

Application of positive airway pressure in restoring pulmonary function and thoracic mobility in the postoperative period of bariatric surgery: a randomized clinical trial

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

Patrícia Brigatto¹, Jéssica C. Carbinatto¹, Carolina M. Costa¹,
Maria I. L. Montebelo², Irineu Rasera-Júnior³, Eli M. Pazzianotto-Forti¹

ABSTRACT | Objective: To evaluate whether the application of bilevel positive airway pressure in the postoperative period of bariatric surgery might be more effective in restoring lung volume and capacity and thoracic mobility than the separate application of expiratory and inspiratory positive pressure. **Method:** Sixty morbidly obese adult subjects who were hospitalized for bariatric surgery and met the predefined inclusion criteria were evaluated. The pulmonary function and thoracic mobility were preoperatively assessed by spirometry and cirtometry and reevaluated on the 1st postoperative day. After preoperative evaluation, the subjects were randomized and allocated into groups: EPAP Group (n=20), IPPB Group (n=20) and BIPAP Group (n=20), then received the corresponding intervention: positive expiratory pressure (EPAP), inspiratory positive pressure breathing (IPPB) or bilevel inspiratory positive airway pressure (BIPAP), in 6 sets of 15 breaths or 30 minutes twice a day in the immediate postoperative period and on the 1st postoperative day, in addition to conventional physical therapy. **Results:** There was a significant postoperative reduction in spirometric variables ($p < 0.05$), regardless of the technique used, with no significant difference among the techniques ($p > 0.05$). Thoracic mobility was preserved only in group BIPAP ($p > 0.05$), but no significant difference was found in the comparison among groups ($p > 0.05$). **Conclusion:** The application of positive pressure does not seem to be effective in restoring lung function after bariatric surgery, but the use of bilevel positive pressure can preserve thoracic mobility, although this technique was not superior to the other techniques.

Keywords: bariatric surgery; physical therapy specialty; spirometry.

Registered on Clinicaltrials.gov under identifier NCT01872663.

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Brigatto P, Carbinatto JC, Costa CM, Montebelo MIL, Rasera-Júnior I, Pazzianotto-Forti EM. Application of positive airway pressure in restoring pulmonary function and thoracic mobility in the postoperative period of bariatric surgery: a randomized clinical trial. *Braz J Phys Ther.* 2014 Nov-Dec; 18(6):553-562. <http://dx.doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0054>.

RESUMO | Objetivo: Avaliar se a aplicação de dois níveis de pressão positiva nas vias aéreas no pós-operatório de cirurgia bariátrica pode ser mais efetiva do que quando aplicadas pressões positivas expiratória e inspiratória separadamente na restauração dos volumes e capacidades pulmonares e na mobilidade torácica. **Método:** Foram avaliadas 60 voluntárias adultas, obesas mórbidas, internadas para realização da cirurgia bariátrica. A função pulmonar e a mobilidade torácica foram avaliadas por meio da espirometria e da cirtometria no pré-operatório e reavaliadas no primeiro pós-operatório. Após a avaliação pré-operatória, as voluntárias foram randomizadas e alocadas nos grupos G EPAP (n=20), G RPPI (n=20) e G BIPAP (n=20) e então receberam a intervenção proposta, pressão positiva expiratória nas vias aéreas (EPAP), respiração por pressão positiva inspiratória (RPPI) ou pressão positiva binível nas vias aéreas (BIPAP), em sessões de seis séries de 15 respirações ou de 30 minutos, duas vezes ao dia no pós-operatório imediato e no primeiro pós-operatório, além do tratamento fisioterapêutico convencional. **Resultados:** Houve redução significativa das variáveis espirométricas no pós-operatório ($p < 0,05$), independente do recurso utilizado, não havendo diferença significativa entre as técnicas ($p > 0,05$), e preservação da mobilidade torácica somente nas voluntárias do grupo BIPAP ($p > 0,05$), porém sem diferença nas comparações entre os grupos ($p > 0,05$). **Conclusão:** A aplicação de pressão positiva parece não ser efetiva na restauração da função pulmonar no pós-operatório de cirurgia bariátrica, porém a aplicação de dois níveis de pressão positiva pode preservar a mobilidade torácica, embora não tenha demonstrado superioridade em relação às outras técnicas.

Palavras-chave: cirurgia bariátrica; fisioterapia; espirometria.

Registrado no Clinicaltrials.gov sob o identificador NCT01872663.

¹Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP), Piracicaba, SP, Brasil

²Faculdade de Ciências Exatas e da Natureza, UNIMEP, Piracicaba, SP, Brasil

³Clinica Bariátrica de Piracicaba, Piracicaba, SP, Brasil

Received: 02/02/2014 Revised: 04/22/2014 Accepted: 06/18/2014

● Introdução

Em indivíduos obesos, a combinação de fatores, como menor complacência dos pulmões e da parede torácica, maior resistência elástica pulmonar e distensão exagerada do diafragma, pode influenciar o sistema respiratório, resultando em diminuição de volumes e capacidades pulmonares. Essa condição é especialmente importante se considerarmos que as alterações respiratórias causadas pela cirurgia abdominal podem ser mais acentuadas em pacientes obesos^{1,2}.

A cirurgia bariátrica pode causar comprometimento da função pulmonar no pós-operatório, expresso pela redução dos volumes pulmonares e da mobilidade diafragmática e toracoabdominal³. A alteração da mecânica pulmonar gera um padrão restritivo com redução da capacidade vital (CV) e da capacidade residual funcional (CRF). A CV e a capacidade vital forçada (CVF) estão geralmente reduzidas no pós-operatório aproximadamente de 40 a 50% dos valores pré-operatórios, e isso persiste por, no mínimo, dez a 14 dias⁴. A utilização de anestésicos, bloqueadores musculares e analgésicos^{5,7}, o trauma cirúrgico, a perda da integridade muscular abdominal⁸, a manipulação das vísceras, a consequente inibição reflexa do nervo frênico e a dor pós-operatória⁹, geram disfunção diafragmática^{5,7}, que tem seu pico entre duas e oito horas após a cirurgia¹⁰, e desencadeia redução dos volumes e capacidades pulmonares, alteração da relação ventilação/perfusão, diminuição da expansibilidade toracoabdominal², ineficiência nos mecanismos de defesa das vias aéreas, como a tosse, e depressão do sistema imunológico, fatores que aumentam o risco de desenvolvimento de complicações respiratórias, como atelectasias^{11,12}, hipoxemia grave, embolia pulmonar, pneumonia por aspiração e insuficiência respiratória aguda^{2,7,11,12}.

