation of Spirometry. Eur Respir J. 2005;26:319-38.
2. American Thoracic Society, European Respiratory Society. ATS/ERS. Tests of respiratory muscle resistance. Am J Respir Crit Care Med. 2002;166:559-70.
3. Baltieri L, Peixoto-Souza FS, Rasera-Júnior I, Montebelo MIL, Costa D, Pazzianotto-Forti EM. Análise da prevalência de atelectasia em pacientes submetidos à cirurgia bariátrica. Rev Bras Anestesiol. 2016;66(6):577-582.
4. Baltieri L, Santos LA, Rasera-Júnior I, Montebelo MIL, Pazzianotto-Forti EM. Uso da pressão positiva em cirurgia bariátrica e efeitos sobre a função pulmonar e prevalência de atelectasias: Estudo randomizado e cego. Arq Bras Cir Dig. 2014;27(1):26-30.
5. Barbas CSV, Isola AM, Farias AMC, Cavalcanti ABC, Gama AMC, Duarte, ACM et al. Recomendações brasileiras de ventilação mecânica 2013, parte I. Rev Bras Ter Intensiva. 2014;26(2):89-21.
6. Barros GF, Santos CS, Granado FB, Costa PT, Limaco RP, Gardengui G. Respiratory muscle training in patients submitted to coronary arterial by-pass graft. Rev Bras Cir Cardiovasc. 2010;25(4):483-490.
7. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. Am Rev Respir Dis. 1969;99(5):696-702.
8. Brigatto P, Carbinatto JC, Costa CM, Montebelo MI, Rasera-Júnior I, Pazzianotto-Forti EM. Aplicação de pressão positiva nas vias aéreas na restauração da função pulmonar e da mobilidade torácica no pós-operatório de cirurgia bariátrica: um ensaio clínico randomizado. Braz J Phys Ther. 2014;18(6):1-3.
9. Casali CCC, Pereira APM, Martinez JAB, Souza HCD, Gastaldi AC. Effects of inspiratory muscle training on muscular and pulmonary function after bariatric surgery in obese patients. Obes Surg. 2011;21:1389-1394.
10. Delgado PM e Lunardi AC. Complicações respiratórias pós-operatórias em cirurgia bariátrica: revisão de literatura. Fisioterapia e Pesquisa. 2011;18(4):388-92.
11. Downie WW, Leatham PA, Rhind VM, Wright V, Branco JA, Anderson JA. Studies with pain rating scales. Anna Rheum Dis. 1978;37:378-81.
12. Forti E, Ike D, Barbalho-Moulim M, Rasera Jr I, Costa D. Effects of chest physiotherapy on the respiratory function of postoperative gastroplasty patients. Clinics. 2009;64(7):683-9.
13. Franco AM, Torres FCC, Simin ISL, Morales D, Rodrigues AJ. Assessment of non invasive ventilation with two levels of positive airway pressure in patients after cardiac surgery. Rev Bras Cir Cardiovasc. 2011;26(4):582-90.
14. Gouvêa HR, Faria SL, Faria OP, Cardeal MA, Bezerra A, Ito MK. Validação da ultrassonografia para a avaliação da gordura abdominal visceral em obesos clinicamente graves. Arq Bras Cir Dig. 2013;26(1):43-46.
15. Graetz JP, Zamuner AR, Moreno MA. Evaluation of maximal inspiratory and sniff nasal inspiratory pressures in pre- and postoperative myocardial revascularization. Rev Bras Cardiovasc. 2012;27(4):607-13.
16. Joris JL, Sottiaux TM, Chiche JD, Desaive CJ, Lamy ML. Effect of bi-level positive airway pressure (BIPAP) nasal ventilation on the postoperative pulmonary restrictive syndrome in obese patients undergoing gastroplasty. Chest. 1997;111(3):665-70.
