

Fisioter Bras 2019;20(2):172-8  
<https://doi.org/10.33233/fb.v20i2.2462>

## ARTIGO ORIGINAL

### Efeitos de um treinamento fisioterapêutico respiratório em indivíduos candidatos à cirurgia bariátrica

#### *Effects of respiratory physiotherapy training in candidates to bariatric surgery*

Silvana Mayara Pereira Magni\*, Patrícia Dall Agnol Bianchi, D.Sc.\*\*, Giovani Sturmer, D.Sc.\*\*, Graziela Valle Nicolodi\*\*\*\*, Kalina Durigon Keller, M.Sc.\*\*\*\*\*

\**Graduanda em Fisioterapia, Universidade de Cruz Alta/RS*, \*\**Docente do curso de fisioterapia da Universidade de Cruz Alta/RS*, \*\*\**Docente do curso de fisioterapia da Universidade de Cruz Alta/RS*, \*\*\*\**Doutoranda em Ciências da Saúde pela UFCSPA, Docente do curso de fisioterapia da Universidade de Cruz Alta/RS*, \*\*\*\*\**Docente do curso de fisioterapia da Universidade de Cruz Alta/RS*

Recebido em 5 de agosto de 2018; aceito em 12 de fevereiro de 2019.

**Endereço para correspondência:** Kalina Durigon Keller, Rua Doutor Borges de Medeiros 100 Centro 98005-110 Cruz Alta RS, E-mail [kkeller@unicruz.edu.br](mailto:kkeller@unicruz.edu.br); Silvana Mayara Pereira Magni: [mayarapmagn@hotmail.com](mailto:mayarapmagn@hotmail.com); Patrícia Dall Agnol Bianchi: [pbianchi@unicruz.edu.br](mailto:pbianchi@unicruz.edu.br); Giovani Sturmer: [gsturmer@unicruz.edu.br](mailto:gsturmer@unicruz.edu.br); Graziela Valle Nicolodi: [granicolodi@unicruz.edu.br](mailto:granicolodi@unicruz.edu.br)

## Resumo

A obesidade é uma doença crônica relacionada à incapacidade funcional, qualidade e expectativa de vida reduzida. Dentre as alterações provocadas por esta doença, estão aquelas relacionadas à mecânica respiratória. O presente estudo objetivou verificar a influência de um programa de treinamento fisioterapêutico sobre a força muscular respiratória em candidatas a cirurgia bariátrica, e correlacionar as variáveis antropométricas e índice de massa corporal (IMC) com os valores obtidos no pré-treinamento. Foram avaliados dados secundários obtidos nos prontuários de um Centro Terapêutico da Obesidade. A amostra foi composta por 107 indivíduos, com média de idade de  $37,2 \pm 12,03$  anos, peso de  $119,75 \pm 25,63$  kg e IMC  $42,90 \pm 7,93$  kg/m<sup>2</sup>. Houve melhora significativa ( $p < 0,0001$ ) na Pressão Inspiratória Máxima (PI<sub>máx</sub>) e na Pressão Expiratória Máxima (PE<sub>máx</sub>) após o treinamento. A PI<sub>máx</sub> apresentou correlação estatisticamente significativa fraca com o IMC ( $p = 0,002$ ), circunferência do quadril ( $p = 0,0067$ ), circunferência abdominal ( $p = 0,02$ ) e circunferência da cintura ( $p = 0,001$ ). Quando correlacionada a PE<sub>máx</sub> com os valores de circunferências do quadril ( $p = 0,04$ ), abdominal ( $p = 0,017$ ) e cintura ( $p = 0,017$ ), há uma correlação negativa significativa. A obesidade interfere na força muscular respiratória e um programa de treinamento da musculatura inspiratória e expiratória pode aumentar a força muscular e ser utilizada como recurso para prevenção de complicações pós-operatórias de cirurgia bariátrica.