Pelos motivos citados, algumas evidências sugerem que o acompanhamento fisioterapêutico pré e pós-operatório de pacientes submetidos a essa modalidade cirúrgica é de fundamental importância na prevenção das complicações inerentes ao processo cirúrgico e na recuperação da função pulmonar¹³, enquanto outras sugerem que a utilização da fisioterapia respiratória na rotina pós-operatória não se justifica, uma vez que poucos ensaios clínicos mostram sua eficácia em caráter profilático¹⁴. Em 2012, Hanekom et al.¹⁵ concluíram que, devido à má qualidade das pesquisas elaboradas, a incerteza sobre o valor da fisioterapia realizada rotineiramente na prevenção de complicações pulmonares após cirurgia abdominal ainda permanece. Assim, são necessários

estudos bem elaborados sobre o assunto que possam contribuir para se estabelecerem procedimentos fisioterapêuticos de maior eficácia a serem realizados no pós-operatório de cirurgia abdominal^{16,17}.

Dentre os recursos da fisioterapia respiratória com o objetivo de preservar ou melhorar a função pulmonar, promovendo incremento ou manutenção dos volumes e capacidades pulmonares, estão os equipamentos com pressão positiva nas vias aéreas, que podem ser utilizados em pós-operatórios toracoabdominais como método de prevenção ou tratamento da insuficiência respiratória hipoxêmica, na melhora da oxigenação arterial, na redução de atelectasias e no decréscimo do trabalho ventilatório, sem gerar aumento na incidência de fistulas ou deiscência da anastomose cirúrgica¹⁸⁻²¹.

A utilização de pressão positiva nas vias aéreas tem se mostrado efetiva na restauração da CRF, além de promover a modificação de outros volumes e capacidades pulmonares, como volume de reserva inspiratório (VRI), volume de reserva expiratório (VRE) e CVF, entretanto ainda há controvérsias em relação à manutenção produzida pela pressão positiva nas vias aéreas⁴. A EPAP (*Expiratory Positive Airway Pressure*), a BIPAP (*Bilevel Positive Airway Pressure*) e a respiração com pressão positiva intermitente (RPPI) são recursos com pressão positiva nas vias aéreas que visam à reexpansão pulmonar, evitando o colapso precoce das vias aéreas e prevenindo assim as atelectasias pulmonares, podendo contribuir para a redução das complicações pós-operatórias da síndrome pulmonar restritiva associada à obesidade²²⁻²⁴. A técnica de EPAP utiliza somente a pressão positiva expiratória (PEEP - *positive end-expiratory pressure*), gerando redução do fluxo expiratório²², já a BIPAP combina a PEEP com os benefícios da pressão de suporte, sendo possível ajustá-las para manter o pulmão expandido durante todo o ciclo respiratório, promovendo insuflação pulmonar^{23,24}, e a técnica de RPPI possibilita, além do recrutamento alveolar, a sincronização do tempo inspiratório, buscando reduzir o esforço respiratório e retomar a função pulmonar normal¹⁰.

Considerando que a população obesa pode apresentar características pulmonares restritivas, que podem ser ainda mais acentuadas em pós-operatório abdominal, e que os recursos de pressão positiva nas vias aéreas podem ser capazes de restaurar a função pulmonar e a mobilidade torácica de forma diferenciada, a hipótese deste estudo é que a técnica de RPPI busca favorecer a capacidade inspiratória (CI) por promover pressão positiva nas vias aéreas somente na fase de inspiração. Já a pressão

positiva expiratória gerada pela EPAP favorece principalmente a CRF na tentativa de promover a manutenção ou recuperação do VRE. A BIPAP, por sua vez, por ofertar pressão positiva nas duas fases do ciclo respiratório, tende a favorecer a capacidade vital (CV), englobando os benefícios das outras duas técnicas. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar se a aplicação de dois níveis de pressão positiva nas vias aéreas no pós-operatório de cirurgia bariátrica pode ser mais efetiva do que quando aplicadas pressões positivas expiratória e inspiratória separadamente na restauração dos volumes e capacidades pulmonares e na mobilidade torácica.

● Método

Desenho experimental

Este ensaio clínico foi desenvolvido respeitando as normas de condutas em pesquisa experimental com seres humanos após ter sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP), Piracicaba, SP, Brasil, sob o parecer nº 89/12, e registrado no Clinicaltrials.gov, sob o identificador NCT01872663.

O cálculo do tamanho da amostra foi realizado com base em estudo piloto, sendo considerada a média (0,13) e o desvio padrão (0,17) das diferenças dos valores do VRE obtidos entre o pré e o pós-operatório a partir do teste ANOVA, no aplicativo BioEstat 5.3, adotando-se um poder estatístico de 90% e um alfa de 0,05. Dessa forma, foi determinado o número de 17 voluntários por grupo.

Participantes

Foram avaliadas 68 mulheres adultas, obesas mórbidas, internadas em um hospital da cidade de Piracicaba, SP, Brasil para realização da cirurgia bariátrica eletiva, com prescrição de fisioterapia respiratória pelo médico responsável, as quais preencheram os critérios de inclusão: índice de massa corpórea (IMC) entre 40 e 55 kg/m², idade entre 25 e 55 anos, candidatas à cirurgia bariátrica do tipo derivação gástrica em Y de Roux por laparotomia, não tabagistas, com exame radiológico de tórax e prova de função pulmonar pré-operatórios dentro dos parâmetros de normalidade e que assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Foram excluídas as voluntárias com presença de asma, doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) e síndrome da apneia obstrutiva do sono (AOS), as que apresentaram instabilidade hemodinâmica, permanência hospitalar maior que três dias, presença

de complicações pós-operatórias e incapacidade de compreensão ou recusa para a realização das avaliações ou do tratamento proposto.

