

# Força muscular respiratória de mulheres obesas mórbidas e eutróficas

## *Respiratory muscle strength in morbidly obese and eutrophic women*

Maurício de Sant Anna Junior<sup>1,2</sup>, Jose Egidio Paulo de Oliveira<sup>3</sup>, João Regis Ivar Carneiro<sup>4</sup>, Fernando Silva Guimarães<sup>5,8</sup>, Diego de Faria Magalhães Torres<sup>2,6</sup>, Adalgiza Mafra Moreno<sup>2</sup>, José Fernandes Filho<sup>7</sup>, Renata Carvalhal<sup>6</sup>

Hospital Universitário Clementino Fraga Filho, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (HUCFF-UFRJ).

<sup>1</sup> Mestre em Ciências da Atividade Física; Fisioterapeuta do Programa de Tratamento Multidisciplinar da Obesidade do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da UFRJ Universidade Federal do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

<sup>2</sup> Docentes do Departamento de Fisioterapia do Centro Universitário Plínio Leite (UNIPLI) – Niterói (RJ), Brasil.

<sup>3</sup> Médico Endocrinologista pela UFRJ; Professor Titular da Faculdade de Medicina da UFRJ – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

<sup>4</sup> Médico Endocrinologista do Programa de Tratamento Multidisciplinar da Obesidade do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da UFRJ – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

<sup>5</sup> Fisioterapeuta pela UFRJ; Professor Adjunto do Curso de Fisioterapia da Faculdade de Medicina da UFRJ – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

<sup>6</sup> Fisioterapeuta do Programa de Tratamento Multidisciplinar da Obesidade do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da UFRJ – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

<sup>7</sup> Professor Adjunto da Escola de Educação Física e Desportos da UFRJ – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

<sup>8</sup> Fisioterapeuta; Professor Adjunto do Mestrado em Ciências da Reabilitação do Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM) – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

### ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:

Maurício de Sant Anna Jr – Rua Desembargador Felício Panza, 92 – Santa Rosa – CEP: 24240-145 – Niterói (RJ), Brasil – E-mail: mauriciojr@hucff.ufrj.br

APRESENTAÇÃO  
maio 2010

ACEITO PARA PUBLICAÇÃO  
jan. 2011

FONTE DE FINANCIAMENTO:  
nenhuma

CONFLITO DE INTERESSE:  
nada a declarar

Trabalho apresentado no 17th ESPRM  
European Congress of Physical and  
Rehabilitation Medicine.

**RESUMO:** A obesidade mórbida é uma condição clínica que afeta a capacidade funcional, sendo a musculatura respiratória igualmente comprometida. Objetivou-se avaliar a força muscular inspiratória e expiratória de mulheres obesas mórbidas (MO) e eutróficas (ME). Estudo transversal com amostra composta por 21 mulheres (14 MO e 7 ME), pareadas pela idade e altura. A avaliação da força muscular inspiratória e expiratória foi realizada por meio da verificação das pressões inspiratória e expiratória por manovacuometria. Quando comparadas as pressões respiratórias estáticas máximas obtidas com os valores preditos para ME e MO, constata-se que as do primeiro grupo apresentam valores de  $P_{\text{Imáx}}=119,14\pm 1,9$  cmH<sub>2</sub>O (152% do predito) e  $P_{\text{Emáx}}=141,1\pm 10,2$  cmH<sub>2</sub>O (98,5% do predito) dentro dos limites de normalidade ou acima, enquanto no grupo de obesas mórbidas os valores de  $P_{\text{Imáx}}=66\pm 18,7$  cmH<sub>2</sub>O (84,3% do predito) e  $P_{\text{Emáx}}=78,4\pm 14,2$  cmH<sub>2</sub>O (54,3% do predito) foram inferiores aos preditos. Comparando-se as pressões respiratórias estáticas máximas obtidas de MO com ME, observa-se diferença significativa tanto para os valores de  $P_{\text{Imáx}}$  ( $66\pm 18,7$  versus  $119\pm 1,9$  cmH<sub>2</sub>O) como  $P_{\text{Emáx}}$  ( $78,4\pm 14,2$  versus  $141,14\pm 10,20$ ) com significância estatística de 0,001. Conclui-se que a força muscular respiratória é marcadamente diminuída em MO, quando comparadas a ME.