**Palavras-chave:** obesidade, fisioterapia, mecânica respiratória.

## Abstract

Obesity is a chronic disease related to functional disability, quality and reduced life expectancy. Among the alterations caused by this disease, there are problems in respiratory mechanics. Thus, the present study aimed to verify the influence of a physiotherapeutic training program on respiratory muscle strength in candidates for bariatric surgery, and to correlate the anthropometric variables and body mass index (BMI) with the values obtained in the pre-training. Secondary data obtained from the medical records of a Therapeutic Obesity Center were evaluated. The sample consisted of 107 individuals, with a mean age of  $37.2 \pm 12.03$ , weight of  $119.75 \pm 25.63$  kg and BMI  $42.90 \pm 7.93$  kg/m<sup>2</sup>. There was significant improvement ( $p < 0.0001$ ) in Maximum Inspiratory Pressure (PI<sub>max</sub>) and Maximum Expiratory Pressure (PE<sub>max</sub>) after training. The PI<sub>max</sub> showed a statistically significant weak correlation with BMI ( $p = 0.002$ ), hip circumference ( $p = 0.0067$ ), abdomen circumference ( $p = 0.02$ ) and waist circumference ( $p = 0.001$ ). When correlated to PE<sub>max</sub> with values of hip circumferences ( $p = 0.04$ ), abdomen ( $p = 0.017$ ) and waist ( $p = 0.017$ ), there is a significant negative correlation. Obesity interferes in respiratory muscle strength and an

inspiratory and expiratory musculature training program can increase muscle strength and be used as a resource for the prevention of postoperative complications of bariatric surgery.

**Key-words:** obesity, physical therapy specialty, respiratory mechanics.

## Introdução

A obesidade é uma doença crônica, com etiologia multifatorial, e se associa principalmente a ingestão excessiva de alimentos altamente calóricos e industrializados, sedentarismo e ao estilo de vida moderno [1], afetando 671 milhões de pessoas em todo o mundo [2]. No Brasil 50% da população está acima do peso, o que representa um crescimento de 60% nos dez últimos anos [3], destacando o Brasil como um dos países com mais indivíduos obesos do mundo. Além disso, o estudo indicou que, em 2025, a prevalência de obesidade global poderá atingir 18% dos homens e 21% das mulheres [4].

No ano de 2016, o Brasil registrou 100.512 mil cirurgias bariátricas, sendo esta considerada uma das alternativas para perda de peso em obesos [5,6]. A indicação para realização desta cirúrgica é um IMC acima de 40 kg/m<sup>2</sup>, independente da presença de comorbidades ou IMC entre 35 e 40 kg/m<sup>2</sup> na presença de comorbidades, as quais estão especificadas na Resolução 2.131/2015 do CFM [7].

Além de alterações cardiorrespiratórias como aumento do trabalho respiratório, diminuição da capacidade de expansão torácica e obstrução ao fluxo aéreo [8], várias patologias estão relacionadas ao aumento da prevalência da obesidade, como diabetes, hipertensão arterial, depressão e doenças cardiovasculares [9]. Ainda, é relatada que a mecânica respiratória do obeso também pode ser prejudicada. Neste contexto, o aumento da adiposidade abdominal induz à limitação na mobilidade do diafragma e complacência torácica, aumento da pressão intra-abdominal, o que pode causar modificações do padrão e da musculatura respiratória, aumentando assim a resistência respiratória [10,11].

Pacientes obesos apresentam maior risco para o desenvolvimento de complicações pós-operatórias quando comparados a não obesos [12]. Com o objetivo de proporcionar melhor e mais rápida recuperação dos pacientes, o treinamento respiratório no período pré-operatório da cirurgia bariátrica tem se destacado como fator essencial para evitar complicações pós-operatórias. Os exercícios realizados objetivam promover expansão pulmonar, melhorar as capacidades, volumes e força muscular respiratória, contribuindo, dessa forma, para melhor ventilação e expectoração de secreções [13,14].