Procedimentos

A função pulmonar e a mobilidade torácica das voluntárias foram avaliadas no pré-operatório, logo após a admissão hospitalar, e reavaliadas no primeiro pós-operatório, após a finalização das sessões de fisioterapia. O pesquisador que realizou as avaliações foi cego em relação ao tratamento das voluntárias, e o pesquisador que realizou os tratamentos, cego em relação às avaliações. Durante a avaliação pré-operatória, foi registrada a presença de comorbidades, como hipertensão arterial sistêmica (HAS), diabetes mellitus e dislipidemias.

Após a avaliação pré-operatória, as 68 voluntárias foram alocadas em três grupos a partir de um processo de randomização em bloco no programa Microsoft Excel 2007®, realizado por um pesquisador cego em relação aos dados clínicos e à avaliação das voluntárias. Foram os grupos: G EPAP (*Expiratory Positive Airway Pressure*), G RPPI (Respiração com Pressão Positiva Intermitente) e G BIPAP (*Bilevel Positive Airway Pressure*). Durante a aplicação das intervenções, oito voluntárias foram excluídas, totalizando, ao final, 60 voluntárias, compondo três grupos com 20 cada (Figura 1).

Todas as voluntárias receberam a intervenção proposta duas vezes ao dia no pós-operatório imediato e no primeiro pós-operatório (1º PO) e, associada à terapia com pressão positiva nas vias aéreas, todas as voluntárias receberam o tratamento fisioterapêutico convencional, também realizado duas vezes ao dia no pós-operatório, e composto por exercícios de inspirações diafragmáticas, inspirações profundas, inspirações fracionadas, exercícios respiratórios associados à movimentação de membros superiores²⁵ e incentivador respiratório, sendo realizada uma série de 15 repetições para cada um deles, com duração média de 20 a 30 minutos, além de exercícios para prevenção de trombose venosa profunda e deambulação.

A função pulmonar foi avaliada pela espirometria das voluntárias, realizada utilizando-se um espirômetro ultrassônico computadorizado da marca MicroQuark, modelo USB (Cosmed®, Roma, Itália). Foi realizada a manobra de capacidade vital lenta (CVL) de acordo com as normas da *American Thoracic Society* (ATS) e *European Respiratory Society* (ERS)²⁶, sendo repetida até se obterem três curvas aceitáveis e duas reprodutíveis, não

excedendo mais do que oito tentativas. Para calcular os valores preditos, foi utilizada a equação proposta por Pereira et al.²⁷ para a população brasileira, e os valores de CVL, VRE, VRI e volume corrente (VC) foram selecionados de acordo com as recomendações de Pereira²⁸, os valores de CI foram calculados a partir da soma do VRI e do VC.

A avaliação da mobilidade torácica foi realizada por meio da cirtometria nos níveis axilar e xifoideano sempre pelo mesmo avaliador, com a utilização de uma fita métrica escalonada em centímetros, medindo-se as circunferências após uma inspiração máxima e após uma expiração máxima, estando as voluntárias em posição ortostática. Foram repetidas três medidas para cada nível e computado o maior valor obtido na inspiração e o menor na expiração. A

diferença absoluta entre esses valores foi considerada a mobilidade torácica para cada nível^{25,29}.

De forma a minimizar a interferência da dor nas avaliações pós-operatórias, antes de iniciá-las, as voluntárias classificaram o nível da dor por meio de uma Escala Visual Analógica (EVA)^{30,31}. Quando a dor foi classificada acima de 4, foi solicitada à equipe de enfermagem a administração de analgesia com dipirona, conforme prescrição médica, e então classificada novamente após 30 minutos, antes do início da reavaliação.

A aplicação da EPAP foi realizada com a utilização de uma máscara facial siliconizada com válvula unidirecional (*Respironics, Seal Flex Multi-Strap*, Irlanda, EUA) e válvula de PEEP do tipo *spring-loaded* (*Vital Signs Inc, Totoma/NJ*, EUA) ajustada em 10 cmH₂O³, que foi posicionada e fixada pelas