**DESCRIPTORES:** obesidade mórbida; promoção da saúde; fisioterapia.

**ABSTRACT:** The morbid obesity is a clinical condition that affects functional capacity, and the respiratory muscles are also impaired. This study aimed to evaluate the inspiratory and expiratory muscle strength of morbidly obese women (OW) and eutrophic women (EW). Cross-sectional study, whose sample was composed by 21 women (14 OW and 7 EW) paired by age and height. Inspiratory and expiratory muscle strength evaluation was carried out by means of maximal inspiratory and expiratory pressure recordings (MIP and MEP, respectively) using manovacuometry. When comparing the maximal static respiratory pressures with predicted values for OW and EW, we observed that EW presented values of  $MIP=119.14\pm 1.9$  cmH<sub>2</sub>O (152% of predicted value) and  $MEP=141.1\pm 10.2$  cmH<sub>2</sub>O (98.5% of predicted value) within or above normal limits, while in OW group,  $MIP=66\pm 18.7$  cmH<sub>2</sub>O (84.3% of predicted value) and  $MEP=78.4\pm 14.2$  cmH<sub>2</sub>O (54.3% of predicted value) were lower than the predicted values. When comparing maximal static respiratory pressures of OW and EW, we observed a significant difference for MIP ( $66\pm 18.7$  versus  $119\pm 1.9$  cmH<sub>2</sub>O) and MEP ( $78.4\pm 14.2$  versus  $141.14\pm 10.20$ ) with statistical significance of 0.001. We conclude that respiratory muscle strength is notably decreased in OW when compared to EW.

**KEYWORDS:** obesity, morbid; health promotion; physical therapy.

## INTRODUÇÃO

Atualmente, o excesso de peso apresenta-se como um problema alarmante de saúde pública mundial. Sua prevalência vem aumentando consideravelmente nos últimos anos, o que justifica pensar que as sociedades modernas estão atravessando uma epidemia de obesidade<sup>1,2</sup>.

De etiologia multifatorial, sua origem pode ser explicada por distúrbios nutricionais, distúrbios genéticos, psíquicos, condições socioeconômicas, pelo sedentarismo, dentre outros fatores<sup>3</sup>.

A obesidade pode ser classificada utilizando-se o índice de massa corporal (IMC), obtido por meio da equação peso/altura<sup>2</sup>, considerando-se os intervalos de 30-34,9 kg/m<sup>2</sup> para o diagnóstico de obesidade grau I, 35-39,9 kg/m<sup>2</sup> para obesidade grau II e  $\geq 40$  kg/m<sup>2</sup> para obesidade grau III, também denominada de obesidade mórbida<sup>4</sup>. A partir de 50 e 60 kg/m<sup>2</sup>, o indivíduo é considerado super-obeso ou super-super obeso, respectivamente<sup>5</sup>.

A obesidade mórbida está diretamente relacionada à deterioração da capacidade cardiorrespiratória, provocando importantes alterações como: redução da capacidade residual funcional e do volume de reserva expiratório<sup>6</sup>, aumento do trabalho muscular respiratório<sup>4,7</sup>, síndrome de hipoventilação<sup>8,9</sup> e síndrome da apneia obstrutiva do sono (SAOS)<sup>10</sup>. Essas alterações na função respiratória são decorrentes de fatores como gênero e distribuição da gordura corporal (ginecoide ou androide), além da relação direta entre o aumento do IMC e a limitação ventilatória<sup>6</sup>, evidenciando-se que indivíduos com IMC entre 50 e 60 kg/m<sup>2</sup> apresentam um padrão de deterioração maior que indivíduos de IMC na faixa de 40 a 49 kg/m<sup>2</sup> (10).

As medidas de pressão inspiratória máxima ( $P_{Im\acute{a}x}$ ) e pressão expiratória máxima ( $P_{Em\acute{a}x}$ ) permitem quantificar a força dos músculos respiratórios<sup>11,12</sup> de forma prática e não invasiva. Alguns autores demonstram relação entre a obesidade mórbida e a redução de  $P_{Im\acute{a}x}$  e  $P_{Em\acute{a}x}$ <sup>13</sup>, porém não existe um consenso sobre tal condição<sup>14</sup>, além de serem poucos os estudos realizados com amostra composta também por super-obesos. Assim,

o objetivou-se avaliar a força muscular inspiratória e expiratória de mulheres obesas mórbidas (MO) e mulheres eutróficas (ME).

