

# Comparação da força muscular respiratória entre idosos após acidente vascular cerebral

## Comparison of respiratory muscle strength between elderly subjects after a stroke

Soraia Micaela Silva<sup>1</sup>, João Carlos Ferrari Corrêa<sup>2</sup>, Fernanda Cordeiro da Silva<sup>3</sup>, Luciana Maria Malosá Sampaio<sup>2</sup>, Fernanda Ishida Corrêa<sup>4</sup>

### RESUMO

A diminuição do recolhimento elástico dos pulmões e da complacência da caixa torácica são uma das principais mudanças no sistema respiratório com o avançar da idade, quando essas alterações estão associadas às manifestações clínicas subjacentes ao Acidente Vascular Cerebral (AVC), a força muscular respiratória dos idosos pode ser gravemente afetada, portanto, faz-se necessário investigar as condições da força muscular respiratória de hemiparéticos idosos tanto em fase aguda como crônica. **Objetivo:** Comparar a força muscular respiratória de idosos hemiparéticos em fase aguda e crônica após AVC, avaliadas por meio dos valores das pressões respiratórias máximas, para que assim, a reabilitação desses indivíduos seja mais orientada. **Método:** Foram avaliados 29 indivíduos hemiparéticos, 17 em fase aguda e 12 em fase crônica, os valores da pressão inspiratória máxima (PI<sub>máx</sub>) e pressão expiratória máxima (PE<sub>máx</sub>) coletados por meio de um manovacuômetro. **Resultados:** Não houve diferença entre a fase aguda e crônica, no entanto, as medidas de PI<sub>máx</sub> e PE<sub>máx</sub> apresentaram diminuição estatisticamente significativa quando comparadas aos valores preditos. **Conclusão:** Não houve diferença da força muscular respiratória entre as fases aguda e crônica, no entanto, a PI<sub>máx</sub> e PE<sub>máx</sub> apresentou-se diminuída em todos os indivíduos avaliados, isto sugere fraqueza semelhante da musculatura respiratória em ambas as fases após AVC, e este quadro pode ser agravado pelo processo de senescência. Sugere-se que seja abordado um programa de treinamento da musculatura respiratória desses indivíduos para melhor reabilitação após AVC.

**Palavras-chave:** Acidente Vascular Cerebral, Sarcopenia, Capacidade Vital, Idoso

### ABSTRACT

The decrease in elastic recoil of the lungs and chest cavity compliance is a major change in the respiratory system with advancing age, when these changes are associated with clinical manifestations of under lying cerebral vascular accident (stroke), respiratory muscle strength of the elderly may be seriously affected, therefore it is necessary to investigate the conditions of respiratory muscle strength in older hemiparetic patients in both the acute and chronic phases. **Objective:** To compare respiratory muscle strength in elderly hemiparetic patients in both the acute and chronic phases after stroke, evaluated by the values of maximal respiratory pressures, so that the rehabilitation of these individuals will be more targeted. **Method:** Twenty-nine hemiparetic individuals were evaluated-seventeen in acute and twelve in chronic phases, the values of maximal inspiratory pressure (MIP) and maximal expiratory pressure (MEP) being measured by means of a manometer. **Results:** There was no difference between acute and chronic patients, however, measurements of MIP and MEP after the stroke showed statistically significant decreases when compared with predicted values. **Conclusion:** There was no difference in respiratory muscle strength between the acute and chronic phases, however, the fact that the MIP and MEP were also reduced in all subjects, suggests similar weakness in the respiratory musculature in both phases after stroke, and this condition can be worsened when coupled with the aging process. It is suggested that a program include muscle training for these individuals to have better rehabilitation after their strokes.

**Keywords:** Stroke, Sarcopenia, Vital Capacity, Aged

<sup>1</sup> Fisioterapeuta, Mestranda em Ciências da Reabilitação, Universidade Nove de Julho - (UNINOVE).

<sup>2</sup> Fisioterapeuta, Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, Universidade Nove de Julho - (UNINOVE).

<sup>3</sup> Fisioterapeuta, Especialista em Fisioterapia Neurofuncional.

<sup>4</sup> Fisioterapeuta, Docente do Curso de Fisioterapia, Universidade Nove de Julho - (UNINOVE).

Endereço para correspondência:  
Departamento de Fisioterapia da Universidade Nove de Julho  
Fernanda Ishida Corrêa  
Av. Francisco Matarazzo, 612, Barra Funda  
CEP 05001-100  
São Paulo - SP  
E-mail: fecorrea@uninove.br

Órgão Financiador: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

Recebido em 22 de Fevereiro de 2013.  
Aceito em 20 Maio de 2013.

DOI: 10.5935/0104-7795.20130004

## INTRODUÇÃO

A sarcopenia, atrofia da musculatura esquelética que promove a diminuição de sua força e potência, é relatada na literatura como um fato diretamente relacionado à idade, geralmente é prevalente na população idosa e possivelmente atinge não só a musculatura periférica como também a respiratória.<sup>1</sup> Além da fraqueza muscular, Kim & Sapienza,<sup>1</sup> relatam que a diminuição do recolhimento elástico dos pulmões e da complacência da caixa torácica é uma das principais mudanças no sistema respiratório com o avançar da idade.