Desta maneira, o presente estudo teve por objetivo analisar a repercussão da obesidade sobre a força muscular respiratória e verificar a influência de um programa de treinamento fisioterapêutico em obesos candidatos à cirurgia bariátrica.

## Material e métodos

Trata-se de um estudo quase experimental realizado com indivíduos candidatos à cirurgia bariátrica de um Centro Terapêutico da Obesidade do interior do estado do Rio Grande do Sul. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CAAE 66919317.3.0000.5322, parecer de aprovação nº 2.085.012).

Foram incluídos no estudo os indivíduos de ambos os gêneros, com idades entre 18 e 63 anos que realizaram a cirurgia bariátrica através da técnica de bypass gástrico em “Y de Roux” no período de 2007 a 2017 neste Centro Terapêutico da Obesidade, sendo utilizados dados dos prontuários. Foram excluídos pacientes que realizaram apenas tratamento clínico da obesidade ou que não tinham os registros dos dados necessários para este estudo.

A força muscular respiratória foi avaliada através de um manovacuômetro com intervalo operacional de -120 a 120 cmH<sub>2</sub>O. Para obtenção da P<sub>Imáx</sub> e P<sub>Emáx</sub>, os indivíduos sustentavam o esforço respiratório em seu máximo durante aproximadamente dois segundos; registrando-se o maior valor obtido em três repetições, com diferença menor ou igual a 10%. Os valores obtidos foram analisados em comparação aos valores preditos por Neder *et al.* [15].

Após avaliação inicial, os indivíduos foram orientados a realizar o treinamento respiratório. O treinamento proposto neste estudo consistiu na realização das técnicas respiratórias de respiração diafragmática, respiração diafragmática com elevação dos membros superiores e respiração profunda fracionada em três tempos com elevação dos membros superiores. Além destes exercícios os indivíduos também utilizaram o incentivador da inspiração a fluxo da marca Respiro®. A orientação aos indivíduos foi que os mesmos realizassem os

exercícios diariamente, três vezes ao dia, sendo três séries de 10 repetições de cada. O treinamento, realizado no seu domicílio, teve duração de quinze dias antecedentes à cirurgia.

Foi utilizada a estatística descritiva como média, desvio padrão e percentual para a caracterização da amostra. Os dados de PIMáx e PEMáx foram comparados com os valores previstos utilizando o Teste t de Student pareado com nível de significância de 95% ( $p < 0,05\%$ ). As correlações dos dados antropométricos e IMC com PIMáx e PEMáx foram avaliadas através do teste de Pearson ( $p < 0,05\%$ ). Todas as análises foram realizadas no programa SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) versão 19.0.

## Resultados

A amostra foi composta por 107 indivíduos obesos, candidatos à cirurgia bariátrica, sendo 30% ( $n = 32$ ) do sexo masculino e 70% ( $n = 75$ ) do sexo feminino, com idades entre 18 e 63 anos.

**Tabela I - Caracterização da amostra.**

Variável	Média	DP
Idade (anos)	37,2	± 12,03
Peso (kg)	119,75	± 25,63
Altura (cm)	165	± 0,08
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	42,90	± 7,93
PI (cmH <sub>2</sub> O)	-85,40	± 25,52
PI %Previsto (cmH <sub>2</sub> O)	-85,25%	± 27,09
PE (cmH <sub>2</sub> O)	71,48	± 30,06
PE %Previsto (cmH <sub>2</sub> O)	70,68%	± 24,71
	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>Obesidade</b>	Grau I	8 7,48%
	Grau II	31 28,97%
	Grau III	68 63,55%

Dados apresentados em Média, Desvio Padrão e Percentual.