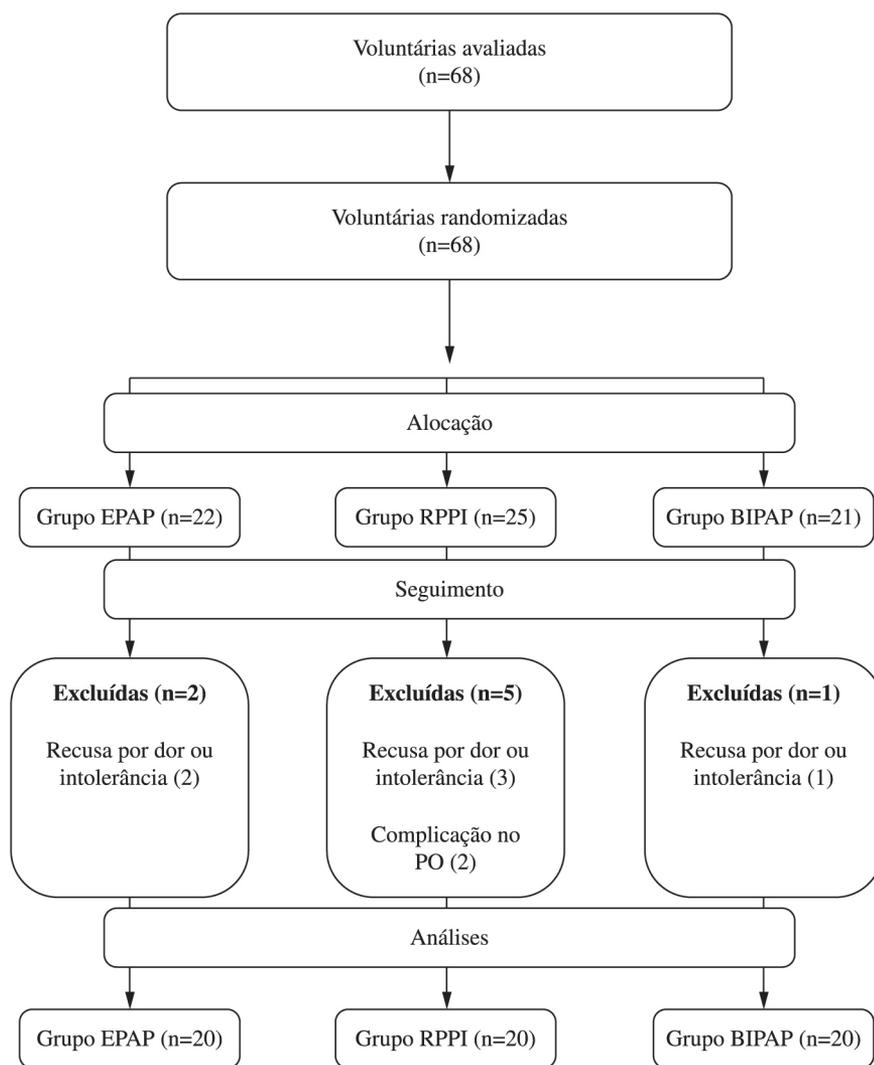


Figura 1. Fluxograma da casuística do estudo. EPAP: *Expiratory Positive Airway Pressure*; RPPI: *Respiração com Pressão Positiva Intermitente*; BIPAP: *Bilevel Positive Airway Pressure*.

mãos do terapeuta na face da voluntária a fim de evitar fuga aérea. As voluntárias foram orientadas a realizar seis séries de 15 respirações, com inspiração nasal de média amplitude e expiração contra a resistência imposta pela válvula de PEEP³², priorizando a respiração diafragmática, sendo realizado um descanso de 1 a 2 minutos entre cada série, com duração da sessão de aproximadamente 20 minutos.

A aplicação da RPPI foi realizada por meio do equipamento Reanimador de Müller (Engesp[®], Curitiba, Paraná, Brasil), utilizando uma pressão endotraqueal de 20 a 30 cmH₂O, referente a 2 a 3 kgf/cm² na válvula reguladora de pressão de oxigênio e, no micronebulizador, foi utilizado soro fisiológico como diluente^{21,33}. As voluntárias foram orientadas a realizar a inspiração no bocal do equipamento ao comando do terapeuta, simultaneamente ao disparo do equipamento, e a sustentar a inspiração por 1 a 2 segundos, e então expirar livremente. Foram realizadas seis séries de 15 ciclos respiratórios em cada sessão, com descanso de 1 a 2 minutos entre cada série, totalizando aproximadamente 30 minutos de duração para cada sessão.

A aplicação de BIPAP de forma não invasiva foi realizada com a utilização do equipamento VPAPTM III ST-A (Resmed[®], San Diego/CA, EUA) conectado a uma máscara facial simples, com borda inflável por uma traqueia corrugada e acoplada à face do paciente por fixador de borracha. A EPAP foi fixada em 8 cmH₂O, e a pressão positiva inspiratória (IPAP) foi ajustada inicialmente em 12 cmH₂O³⁴ e reajustada a fim de se manter uma frequência respiratória entre 12 e 20 respirações por minuto e um VC em torno de 8 a 10ml/kg de peso ideal, calculado pela fórmula $45,5 + 0,91 (\text{estatura} - 152,4)$ ³⁵. Durante o período de aplicação de 30 minutos, as voluntárias foram orientadas a realizar a inspiração nasal e a expiração oral.

Durante todo o tempo de aplicação dos recursos, as voluntárias permaneceram na posição Fowler 45°, e o pesquisador permaneceu ao lado delas, acompanhando-as e monitorizando os sinais vitais e o conforto respiratório.

Análise estatística

A análise estatística dos dados foi realizada com a utilização do software "R", versão 3.0.1, e a normalidade de distribuição dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk.

Para as análises intragrupos das variáveis espirométricas e de mobilidade torácica no pré e pós-operatório, foi realizado o teste *t* de Student para amostras pareadas ou teste de Wilcoxon.

Para a comparação intergrupos, foram utilizados os valores das diferenças entre o pré e o pós-operatório e analisados pelos testes de ANOVA ou Kruskal-Wallis.

Um nível de significância de 5% foi adotado para todas as análises.

Resultados

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados da idade, características antropométricas e comorbidades das voluntárias do estudo alocadas nos grupos de acordo com o tratamento proposto.

Pode-se constatar que não houve diferença entre os grupos para as variáveis idade, massa corporal, estatura, IMC, presença de HAS e presença de diabetes mellitus.

Na Tabela 2, estão apresentadas as variáveis espirométricas da manobra de CVL de cada grupo nas avaliações antes e após a cirurgia, em valores absolutos e em porcentagens do previsto para a CVL e o VRE. Pode-se notar que houve redução significativa de todas as variáveis no pós-operatório em relação ao pré. Estão apresentadas também as reduções entre os valores pré e pós-operatórios em porcentagem e, quando comparadas entre si, não apresentaram diferenças significativas.

A Tabela 3 apresenta os valores das medidas de mobilidade torácica nos níveis axilar e xifoideano dos grupos nos momentos pré e pós-cirúrgicos. Na análise intragrupos, foi possível observar que houve uma redução significativa das mobilidades axilar e xifoideana para os grupos EPAP e RPPI no pós-operatório; já, para o G BIPAP, não foram encontradas diferenças significativas. Quando comparadas as diferenças dos valores pré e pós-operatórios de mobilidade torácica, não houve diferença para os dois níveis avaliados, independente do tratamento recebido.