## MÉTODOS

Estudo transversal, no qual foram entrevistadas 21 mulheres, posteriormente divididas em 2 grupos. O primeiro foi composto por 14 MO e o segundo, por 7 ME. Todas as pacientes assinaram termo de consentimento livre e esclarecido, conforme resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, tendo sido o trabalho aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP-HUCFF processo 077/09).

Foram adotados como critérios de exclusão: instabilidade hemodinâmica no momento da avaliação, insuficiência cardíaca (evidenciada por meio de ecocardiograma bi-dimensional transtorácico), doença pulmonar previamente diagnosticada, tabagismo, história de apneia do sono e/ou hipersonolência diurna avaliada pela escala de Epworth<sup>15</sup> e praticantes de atividades físicas regulares. Das 14 MO entrevistadas, 4 foram excluídas (2 por hipersonolência, 1 por tabagismo e 1 por instabilidade hemodinâmica).

As MO foram recrutadas no Programa de Tratamento Multidisciplinar da Obesidade do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro (HUCFF – UFRJ). As ME foram recrutadas na Clínica Escola de Fisioterapia do Centro Universitário Plínio Leite (UNIPLI) e, posteriormente, pareadas pela idade e altura.

A avaliação da força muscular inspiratória e expiratória foi realizada por meio da verificação das pressões inspiratória e expiratória máximas ( $P_{Im\acute{a}x}$  e  $P_{Em\acute{a}x}$ , respectivamente), de acordo com o método descrito por Black e Hyatt<sup>11</sup>. Utilizou-se manovacuômetro analógico (M120 – healthcare 2001), com o bucal apresentando orifício de 2 mm, objetivando dissipar as pressões geradas pela musculatura da face e da orofaringe.

Foram realizadas três aferições para cada indivíduo, com intervalo de dois minutos entre elas, considerando-se para análise a melhor medida obtida

por ambos os grupos. Para valores preditos, os grupos foram considerados de acordo com as diretrizes para testes de função pulmonar estabelecidas pela Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia<sup>16</sup>.

O tamanho apropriado da amostra foi calculado ajustando-se o poder do teste estatístico para 0,8 e o erro  $\alpha$  para 0,05. Para análise dos resultados e confecção do gráfico, foram utilizados os programas SigmaStat 3.1 (Jandel Scientific, San Rafael, CA, USA) e SigmaPlot 9.01 (Jandel Scientific, San Rafael, CA, USA), respectivamente. A distribuição dos dados foi verificada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov (com a correção de Lilliefors) e homogeneidade de variâncias (teste de Levene). Os grupos foram comparados por meio do teste de Mann-Whitney, considerando-se as diferenças significativas  $\alpha \leq 0,05$ .

## RESULTADOS

A partir da análise dos dados, observou-se que MO e ME não apresentam diferenças quanto à idade e altura, conforme descrito na Tabela 1.

As MO apresentaram valores de pressões respiratórias menores do que as ME. As MO apresentaram valores inferiores ao predito para  $P_{Im\acute{a}x}$  (34%) e  $P_{Em\acute{a}x}$  (45,7%).

Já as ME apresentaram valores de  $P_{Im\acute{a}x}$  33% acima do predito, porém sem significância estatística. Os valores de  $P_{Em\acute{a}x}$  foram compatíveis com o predito, com uma diferença de 2% a menos e mediana e moda de 145 cmH<sub>2</sub>O. Esses resultados podem ser visualizados na Tabela 2.

Comparando-se as pressões respiratórias estáticas máximas obtidas por MO e ME, observa-se diferença significativa para os valores tanto de  $P_{Im\acute{a}x}$  como de  $P_{Em\acute{a}x}$  ( $p < 0,01$ , Tabela 2).

## DISCUSSÃO

Este estudo demonstrou que mulheres com obesidade mórbida apresentam redução da força muscular inspiratória e expiratória. Lourenço foi o pioneiro na descrição das alterações da musculatura ventilatória em obesos mórbidos<sup>17</sup>.