Quando essas alterações estão associadas às manifestações clínicas subjacentes ao Acidente Vascular Cerebral (AVC), a força muscular respiratória dos idosos pode ser gravemente afetada, pois a alteração da motricidade em um hemisfério, além de gerar incapacidade nas Atividades de vida diária (AVD's) do indivíduo, promove alterações da biomecânica respiratória, por comprometer a complexa interação entre os músculos inspiratórios e expiratórios, a caixa torácica e o abdome,<sup>2,3</sup> gerando comprometimento da função pulmonar e aumentando o risco de contrair infecções pulmonares, devido a fraqueza muscular expiratória e ineficiência da tosse.<sup>4,5</sup>

Em adultos com hemiparesia crônica as alterações da força muscular respiratória estão descritas baseando-se em diferentes metodologias, como de Teixeira-Salmela et al.<sup>6</sup> que reportaram diminuição da força muscular respiratória e mobilidade tóraco-abdominal de hemiparéticos crônicos, quando comparados com grupo controle. Mais recentemente, Meneghetti et al.<sup>7</sup> encontraram valores de pressão respiratória diminuídos em hemiparéticos crônicos, quando comparados com valores previstos para população brasileira. Resultados semelhantes foram reportados em hemiparéticos agudos, descrevendo-se diminuição da atividade eletromiográfica dos músculos intercostais e diafragma durante a inspiração voluntária após AVC agudo.<sup>8,9</sup>

Em idosos as alterações da função muscular respiratória são consideradas de grande importância para o declínio da função pulmonar e são descritas como limitantes, podendo comprometer a sua reserva funcional, torná-lo sintomático e limitar sua tolerância ao exercício.<sup>10,11</sup>

Face ao exposto, é notório que há evidências do comprometimento respiratório de hemiparéticos, no entanto, não há referência de como esse déficit acomete os idosos com hemiparesia decorrente de AVC, e também não

há relatos, até o momento, da diferença do acometimento da força muscular respiratória entre a fase aguda e crônica após AVC.

## OBJETIVO

Comparar a força muscular respiratória de hemiparéticos agudos e crônicos, avaliadas por meio dos valores das pressões respiratórias máximas, para que assim, a reabilitação desses indivíduos seja mais orientada.

## MÉTODO

### Casística

Foi realizado um estudo de corte transversal, sendo utilizada amostra de conveniência, composta por indivíduos recrutados do Departamento de Fisioterapia da Universidade Nove de Julho e do Complexo Hospitalar Mandaquí. Inicialmente foram triados 49 indivíduos, 25 do hospital e 24 do ambulatório, sendo estabelecidos como critérios de inclusão: ser portador de hemiparesia em decorrência de AVC, ter função cognitiva preservada, avaliado por meio do mini exame do estado mental (mini-mental), ter idade superior ou igual a 60 anos. Foram excluídos do estudo, indivíduos que utilizavam ventiladores mecânicos ou quaisquer outros recursos ventilatórios, que faziam uso de sonda nasogástrica ou de corticóide oral, depressor do sistema nervoso central, barbitúrico ou relaxante muscular. Para enquadrar-se no grupo AVC crônico, o indivíduo deveria ter seis meses ou mais, após o episódio do AVC. Lesões encefálicas com menos de três meses foram consideradas agudas.<sup>12</sup>

Todos participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido e foram informados da possibilidade de se retirarem da pesquisa em qualquer fase, sem penalização. Essa pesquisa foi analisada e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Nove de Julho (protocolo nº 248018/09).

### Procedimentos

A força muscular respiratória foi avaliada por meio da pressão inspiratória máxima (P<sub>Imáx.</sub>) e pressão expiratória máxima (P<sub>Emáx.</sub>), conforme o método de Black & Hyatt,<sup>13</sup> por meio do manovacuômetro analógico da marca Gerar®, (escalonado de 0-300 cmH<sub>2</sub>O). Foram utilizados bucais plásticos que foram encaixados em um adaptador presente no aparelho, o qual possui um orifício de cerca de dois milímetros de diâmetro, com a função de impedir que a pressão exercida

pelos músculos da boca interferisse nos valores das referidas pressões. Os valores de referência para pressões respiratórias máximas foram baseados nos valores previstos para idade e sexo, conforme descrito por Neder et al.<sup>14</sup>

Todas as medidas foram coletadas pelo mesmo examinador, com comando verbal homogêneo. As avaliações foram realizadas com os voluntários sentados e tendo as narinas ocluídas por uma pinça nasal. Os pacientes realizaram a medida da P<sub>Imáx</sub> partindo da capacidade residual funcional até a capacidade inspiratória máxima. E a P<sub>Emáx</sub> partindo da capacidade inspiratória máxima até a capacidade residual funcional. Cada voluntário executou no mínimo três e no máximo cinco esforços de inspiração e expiração máximas, sustentados por pelo menos 2 segundos, com valores próximos entre si ( $\leq 10\%$ ), sendo considerada para o estudo a medida de maior valor.<sup>15,16</sup>

### Análise estatística

Para caracterização da amostra utilizou-se estatística descritiva. O teste de normalidade Shapiro-Wilk foi usado para verificar a distribuição dos dados. Todas variáveis, foram sumarizadas em média e desvio padrão. Para comparação entre o grupo crônico e agudo, e para comparações entre as medidas de força muscular obtida e prevista,<sup>14</sup> utilizou-se o teste *t Student* para variáveis não pareadas.