Discussão

Os principais resultados deste estudo revelaram redução significativa das variáveis espirométricas no pós-operatório, independente do recurso utilizado, e preservação da mobilidade torácica somente nas voluntárias do grupo BIPAP.

O declínio da função pulmonar após procedimentos cirúrgicos é justificado por fatores inerentes ao próprio procedimento, como a utilização de anestésicos e analgésicos, a perda da integridade da musculatura abdominal e a consequente diminuição da força de contração muscular e disfunção diafragmática e

Tabela 1. Idade, características antropométricas (valores em média e desvio padrão) e presença de comorbidades das voluntárias alocadas nos grupos.

	Grupo EPAP (n=20)	Grupo RPPI (n=20)	Grupo BIPAP (n=20)
Idade (anos)	38,85±8,42	38,70±8,59	40,60±8,78
Massa corporal (kg)	114,99±17,96	110,13±14,82	113,69±16,08
Estatura (m)	1,59±0,06	1,61±0,06	1,61±0,09
IMC (kg/m ²)	45,39±6,82	42,39±5,36	44,34±8,14
HAS (n)	12	10	13
Diabetes Mellitus (n)	6	3	6

IMC: índice de massa corpórea; HAS: hipertensão arterial sistêmica.

Tabela 2. Valores absolutos e em porcentagens do previsto das variáveis espirométricas na manobra de CVL para cada grupo no pré e pós-operatório, expressos em média e desvio padrão.

	Grupo EPAP (n=20)			Grupo RPPI (n=20)			Grupo BIPAP (n=20)		
	PRÉ	PÓS	DIF (%)	PRÉ	PÓS	DIF (%)	PRÉ	PÓS	DIF (%)
CVL (L)	2,92±0,62	1,86±0,46*	36,30	3,24±0,51	2,31±0,33*	28,70	3,11±0,68	2,11±0,59*	32,15
CVL (% prev)	88,29±13,15	56,74±14,33	35,74	96,37±14,43	68,58±10,12	28,83	93,19±13,49	63,90±17,08	31,43
VRE (L)	0,51±0,21	0,27±0,14*	47,06	0,48±0,31	0,32±0,18*	33,33	0,51±0,34	0,32±0,27*	37,25
VRE (% prev)	45,56±15,44	24,42±11,76	46,39	42,10±27,11	28,61±14,52	32,04	45,17±26,63	27,65±21,81	38,79
VRI (L)	1,53±0,56	0,97±0,43*	36,60	2,01±0,60	1,36±0,29*	32,34	1,73±0,71	1,20±0,43*	30,64
VC (L)	0,91±0,39	0,62±0,21*	31,87	0,76±0,26	0,63±0,18*	17,11	0,88±0,27	0,60±0,26*	31,82
CI (L)	2,44±0,61	1,59±0,47*	34,84	2,77±0,45	1,98±0,31*	28,52	2,61±0,50	1,80±0,43*	31,03

CVL: capacidade vital lenta; VRE: volume de reserva expiratório; % prev: porcentagem do previsto; VRI: volume de reserva inspiratório; VC: volume corrente; CI: capacidade inspiratória; DIF: diferença entre o pré e o pós; *diferença significativa entre o pré e pós-operatório (p<0,05).

Tabela 3. Valores de mobilidade torácica nos níveis axilar e xifoideano para cada grupo no pré e pós-operatório, expressos em média e desvio padrão.

	AXILAR (cm)			XIFOIDEANA (cm)		
	PRÉ	PÓS	DIF (%)	PRÉ	PÓS	DIF (%)
Grupo EPAP (n=20)	3,70±1,20	2,50±1,05*	32,43	2,55±1,11	1,35±0,84*	47,06
Grupo RPPI (n=20)	3,93±1,31	2,88±0,79*	26,72	2,78±1,25	1,53±0,82*	44,96
Grupo BIPAP (n=20)	3,75±1,73	2,78±1,08	25,87	2,40±1,73	1,60±0,79	33,33

DIF: diferença entre o pré e o pós; *diferença significativa entre o pré e pós-operatório (p<0,05).

também por aspectos que interferem na realização das manobras espirométricas, como a dor e o receio da inspiração profunda^{6,36}. Neste estudo, houve a preocupação em avaliar a dor e solicitar a administração de analgesia conforme prescrição médica, quando necessária, antes das avaliações pós-operatórias, a fim de evitar que os resultados pudessem ser influenciados por esse fator. Porém,

pode-se sugerir que os efeitos do procedimento cirúrgico, associados à obesidade, contribuíram de forma importante para a redução significativa dos valores da espirometria e da mobilidade torácica nos três grupos.

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 conseqüente redução dos volumes pulmonares³⁷⁻³⁹. Essa restrição da parede torácica é maior quando o obeso permanece na posição supina, como durante o procedimento cirúrgico, ou durante o período de internação hospitalar, acarretando sobrecarga muscular importante para a ventilação e resultando em disfunção da musculatura respiratória^{40,41}.

A redução da complacência da parede torácica, devido ao aumento da pressão abdominal, à administração de anestésicos e à dor pós-operatória, pode causar uma redução prolongada dos volumes e capacidades pulmonares. Acredita-se que a terapia com BIPAP possa reverter esses fenômenos por meio dos efeitos positivos combinados de PEEP e pressão de suporte inspiratória, permitindo o recrutamento de zonas de colapso alveolar, aumentando a ventilação pulmonar e melhorando a troca gasosa, além de gerar um aumento na expansibilidade torácica^{9,23,42,43}. Porém, neste estudo, a BIPAP não foi capaz de restaurar a função pulmonar no pós-operatório, e sua efetividade teve destaque somente na restauração da mobilidade torácica em relação às outras técnicas de pressão positiva utilizadas.

Pessoa et al.¹⁸ utilizaram a técnica de BIPAP no pós-operatório imediato de cirurgia bariátrica, ainda em recuperação pós-anestésica, e puderam observar que a terapia possui um efeito dose e tempo dependente, demonstrando melhores resultados quando utilizados níveis pressóricos mais altos por tempos mais prolongados. Considerando essa afirmação, podemos sugerir que resultados mais expressivos não foram encontrados neste estudo, pois a técnica foi aplicada por curtos períodos, sessões de 30 minutos.