17. Katsura M, Kuriyama A, Takeshima T, Fukuhara S, Furukawa TA. Preoperative inspiratory muscle training for preoperative pulmonary complications in adults undergoing cardiac and major abdominal surgery. Review. Cochrane Database Syst Rev. 2015.
18. Kulkarni SR, Fletcher E, McConnell AK, Poskitt KR, Whyman MR. Preoperative inspiratory muscle training preserves postoperative inspiratory muscle strength following major abdominal surgery – a randomised pilot study. Ann R Coll Surg Engl. 2010;92:700-5.
19. Langer D, Jacome C, Charusisin N, Scheers H, McConnell A, Decramer M, Gosselink. Measurement validating of an electronic inspiratory loading device during a loaded breathing task in patients with COPD. Respiratory Medicine. 2013;107:633-635.
20. Littleton SW. Impact of obesity on respiratory function. Respirology. 2012;17:43-49.
21. Lofaso F, Nicot F, Lejaille M, Falaize L, Louis A, Clement A, et al. Sniff nasal inspiratory pressure: with is the optimal number of sniffs? European Respiratory Journal. 2006;27(5):980-982.
22. Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. Braz J Med Biol Res. 1999;32(6):719-27.
23. Oliveira JJJ, Freitas ACT, Almeida AA. Postoperative effect of physical therapy related to functional capacity and respiratory muscle strength in patients submitted to bariatric surgery. ABCD, arq. Bras. Cir. dig., 2016;29(1):43-47.
24. Paisani DM, Chiavegato LD, Faresin SM. Volumes, capacidades pulmonares e força muscular respiratória no pós-operatório de gastroplastia. J Bras Pneumol. 2005;31(2):125-32.
25. Pereira CAC. Directives for pulmonary function tests. JPneumol. 2002;28(3):1-82.
26. Pessoa KC, Araújo GF, Pinheiro NA, Ramos MRS, Maia SC. Ventilação não-invasiva no pós-operatório imediato e derivação gastrojejunal com by-pass em Y de Roux. Rev Bras Fisioter. 2010;14(4).
27. Prigent H, Lejaille M, Falaize L, Louis A, Ruquet M, Fauroux B, et al. Assessing inspiratory muscle strength by sniff nasal inspiratory pressure. Neurocrit Care. 2004;1(4):475-8.
28. Shoukri A. Effects of obesity on respiratory mechanics at rest and during exercise. Egyptian Journal of Bronchology. 2015; 224-26.
29. Tenório de França EE, Ferrari PF, Fernandes RC, Duarte A, Martinez BP, Aquim EE et al. Fisioterapia em pacientes críticos adultos: Recomendações do Departamento de Fisioterapia da Associação de Medicina Intensiva Brasileira. Rev Bras Ter Intensiva. 2012;24(1):6-22.
30. Uldry C, Fitting JW. Maximal values of sniff inspiratory pressure in healthy subjects. Thorax. 1995;50:371-375.
31. Veloso APLR e Cusmanich KG. Evaluation of the thoracoabdominal mobility of obese subjects in pre-bariatric surgery. ABCD. arq. bras. cir. dig., 2016; (29):1:39-42.
32. Villiot-Danger JC, Villiot-Danger E, Borel JC, Pépin JL, Wuyam B, Vergès S. Respiratory muscle endurance training in obese patients. Int J Obes. 2011;35: 692-699.
33. Westerdahl E, Lindmark B, Eriksson T, Fiberg O, Hedenstierna G, Tenling A. Deep breathing exercises reduce atelectasis and improve pulmonary function after coronary artery bypass surgery. Chest. 2005;128(5):3482-8.
34. Zotou A, Siampalioti A, Tagari P, Paridis L, Kalfarentzos F, Filos KS. Does epidural morphine loading in addition to thoracic epidural analgesia benefit the postoperative management of morbidly obese patients undergoing open bariatric surgery? A pilot study. Obes Surg. 2014;24(12):2099-108.