Na Tabela II é possível constatar que após o treinamento fisioterapêutico da musculatura respiratória ocorreu uma melhora significativa nos valores de Pressão Inspiratória Máxima ( $p < 0,0001$ ) com um incremento de 19,62%. Este resultado também foi observado para os valores de Pressão Expiratória Máxima ( $p < 0,0001$ ) que obtiveram um aumento expressivo de 24,17%, mesmo não tendo sido treinado diretamente.

**Tabela II - Valores de força muscular respiratória no pré-treino e pós-treino fisioterapêutico.**

	Pré-treino	Pós-treino	Teste t de Student para amostras pareadas
PIMáx (CmH <sub>2</sub> O)	-85,40 ± 25,52	-102,16 ± 21,05	<0,0001*
PEMáx (CmH <sub>2</sub> O)	71,48 ± 30,06	88,76 ± 25,33	<0,0001*

\*Significativo pelo Teste t de Student para amostras pareadas com nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ). Dados apresentados em Média e Desvio Padrão.

Para a verificação da influência da obesidade sobre a FMR, foram correlacionadas a PIMáx e PEMáx com o IMC e as medidas antropométricas.

**Tabela III - Correlações de medidas antropométricas e IMC com percentual do previsto para pressões respiratórias máximas no pré-treinamento.**

Variável		%Previsto PI	%Previsto PE
IMC	(r)	0,29*	-0,17 ns
Circunferência do quadril	(p)	0,002	0,07
	(r)	0,26*	- 0,20*
Circunferência abdominal	(p)	0,0067	0,04
	(r)	0,21 *	-0,23 *
Circunferência cintura	(p)	0,02	0,017
	(r)	0,32*	-0,23*
	(p)	0,001	0,017
Relação cintura quadril	(r)	0,05 ns	-0,15 ns
	(p)	0,61	0,12

\*Valor de coeficiente de correlação (r) significativo a 5% de Probabilidade de erro ( $p < 0,05$ ), ns = não significativo.

Ao correlacionar a PImáx com o IMC ( $p = 0,002$ ), com os valores de circunferência do quadril ( $p = 0,0067$ ), circunferência abdominal ( $p = 0,02$ ) e circunferência da cintura ( $p = 0,001$ ) foi possível observar uma correlação fraca, porém significativa. Assim, quanto maior forem estas variáveis, melhor é o percentual previsto da PImáx. Apenas a relação cintura/quadril (0,61) não apresentou correlação significativa com os valores de PImáx.

Ao correlacionar os valores de PEMáx, com as variáveis avaliadas, é possível observar uma correlação negativa fraca, porém significativa com a circunferência do quadril ( $p = 0,04$ ), circunferência abdominal ( $p = 0,017$ ) e circunferência da cintura ( $p = 0,017$ ). Quando correlacionada a PEMáx com o IMC ( $p = 0,07$ ) e a relação cintura/quadril ( $p = 0,12$ ) foi encontrada uma correlação negativa, muito fraca e não significativa.

## Discussão

A integridade e função da musculatura respiratória podem ser prejudicadas pela incisão cirúrgica na região do abdômen e caixa torácica, podendo acarretar complicações no pós-operatório, sendo embolia pulmonar, pneumonia e atelectasias as mais observadas, apresentando relação com a idade e à hipoventilação [16-18], além da incapacidade de respirar profundamente no período pós-operatório imediato [19].

Através deste estudo foi possível perceber a eficiência do programa fisioterapêutico realizado sobre a força muscular respiratória dos candidatos à cirurgia bariátrica. Este resultado vem ao encontro do apresentado em outros estudos com obesos candidatos à cirurgia bariátrica que receberam o treinamento respiratório contínuo com exercícios respiratórios semelhantes, durante 15 dias antecedentes à cirurgia, com melhoras de 48,24% [20] e 43,75% [21] na pressão inspiratória máxima, com treinamento 2 vezes por semana, além de ter sido observado o aumento da mobilidade torácica e consciência respiratória dos indivíduos obesos [22].