A ausência de efeitos positivos significativos na utilização das técnicas de pressão positiva deste estudo também pode ser justificada pelo momento de realização das técnicas, visto que só foram iniciadas aproximadamente quatro horas depois do término da cirurgia. Forgiarini Junior et al.⁴³ demonstraram que a intervenção fisioterapêutica, quando iniciada na sala de recuperação pós-anestésica, pode ser benéfica para os pacientes submetidos a cirurgias abdominais, pois os valores da função pulmonar nos pacientes que receberam o atendimento fisioterapêutico mais precocemente apresentaram menor variação dos valores de espirometria pós-operatórios em relação aos do pré do que o grupo que iniciou a fisioterapia na enfermaria.

Segundo a literatura, a anestesia geral pode agravar a hipoventilação nas primeiras horas de recuperação pós-cirúrgica devido à maior instabilidade alveolar

nesse período, e a aplicação precoce da pressão positiva pode ser capaz de melhorar a ventilação alveolar em áreas possivelmente colapsadas durante o procedimento cirúrgico⁴⁴⁻⁴⁷. Na sala de recuperação pós-anestésica, considera-se que a tolerância do paciente é facilitada pelo efeito sedativo residual dos agentes anestésicos e de opioides administrados para analgesia²³, permitindo a aplicação dos recursos por tempo mais prolongado, o que não foi realizado neste estudo, uma vez que as voluntárias já se encontravam no quarto.

Outro importante fator a ser considerado no atual estudo como provável influência nos resultados, principalmente em relação à função pulmonar, refere-se ao momento da realização da reavaliação pós-operatória. As voluntárias foram reavaliadas aproximadamente 36 horas após a cirurgia, talvez esse tempo não tenha sido suficiente para a restauração dos volumes e capacidades pulmonares independente do recurso aplicado, visto que, até esse momento, a função diafragmática não está completamente retomada. No estudo de Paisani et al.⁴⁷, que buscou avaliar o comportamento dos volumes e capacidades pulmonares de pacientes no pós-operatório de gastroplastia, foram verificadas reduções das variáveis no primeiro pós-operatório de 30 a 50% em relação aos seus valores pré-operatórios e, no quinto dia de pós-operatório, a CV ainda não havia retornado a seus valores iniciais. No presente estudo, os volumes e capacidades pulmonares, reavaliados também no primeiro pós-operatório, apresentaram reduções que variaram de 17 a 46%, não sendo possível verificar a recuperação das variáveis antes da alta hospitalar.

No estudo de Barbalho-Moulim et al.³, a EPAP não foi capaz de prevenir a redução da mobilidade torácica nos níveis axilar e xifoideano e das medidas de VC e VRI, como também ocorreu neste estudo, talvez por ser um recurso que não estimula a realização de “suspiros” inspiratórios e por estar associado a baixos volumes pulmonares e redução do fluxo expiratório.

Segundo Müller et al.³³, a técnica de RPPI permite um manejo sincrônico entre o operador e o paciente, respeitando o ciclo respiratório, promovendo melhor adaptação ao equipamento e evitando desconforto respiratório, sendo, por isso, considerada um recurso efetivo no ganho de VC e, conseqüentemente, de reexpansão pulmonar. Entretanto, esses resultados benéficos não foram observados neste estudo.

Sugere-se que recursos com pressão positiva possuem efeitos semelhantes em relação à restauração de volumes e capacidades pulmonares e à mobilidade

torácica no pós-operatório de cirurgia bariátrica, independente de serem aplicados durante a inspiração, a expiração ou em ambas, não sendo efetivos quando aplicados conforme o protocolo estabelecido para este estudo, demonstrando que, nos primeiros dias de pós-operatório, a função pulmonar ainda se encontra prejudicada pelos efeitos da obesidade associados ao procedimento cirúrgico abdominal.

Todas as voluntárias foram submetidas à mesma técnica cirúrgica, pela mesma equipe cirúrgica, com tempo de procedimento e tempo anestésico semelhantes e, durante a anestesia, permaneceram em ventilação mecânica, com parâmetros ventilatórios padronizados pela equipe médica responsável, portanto não sendo considerados fatores de influência nas avaliações deste estudo.

Apesar da pequena influência da pressão positiva na função pulmonar e na mobilidade torácica das voluntárias estudadas, é importante destacar que as técnicas aplicadas não proporcionaram nenhum efeito adverso ou geraram complicações pós-operatórias, como fistulas, distensão abdominal ou deiscência da anastomose cirúrgica. Dessa forma, pode-se considerar que a aplicação da pressão positiva se mostrou segura no pós-operatório de cirurgia bariátrica.

Considerou-se como limitação deste estudo o curto período de internação das voluntárias submetidas à cirurgia bariátrica eletiva, as quais recebiam alta no início do segundo dia pós-operatório, impossibilitando uma reavaliação mais tardia.

● Conclusão

A aplicação de dois níveis de pressão positiva nas vias aéreas, dentro do protocolo estabelecido neste estudo, parece não ser efetiva na restauração dos volumes e capacidades pulmonares no pós-operatório de cirurgia bariátrica.

Em relação à mobilidade torácica, a aplicação de dois níveis de pressão positiva obteve melhores resultados do que quando aplicada pressão positiva inspiratória ou expiratória separadamente, sem, entretanto, demonstrar superioridade em relação às outras técnicas.

● Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), São Paulo, Brasil, processo n. 2013/06334-8 e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES/PROSUP), Brasília, Brasil.