Nossos resultados encontram-se de acordo com os de Rochester e Enson<sup>13</sup>, que evidenciaram redução de 30 a 40% da  $P_{Imáx}$  em indivíduos obesos quando comparados aos não obesos; neste estudo, encontrou-se uma redução de 87% na  $P_{Imáx}$ . Porém, cabe ressaltar que os obesos mórbidos da amostra de Rochester e Enson são portadores de síndrome de hipoventilação, fato não avaliado em nossos pacientes.

Sood<sup>18</sup> descreveu alteração de 60% da  $P_{Imáx}$  em obesos mórbidos, quando comparados a indivíduos eutróficos pareados por idade, sexo e altura. Esse declínio na pressão respiratória estática assemelha-se aos resultados obtidos neste trabalho, porém a amostra daquele autor foi composta apenas por homens. Podemos inferir, ao comparar nossos resultados, que a deterioração da musculatura ventilatória ocorre em ambos os sexos, uma vez que, em nosso estudo, observaram-se apenas mulheres.

Chlif et al.<sup>19</sup> avaliaram a força muscular respiratória de homens obesos. Nesse estudo, os autores compararam oito obesos com dez controles eutróficos da mesma idade e estatura, constatando alterações significativas de  $P_{Imáx}$  e  $P_{Emáx}$  em relação aos eutróficos, além de encontrarem uma relação positiva entre o aumento do IMC e o declínio da  $P_{Imáx}$ . Vale destacar que o IMC dos componentes de nosso estudo apresentam IMC superior aos de Chlif ( $42 \pm 0,9 \text{ kg/m}^2$ ) e, em nossa amostra, esse valor pode ser classificado como super-obesidade, sendo este um dos poucos trabalhos da literatura envolvendo tal grupo de indivíduos em virtude da dificuldade de acesso a esse grupo.

As alterações na função muscular respiratória podem ocorrer em virtude das limitações na mecânica ventilatória apresentadas por indivíduos obesos mórbidos<sup>18-20</sup>. Para que indivíduos obesos mórbidos possam produzir um trabalho ventilatório próximo ao de pessoas não obesas, torna-se necessária uma maior atividade da musculatura diafragmática<sup>21</sup>.

A distribuição da gordura é um fator que pode influenciar diretamente no desempenho da musculatura respiratória em decorrência da compressão exercida na região diafragmática, ocasionando

**Tabela 1. Análise descritiva da amostra (idade e antropometria)**

Variáveis	MO (n=10)	ME (n=7)	p
Idade (anos)	49,60±13,43	49,71±4,92	0,60
Altura (m)	1,60±0,07	1,61±0,09	0,66
Peso (kg)	140,72±19,80	65,14±7,51	<0,01
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	55,03±6,94	24,97±2,95	<0,01

MO: mulheres obesas; ME: mulheres eutróficas; IMC: índice de massa corporal. Valores apresentados por meio de média±desvio padrão.

**Tabela 2. Pressões respiratórias estáticas máximas previstas e obtidas de mulheres obesas mórbidas (MO) e eutróficas (ME)**

Variáveis (cmH <sub>2</sub> O)	MO (n=10)	ME (n=7)
$P_{Imáx}$		
Obtida	66,22±18,71*	119,14±1,91
% do predito	84,3	152
Mediana	68	120
Moda	80	120
$P_{Emáx}$		
Obtida	78,40±14,20*	141,14±10,20
% do predito	54,3	98,5
Mediana	78	145
Moda	84	145

$P_{Imáx}$ : pressão inspiratória máxima;  $P_{Emáx}$ : pressão expiratória máxima. Valores apresentados por meio de média±desvio padrão.

\*p<0,001.

um encurtamento de fibras musculares, além de diminuir a relação tensão-comprimimento e interferindo diretamente na capacidade do músculo em gerar força<sup>22-25</sup>. A não verificação da distribuição da gordura dos componentes de nossa amostra não nos permite observações precisas.

No presente estudo, calcularam-se as pressões respiratórias estáticas previstas para as MO e ME, por meio das equações:  $P_{Imáx} = 104 - 0,51 \times \text{idade}$  e  $P_{Emáx} = 170 - 0,53 \times \text{idade}$ <sup>16</sup>. Optou-se pela utilização dessa fórmula em virtude de as demais opções apresentadas na literatura levarem em consideração a variável peso corporal, o que acarretaria em  $P_{Imáx}$  e  $P_{Emáx}$  superestimadas para MO.