No presente estudo, a PImáx se correlacionou positivamente com o IMC, com os valores de circunferência do abdômen (CA), circunferência da cintura (CC) e circunferência do quadril (CQ), porém esta correlação ainda é fraca. Segundo alguns autores [23-25] a força muscular respiratória em obesos mórbidos pode ser aumentada devido à adaptação das fibras musculares esqueléticas que ocorre pela realização de esforços físicos no dia a dia para locomoção e para manter o corpo na posição ereta, considerando que ocorre uma sobrecarga inspiratória, promovendo um treinamento na musculatura inspiratória destes indivíduos. Corroborando estas afirmações, Paisani *et al.* [26] e Magnani e Cataneo [27] em estudo com 99 indivíduos obesos também observaram que as médias da força muscular respiratória estavam aproximadas com valores encontrados em indivíduos eutróficos.

Em contrapartida, outros autores, ao avaliarem o desempenho físico e respiratório em obesos, concluíram que o IMC não se correlacionava com a força muscular respiratória, no entanto constataram que esta se apresentou reduzida nos obesos e obesos mórbidos em comparação com valores de referência para sujeitos saudáveis, considerando que pode haver limitações na mecânica ventilatória neste grupo [28-30]. De acordo com Pouwels *et al.* [17], o impacto da obesidade no sistema respiratório pode variar em cada paciente e não pode ser previsto a partir do peso e/ou IMC isoladamente, pelo fato de que a avaliação do IMC não distingue massa magra de massa gorda, nem mesmo o estado nutricional e distribuição de gordura corporal.

Ao analisar os resultados encontrados para a PEmáx isoladamente, foi possível observar que esta apresentou correlação negativa com o IMC e variáveis antropométricas de CC, CA e CQ. A obesidade pode promover uma redução da força durante a expiração devido à redução da parede torácica, complacência pulmonar e maior resistência respiratória, dificultando a pressão expiratória máxima [31], o que está de acordo com Nunes *et al.* [32] que em estudo com 26 indivíduos obesos e com sobrepeso observaram fraqueza dos músculos expiratórios em 58% da amostra.

Apesar de o treinamento muscular respiratório ter sido realizado somente com técnicas de inspiração neste estudo, também foi constatado aumento da força muscular expiratória, inclusive com percentual de melhora acima do inspiratório. O que pode explicar esse fato é que o aumento da PEmáx pode ocorrer devido à própria ação mecânica aumentada nos músculos inspiratórios, gerando maior mobilidade toraco-abdominal, recrutando assim mais os músculos que atuam como acessórios da expiração, o que pode otimizar a função muscular [33].

## Conclusão

Com este estudo pode-se concluir que a obesidade interfere na força muscular respiratória e que o programa de treinamento específico, proposto neste estudo, realizado por candidatos a cirurgia bariátrica é eficiente para aumentar a força dos músculos inspiratórios e expiratórios, podendo ser utilizado como estratégia de prevenção a complicações pós-operatórias de cirurgia bariátrica.

As limitações desta pesquisa foram relativas à impossibilidade de acompanhamento dos pacientes no treinamento respiratório e o fato da amostra não ser estratificada por gênero, apesar dos valores preditos de PImáx e PEmáx terem sido calculados separadamente para o gênero feminino e masculino. Assim, sugere-se que mais estudos sejam realizados nesta área, uma vez que a obesidade está cada vez mais se destacando como um problema de saúde pública mundial, com elevados índices de morbimortalidade.