● Referências

1. Luce JM. Respiratory complications of obesity. *Chest*. 1980;78(4):626-31. <http://dx.doi.org/10.1378/chest.78.4.626>. PMID:6998667.
2. Koenig SM. Pulmonary complications of obesity. *Am J Med Sci*. 2001;321(4):249-79. <http://dx.doi.org/10.1097/0000441-200104000-00006>. PMID:11307867.
3. Barbalho-Moulim MC, Miguel GPS, Forti EMP, Costa D. Comparação entre inspirometria de incentivo e pressão positiva expiratória na função pulmonar após cirurgia bariátrica. *Fisioter Pesqui*. 2009;16(2):166-72. <http://dx.doi.org/10.1590/S1809-29502009000200013>.
4. Ferreira FR, Moreira FB, Parreira VF. Ventilação não invasiva no pós-operatório de cirurgias abdominais e cardíacas - revisão da literatura. *Rev Bras Fisioter*. 2002;6(2):47-54.
5. Ramos GC, Pereira E, Gabriel-Neto S, Oliveira EC. Aspectos históricos da pressão arterial de oxigênio e espirometria relacionados à operação abdominal. *Arq Bras Cir Dig*. 2009;22(1):50-6.
6. Lorentz MN, Albergaria VF, Lima FAZ. Anestesia para obesidade mórbida. *Rev Bras Anesthesiol*. 2007;57(2):199-213. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-70942007000200010>. PMID:19466355
7. Siafakas NM, Mitrouska I, Bouros D, Georgopoulos D. Surgery and the respiratory muscles. *Thorax*. 1999;54(5):458-65. <http://dx.doi.org/10.1136/thx.54.5.458>. PMID:10212115.
8. Sanches GD, Gazoni FM, Konishi RK, Guimarães HP, Vendrame LS, Lopes RD. Intensive care of postoperative patients in bariatric surgery. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2007;19(2):205-9.
9. Vassilakopoulos T, Mastora Z, Katsaounou P, Doukas G, Klimopoulos S, Roussos C, et al. Contribution of pain to inspiratory muscle dysfunction after upper abdominal surgery: A randomized controlled trial. *Am J Respir Crit Care Med*. 2000;161(4 Pt 1):1372-5. <http://dx.doi.org/10.1164/ajrccm.161.4.9907082>. PMID:10764336.
10. Romanini W, Muller AP, Carvalho KA, Olandoski M, Faria-Neto JR, Mendes FL, et al. Os efeitos da pressão positiva intermitente e do incentivador respiratório no pós-operatório de revascularização miocárdica. *Arq Bras Cardiol*. 2007;89(2):105-10. <http://dx.doi.org/10.1590/S0066-782X2007001400006>. PMID:17874015.
11. Duggan M, Kavanagh BP. Pulmonary atelectasis: a pathogenic perioperative entity. *Anesthesiology*. 2005;102(4):838-54. <http://dx.doi.org/10.1097/0000542-200504000-00021>. PMID:15791115.
12. van Kaam AH, Lachmann RA, Herting E, De Jaegere A, van Iwaarden F, Noorduynd LA, et al. Reducing atelectasis attenuates bacterial growth and translocation in experimental pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med*. 2004;169(9):1046-53. <http://dx.doi.org/10.1164/rccm.200312-1779OC>. PMID:14977624.
13. Tenório LH, de Lima AM, Brasileiro-Santos MS. Intervenção da fisioterapia respiratória na função pulmonar de indivíduos obesos submetidos a cirurgia