Neste estudo, encontramos uma redução considerável da  $P_{Emáx}$  em MO quando comparado ao predito. Acredita-se que tal fato ocorra em virtude da limitação funcional da musculatura expiratória, principalmente abdominal, decorrente da obesidade.

Gallagher et al.<sup>2</sup> investigaram o quanto a capacidade cardiorrespiratória de obesos mórbidos é comprometida, comparando-os a pacientes portadores de insuficiência cardíaca (IC). Concluiu-se que pacientes obesos mórbidos apresentaram capacidade cardiorrespiratória próxima à dos pacientes portadores de IC classe funcional III e IV pela *New York Heart Association* (NYHA), caracterizando a obesidade como um fator preponderante no declínio da capacidade cardiorrespiratória.

Uma vez que as alterações funcionais da musculatura respiratória, tais como diminuição da força e resistência, decorrentes da IC, são processos muito bem documentados na literatura<sup>26,27</sup> e o treinamento muscular respiratório apresenta resultados satisfatórios no que diz respeito à melhora no consumo de oxigênio, aumento na distância percorrida em teste de caminhada de seis minutos, e melhora na qualidade de vida<sup>28-30</sup>, tal estratégia poder ser utilizada mulheres

obesas. Estudo recente realizado por nosso grupo demonstrou que a utilização de treinamento muscular respiratório em pacientes obesos mórbidos, com média de IMC acima de 50 kg/m<sup>2</sup>, associada a outras técnicas fisioterapêuticas, foi capaz de aumentar a força e a resistência da musculatura respiratória, tornando  $P_{\text{Imáx}}$  e  $P_{\text{Emáx}}$  maiores que os valores preditos<sup>31</sup>.

A distribuição de gordura (androide ou ginecoide) é uma condição que pode influenciar na capacidade respiratória de indivíduos obesos<sup>10</sup>. A não verificação dessa variável em nosso estudo não nos deixou a possibilidade de inferir, dentro da amostra analisada, quem apresentava as maiores alterações de  $P_{\text{Imáx}}$  e  $P_{\text{Emáx}}$  e qual a relação com a distribuição de gordura. O fato de as MO não terem exame

de gasometria arterial impossibilitou a identificação de portadoras de síndrome de hipoventilação.

## CONCLUSÃO

Conclui-se que a força muscular respiratória é marcadamente diminuída em MO, quando comparadas a ME.