## Referências

1. World Health Organization. Obesity and Overweight, 2016. [online]. [citado em 2017 Nov 11]. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/index.html>
2. Ng M, Fleming T, Robinson M, Thomson B, Graetz N, Margono C, et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet* 2014;384(9945):766-81. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)60460-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)60460-8)
3. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Doenças e Agravos não transmissíveis e Promoção da Saúde. Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico, Vigitel 2016. Brasília: Ministério da Saúde; 2017. 162 p.
4. Di Cesare M, Bentham J, Stevens GA, Zhou B, Danaei G, Lu Y et al. Trends in adult body-mass index in 200 countries from 1975 to 2014: a pooled analysis of 1698 population-based measurement studies with 19.2 million participants. *Lancet* 2016;387(10026):1377-96. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(16\)30054-x](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(16)30054-x)
5. Sociedade Brasileira de Cirurgia Bariátrica. Obesidade no Brasil. [online]. [citado 2017 Nov 5]. Disponível em: <http://www.sbcbm.org.br/obesidade-no-brasil>.
6. Angrisani L, Santonicola A, Iovino P, Formisano G, Buchwald H, Scopinaro N. Bariatric Surgery Worldwide 2013. *Obes Surg* 2015;25(10):1822-32. <https://doi.org/10.1007/s11695-015-1657-z>.
7. Conselho Federal de Medicina. Resolução do CFM Nº 2.131, de 13 de Janeiro de 2016. [online]. [citado 2017 Out 5]. Disponível em: [http://www.portalmedico.org.br/resolucoes/CFM/2015/2131\\_2015.pdf](http://www.portalmedico.org.br/resolucoes/CFM/2015/2131_2015.pdf).
8. Carvalho JS, Vieira FS, Binotto FB, Naoko DS, Moreira TP, Fernandes LC. Obesidade grau II leva a importantes alterações na capacidade cardiorrespiratória. *Fisioter Bras* 2017;18(3):276-83. <https://doi.org/10.33233/fb.v18i3.1050>
9. Melo ME. Doenças desencadeadas ou agravadas pela obesidade. Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e Síndrome Metabólica-ABESO. [online]. [citado 2017 Out 10]. Disponível em: <http://www.abeso.org.br/uploads/downloads/3/5521afaf13cb9.pdf>.