- bariátrica. Uma revisão. *Rev Port Pneumol.* 2010;16(2):307-14. PMID:20437006.
14. Pasquina P, Tramèr MR, Granier JM, Walder B. Respiratory physiotherapy to prevent pulmonary complications after abdominal surgery: a systematic review. *Chest.* 2006;130(6):1887-99. <http://dx.doi.org/10.1378/chest.130.6.1887>. PMID:17167013.
 15. Hanekom SD, Brooks D, Denehy L, Fagevik-Olsén M, Hardcastle TC, Manie S, et al. Reaching consensus on the physiotherapeutic management of patients following upper abdominal surgery: a pragmatic approach to interpret equivocal evidence. *BMC Med Inform Decis Mak.* 2012;12(1):5. <http://dx.doi.org/10.1186/1472-6947-12-5>. PMID:22309427.
 16. Weindler J, Kiefer RT. The efficacy of postoperative incentive spirometry is influenced by the device-specific imposed work of breathing. *Chest.* 2001;119(6):1858-64. <http://dx.doi.org/10.1378/chest.119.6.1858>. PMID:11399715.
 17. Dias CM, Plácido TR, Ferreira MFB, Guimarães FS, Menezes SLS. Incentive spirometry and breath stacking: effects on the inspiratory capacity of individuals submitted to abdominal surgery. *Rev Bras Fisioter.* 2008;12(2):94-9. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552008000200004>.
 18. Pessoa KC, Araújo GF, Pinheiro AN, Ramos MR, Maia SC. Noninvasive ventilation in the immediate postoperative of gastrojejunal derivation with Roux-en-Y gastric bypass. *Rev Bras Fisioter.* 2010;14(4):290-5. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552010005000023>. PMID:20949229
 19. Neligan PJ, Malhotra G, Fraser M, Williams N, Greenblatt EP, Cereda M, et al. Continuous positive airway pressure via the Boussignac system immediately after extubation improves lung function in morbidly obese patients with obstructive sleep apnea undergoing laparoscopic bariatric surgery. *Anesthesiology.* 2009;110(4):878-84. <http://dx.doi.org/10.1097/ALN.0b013e31819b5d8c>. PMID:19293693
 20. Conti G, Cavaliere F, Costa R, Craba A, Catarci S, Festa V, et al. Noninvasive positive-pressure ventilation with different interfaces in patients with respiratory failure after abdominal surgery: a matched-control study. *Respir Care.* 2007;52(11):1463-71. PMID:17971249.
 21. Müller AP. Reanimador de Müller como recurso fisioterapêutico. *Fisioter Mov.* 1999;XIII(1):9-16.
 22. Fagevik Olsén M, Hahn I, Nordgren S, Lönroth H, Lundholm K. Randomized controlled trial of prophylactic chest physiotherapy in major abdominal surgery. *Br J Surg.* 1997;84(11):1535-8. <http://dx.doi.org/10.1002/bjs.1800841111>. PMID:9393272.
 23. Joris JL, Sottiaux TM, Chiche JD, Desai 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. <http://dx.doi.org/10.1378/chest.111.3.665>. PMID:9118706.
 24. Nava S, Ambrosino N, Rubini F, Fracchia C, Rampulla C, Torri G, et al. Effect of nasal pressure support ventilation and external PEEP on diaphragmatic activity in patients with severe stable COPD. *Chest.* 1993;103(1):143-50. <http://dx.doi.org/10.1378/chest.103.1.143>. PMID:8417869
 25. Costa D, Forti EMP, Barbalho-Moulim MC, Rasera-Junior I. Study on pulmonary volumes and thoracoabdominal mobility in morbidly obese women undergoing bariatric surgery, treated with two different physical therapy methods. *Rev Bras Fisioter.* 2009;13(4):294-301. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552009005000041>.
 26. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J.* 2005;26(2):319-38. <http://dx.doi.org/10.1183/09031936.05.00034805>. PMID:16055882.
 27. Pereira CAC, Barreto SP, Simões JG, Pereira FWL, Gerstler JG, Nakatani J. Valores de referência para espirometria em uma amostra da população brasileira adulta. *J Pneumol.* 1992;18:10-22.
 28. Pereira CAC. Directives for pulmonary function tests. *J Pneumol.* 2002;28(3):1-82.
 29. 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.
 30. Scott J, Huskisson EC. Graphic representation of pain. *Pain.* 1976;2(2):175-84. [http://dx.doi.org/10.1016/0304-3959\(76\)90113-5](http://dx.doi.org/10.1016/0304-3959(76)90113-5). PMID:1026900.
 31. Downie WW, Leatham PA, Rhind VM, Wright V, Branco JA, Anderson JA. Studies with pain rating scales. *Ann Rheum Dis.* 1978;37(4):378-81. <http://dx.doi.org/10.1136/ard.37.4.378>. PMID:686873.
 32. Borghi-Silva A, Mendes RG, Costa FS, Di Lorenzo VAP, Oliveira CR, Luzzi S. The influences of positive end expiratory pressure (PEEP) associated with physiotherapy intervention in phase I cardiac rehabilitation. *Clinics (Sao Paulo).* 2005;60(6):465-72. <http://dx.doi.org/10.1590/S1807-59322005000600007>. PMID:16358136.
 33. Müller AP, Olandoski M, Macedo R, Costantini C, Guarita-Souza LC. Estudo comparativo entre a pressão positiva intermitente (Reanimador de Müller) e contínua no pós-operatório de cirurgia de revascularização do miocárdio. *Arq Bras Cardiol.* 2006;86(3):232-9. <http://dx.doi.org/10.1590/S0066-782X2006000300012>. PMID:16612452.
 34. The Acute Respiratory Distress Syndrome Network. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med.* 2000;342(18):1301-8. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJM200005043421801>. PMID:10793162.
 35. Smith MCL, Ellis ER. Is retained mucus a risk factor for the development of postoperative atelectasis and pneumonia? - Implications for the physiotherapist. *Physiother Theory Pract.* 2000;16(2):69-80. <http://dx.doi.org/10.1080/095939800407268>.
 36. Enzi G, Baggio B, Vianello A. Respiratory disturbances in visceral obesity. *Int J Obes.* 1990;14(Suppl 2):26.
 37. 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. PMID:9728848.

38. Gibson GJ. Obesity, respiratory function and breathlessness. *Thorax*. 2000;55(Suppl 1):S41-4. http://dx.doi.org/10.1136/thorax.55.suppl_1.S41. PMID:10943638.
39. Eichenberger A, Proietti S, Wicky S, Frascarolo P, Suter M, Spahn DR, et al. Morbid obesity and postoperative pulmonary atelectasis: an underestimated problem. *Anesth Analg*. 2002;95(6):1788-92. <http://dx.doi.org/10.1097/0000539-200212000-00060>. PMID:12456460.
40. Wadström C, Müller-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. PMID:1678648.
41. Ford GT, Rosenal TW, Clergue F, Whitelaw WA. Respiratory physiology in upper abdominal surgery. *Clin Chest Med*. 1993;14(2):237-52. PMID:8519170.
42. Franco AM, Torres FC, Simon IS, Morales D, Rodrigues AJ. Avaliação da ventilação não-invasiva com dois níveis de pressão positiva nas vias aéreas após cirurgia cardíaca. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2011;26(4):582-90. <http://dx.doi.org/10.5935/1678-9741.20110048>. PMID:22358273.
43. Forgiarini LA Jr, Carvalho AT, Ferreira TS, Monteiro MB, Dal Bosco A, Gonçalves MP, et al. Atendimento fisioterapêutico no pós-operatório imediato de pacientes submetidos à cirurgia abdominal. *J Bras Pneumol*. 2009;35(5):455-9. PMID:19547854.
44. Huerta S, DeShields S, Shpiner R, Li Z, Liu C, Sawicki M, et al. Safety and efficacy of postoperative continuous positive airway pressure to prevent pulmonary complications after Roux-en-Y gastric bypass. *J Gastrointest Surg*. 2002;6(3):354-8. [http://dx.doi.org/10.1016/S1091-255X\(01\)00048-8](http://dx.doi.org/10.1016/S1091-255X(01)00048-8). PMID:12022987.
45. Moore CE, Forrest M, Ammori B. Anaesthesia for obesity Surgery. *Anaesth Intensive Care Med*. 2011;12(7):280-2. <http://dx.doi.org/10.1016/j.mpaic.2011.04.015>.
46. Schumann R. Anaesthesia for bariatric surgery. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. 2011;25(1):83-93. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bpa.2010.12.006>. PMID:21516916.
47. 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. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-37132005000200007>.

Correspondence

Eli Maria Pazzianotto Forti

Universidade Metodista de Piracicaba
Rodovia do Açúcar, Km 156
CEP 13400-911, Piracicaba, SP, Brasil
e-mail: empforti@unimep.br