## REFERÊNCIAS

- Orpana HM, Berthelot JM, Kaplan MS, Feeny DH, McFarland B, Ross NA. BMI and mortality: results from a national longitudinal study of Canadian adults. *Obesity (Silver Spring)*. 2010;18(1):214-8.
- Aurichio TR, Rebelatto JR, Castro AP. Obesidade em idosos do Município de São Carlos, SP e sua associação com diabetes melito e dor articular. *Fisioter Pesqui*. 2010;17(2):114-7.
- Nunes MA, Olinto MTA, Barros FC, Camey S. Influência da percepção do peso e do índice de massa corporal nos comportamentos alimentares anormais. *Rev Bras Psiquiatr*. 2001;23(1):21-7.
- Villiot-Danger JC, Villiot-Danger E, Borel JC, Pépin JL, Wuyam B, Vergès S. Respiratory muscle endurance training in obese patients. *Int J Obes (Lond)*. 2011;35(5):692-9.
- Renquist K. Obesity classification. *Obes Surg*. 1997;7(6):523.
- Behazin N, Jones SB, Cohen RI, Loring SH. Respiratory restriction and elevated pleural and esophageal pressures in morbid obesity. *J Appl Physiol*. 2010;108(1):212-8.
- Kress JP, Pohlman AS, Alverdy J, Hall JB. The impact of morbid obesity on oxygen cost of breathing (VO<sub>2</sub>RESPI) at rest. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999;160(3):883-6.
- Brown LK. Hypoventilation syndromes. *Clin Chest Med*. 2010;31(2):249-70.
- Piper A. Obesity hypoventilation syndrome: therapeutic implications for treatment. *Expert Rev Respir Med*. 2010;4(1):57-70.
- Ahmed MH, Byrne CD. World. Obstructive sleep apnea syndrome and fatty liver: association or causal link? *World J Gastroenterol*. 2010;16(34):4243-52.
- Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Resp Dis*. 1969;99(5):697-702.
- Epstein SK. An overview of respiratory muscle function. *Clin Chest Med*. 1994;15(4):619-39.
- Rochester DF, Enson Y. Current concepts in the pathogenesis of the obesity-hypoventilation syndrome. *Am J Med*. 1974;57(3):402-20.
- Luce JM. Respiratory Complications of obesity. *Chest*. 1980;78(4):628-31.
- Johns MW. A new method for measuring daytime sleepiness: the Epworth sleepiness scale. *Sleep*. 1991;14(6):540-5.
- Pereira CAC, Neder JA. Diretrizes para testes de função pulmonar. *J Pneumol*. 2002;28(Supl 3):S1-S238.
- Lourenço RV. Diaphragm activity in obesity. *J Clin Invest*. 1969;48(9):1609-14.
- Sood A. Altered resting and exercise respiratory physiology in obesity. *Clin Chest Med*. 2009;30(3):445-54.
- Chlif M, Keochkerian D, Mourlhon C, Choquet D, Ahmaidi S. Noninvasive assessment of the tension-time index of inspiratory muscle at rest in obese male subjects. *Int J Obes (Lond)*. 2005;29(2):1478-83.
- Poole DC, Sexton WL, Farkas GA, Powers SK, Reid MB. Diaphragm structure and function in health and disease. *Med Sci Sports Exerc*. 1997;29(6):738-54.
- Chaunчайyakul R, Groeller H, Clarke JR, Taylor NA. The impact of aging and habitual physical activity on static respiratory work at rest and during exercise. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol*. 2004;287(6):L1098-106.
- Farkas GA, Schlenker EH. Pulmonary ventilation and mechanics in morbidly obese Zucker rats. *Am J Respir Crit Care Med*. 1994;150(2):356-62.
- Naimark A, Cherniack RM. Compliance of the respiratory system and its components in health and obesity. *J Appl Physiol*. 1960;15:377-82.
- Laghi F, Tobin MJ. Disorders of the respiratory muscles. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003;168(1):10-48.
- Lourenço RV. Diaphragm activity in obesity. *J Clin Invest*. 1969;48(9):1609-14.

## Referências (cont.)

---

26. Clark AL, Poole-Wilson PA, Coats AJS. Exercise limitation in chronic heart failure: central role of the periphery. *J Am Coll Cardiol.* 1996;28(5):1092-102.
27. Hunt SA, Abraham CWT, Chin MH, Feldman AM, Francis GS, Ganiats TG, Jessup M, Konstam MA, Mancini DM, Michl K, Oates JA, Rahko PS, Silver MA, Stevenson LW, Yancy CW, Antman EM, Smith SC Jr, Adams CD, Anderson JL, Faxon DP, Fuster V, Halperin JL, Hiratzka LF, Jacobs AK, Nishimura R, Ornato JP, Page RL, Riegel B; American College of Cardiology; American Heart Association Task Force on Practice Guidelines; American College of Chest Physicians; International Society for Heart and Lung Transplantation; Heart Rhythm Society. ACC/AHA 2005 Guideline Update for the Diagnosis and Management of Chronic Heart Failure in the Adult: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Update the 2001 Guidelines for the Evaluation and Management of Heart Failure): developed in collaboration with the American College of Chest Physicians and the International Society for Heart and Lung
28. Dall'Ago P, Chiappa GR, Guths H, Stein R, Ribeiro JP. Inspiratory Muscle Training in patients with heart failure and inspiratory muscle weakness: a randomized trial. *J Am Coll Cardiol.* 2006;47(4):757-63.
29. Chiappa GR, Roseguini BT, Vieira PJ, Alves CN, Tavares A, Winkelmann ER, et al. Inspiratory muscle training improves blood flow to resting and exercising limbs in patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol.* 2008;51(17):1663-71.
30. Ribeiro JP, Chiappa GR, Neder JA, Frankenstein L. Respiratory muscle function and exercise intolerance in heart failure. *Curr Heart Fail Rep.* 2009;6(2):95-101.
31. Sant Anna Jr M, Carvalhal R, Carneiro JRI, Torres DFM, Moreno AM, Xerez DR, et al. A physiotherapy program improves respiratory muscle function in morbidly obese patients. *Minerva Med v. Sup.* p. 162-163, 2010.