10. Dixon AE, Peters U. The effect of obesity on lung function. *Expert Rev Respir Med* 2018;12(9):755-67. <https://doi.org/10.1080/17476348.2018.1506331>
11. Melo LC, Silva MAMd, Calles ACN. Obesity and lung function: a systematic review. *Einstein* 2014;12:120-5. <https://doi.org/10.1590/s1679-45082014rw2691>
12. Liakopoulos V, Franzén S, Svensson AM, Miftaraj M, Ottosson J, Näslund I, et al. Pros and cons of gastric bypass surgery in individuals with obesity and type 2 diabetes: nationwide, matched, observational cohort study. *BMJ Open*. 2019. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-023882>
13. Barbalho-Moulim MC, Miguel GPS, Forti EMP, Campos FA, Costa D. Effects of preoperative inspiratory muscle training in obese women undergoing open bariatric surgery: respiratory muscle strength, lung volumes, and diaphragmatic excursion. *Clinics* 2011;66:1721-7. <https://doi.org/10.1590/s1807-59322011001000009>
14. Niehues JR, Gonzáles I, Lemos RR, Haas P. Pilates method for pulmonary function and functional capacity in obese adults. *Alternar Ther Health Med* 2015;21(5):73-80.
15. 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;32:719-27. <https://doi.org/10.1590/s0100-879x1999000600007>
16. Guedes GP, Barbosa YRA, Holanda G. Correlação entre força muscular respiratória e tempo de internação pós-operatório. *Fisioter Mov* 2017;22(4).
17. Pouwels S, Smeenk FW, Manschot L, Lascaris B, Nienhuijs S, Bouwman RA et al. Perioperative respiratory care in obese patients undergoing bariatric surgery: Implications for clinical practice. *Respir Med* 2016;117:73-80. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2016.06.004>
18. Baltieri L, Souza FSP, Junior IR, Montebelo MIL, Costa D, Forti EMP. Analysis of the prevalence of atelectasis in patients undergoing bariatric surgery. *Braz J Anesthesiol* 2016;66(6):577-582. <https://doi.org/10.1016/j.bjane.2014.11.016>
19. Mendonça J, Pereira H, Xará D, Santos A, Abelha FJ. Obese patients: Respiratory complications in the post-anesthesia care unit. *Revista Portuguesa de Pneumologia* 2014;20(1):12-19. <https://doi.org/10.1016/j.rppnen.2013.04.002>
20. Silva AKMB. Efeitos da fisioterapia respiratória pré-operatória em pacientes candidatos à cirurgia bariátrica [Dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo (USP); 2009.
21. 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;11:156-60. <https://doi.org/10.1590/S0104-11692003000200003>.
22. Veloso APLR, Cusmanich KG. Evaluation of the thoracoabdominal mobility of obese subjects in pre-bariatric surgery. *Arq Bras Cir Dig* 2016;29:39-42. <https://doi.org/10.1590/0102-6720201600s10011>
23. Simoneau JA, Veerkamp JH, Turcotte LP, Kelley DE. Markers of capacity to utilize fatty acids in human skeletal muscle: relation to insulin resistance and obesity and effects of weight loss. *FASEB J* 1999;13(14):2051-60. <https://doi.org/10.1096/fasebj.13.14.2051>
24. Tanner CJ, Barakat HA, Dohm GL, Pories WJ, MacDonald KG, Cunningham PR, et al. Muscle fiber type is associated with obesity and weight loss. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2002;282(6):E1191-6. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00416.2001>
25. Santiago-Recuerda A, Gómez-Terrerros FJ, Caballero P, Martín-Duce A, Soletto MJ, Vesperinas G, et al. Relationship between the upper airway and obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome in morbidly obese women. *Obes Surg* 2007;17(5):689-97. <https://doi.org/10.1007/s11695-007-9120-4>
26. Paisani DM, Chiavegato LD, Faresin SM. Volumes, capacidades pulmonares e força muscular respiratória no pós-operatório de gastroplastia. *J Bras Pneumol* 2005;31:125-32. <https://doi.org/10.1590/s1806-37132005000200007>
27. Magnani KL, Cataneo AJM. Respiratory muscle strength in obese individuals and influence of upper-body fat distribution. *Sao Paulo Med J* 2007;125:215-9. <https://doi.org/10.1590/s1516-31802007000400004>
28. Soares KKD, Gomes ÉLFD, Beani Júnior A, Oliveira LVFd, Sampaio LMM, Costa D. Avaliação do desempenho físico e funcional respiratório em obesos. *Fisioter Mov* 2011;24:697-704. <https://doi.org/10.1590/s0103-51502011000400014>
29. Carpio C, Santiago A, Lorenzo AG, Alvarez-Sala RR. Función pulmonar y obesidad. *Nutr Hosp* 2014;30(5):1054-62. <http://doi.org/10.3305/nh.2014.30.5.8042>

30. Sant' Anna Junior M, Oliveira JEP, Carneiro JRI, Guimarães FS, Torres DDFM, Moreno AM, Carvalho R. Força muscular respiratória de mulheres obesas mórbidas e eutróficas. *Fisioter Pesqui* 2011;18(2):122-126. <https://doi.org/10.1590/s1809-29502011000200004>
31. Sant' Anna Junior M, Carvalho RF, Carneiro JRI, Lapa MS, Zin WA, Lugon JR et al. Associação entre a mecânica respiratória e função autonômica na obesidade mórbida. *Rev Port Pneumol* 2014;20:31-5. <https://doi.org/10.1016/j.rppneu.2013.06.009>
32. Nunes IF, Paiva V, Schuster RC. Avaliação da força muscular respiratória em adultos obesos hígidos. *Rev Bras Fisioter* 2010;14(Supl1):558.
33. Veloso AALR, Cusmanich KG. Avaliação da mobilidade toracoabdominal dos obesos no pré-operatório de cirurgia bariátrica. *Arq Bras Cir Dig* 2016;29(1):39-42. <https://doi.org/10.1590/0102-6720201600S10011>