## RESULTADOS

Após triagem de 49 indivíduos, a população elegível foi composta por 29 voluntários hemiparéticos em decorrência do AVC que atendiam aos critérios de inclusão estabelecidos, sendo 17 em fase aguda (< 6 meses da lesão encefálica) e 12 em crônica (> 6 meses após o AVC), oito indivíduos hospitalizados foram excluídos do estudo: cinco estavam com nível de consciência rebaixado, dois estavam traqueostomizados e um com sonda nasogástrica e 12 indivíduos ambulatoriais foram excluídos por não conseguirem ocluir a boca. A Tabela 1 apresenta a caracterização clínico-demográfica dos grupos estudados.

Quanto as medidas de força muscular respiratória, observa-se que os pacientes em fase aguda apresentaram valores maiores de P<sub>Imáx</sub> em relação aos pacientes crônicos, porém não foi observada diferença estatisticamente significativa entre os grupos ( $p = 0,57$ ).

Acerca da P<sub>Emáx</sub>, também não houve diferença estatisticamente significativa ( $p = 0,64$ ), embora os hemiparéticos agudos tenham demonstrado valores menores em detrimento aos pacientes em fase crônica.

**Tabela 1.** Caracterização demográfica dos voluntários do estudo

Variável	AVC agudo (n = 17)	AVC crônico (n = 12)
Sexo (H/M)	8/9	10/2
Idade (anos)	74 ± 8	67 ± 6
Tempo de AVC (meses)	2 ± 1	23 ± 15
P <sub>lmáx</sub> maior obtida	49,2 ± 26,81	40,83 ± 26,38
P <sub>lmáx</sub> (% previsto)	61,17	43,87
PE <sub>máx</sub> maior obtida	71,0 ± 33,3	68,5 ± 30,6
PE <sub>máx</sub> (% previsto)	75,08	66,67

Dados expressos como média e desvio padrão (DP) ou porcentagem. H: Homens; M: Mulheres; P<sub>lmáx</sub>: Pressão Inspiratória Máxima; PE<sub>máx</sub>: Pressão Expiratória Máxima; AVC: Acidente Vascular Cerebral

A comparação entre os valores de P<sub>lmáx</sub> e PE<sub>máx</sub> obtidos e preditos foram analisados baseando-se nos valores previstos para idade e sexo, conforme descrito por Neder et al.<sup>14</sup> Essa comparação está mais bem elucidada na Tabela 2, na qual pode-se observar que todos os indivíduos com AVC apresentaram diminuição da força muscular respiratória quando comparados aos valores preditos.

## DISCUSSÃO

Observa-se neste estudo resultados que apontam indícios de comprometimento da força muscular respiratória desde a fase inicial após AVC, já que se notou que ambos os grupos apresentaram diminuição entre os valores de P<sub>lmáx</sub> e PE<sub>máx</sub> quando comparados aos valores previstos para população brasileira (Tabela 2). A grande variabilidade observada para os valores de P<sub>lmáx</sub> e PE<sub>máx</sub> em ambos os grupos, sugere diferentes graus de recuperação entre os indivíduos. Esses achados corroboram com estudos realizados nesta mesma população, porém, separadamente.<sup>6-9</sup>

O déficit neurológico oriundo das manifestações clínicas decorrente do AVC provoca fraqueza muscular em todo hemisfério acometido, incluindo a musculatura respiratória. O primeiro estudo desenvolvido que relata este comprometimento foi o de Smith,<sup>16</sup> o qual avaliou radiografias torácicas de indivíduos hemiparéticos agudos e crônicos

e observou elevação da cúpula diafragmática do hemisfério acometido. Cerca de três décadas depois, Cohen et al.<sup>17</sup> confirmaram a diminuição da excursão diafragmática ao avaliar a respiração voluntária e espontânea de hemiparéticos por meio da ultrassonografia. Flucks<sup>18</sup> e Korczyń<sup>19</sup> observaram redução da mobilidade torácica em 57 pacientes hemiparéticos durante a respiração voluntária.

Em um estudo realizado por Teixeira-Salmela et al.<sup>6</sup> foi observado que indivíduos hemiparéticos crônicos apresentaram diminuição da P<sub>lmáx</sub> e PE<sub>máx</sub> quando comparados ao grupo controle. Meneghetti et al.<sup>7</sup> também encontraram resultados semelhantes, reportando diminuição da força muscular respiratória, sendo estes valores abaixo do predito para população brasileira.

A fraqueza muscular respiratória dos voluntários analisados pode ser explicada pela idade dos voluntários, visto que é comprovado na literatura que há diminuição progressiva na P<sub>lmáx</sub> e PE<sub>máx</sub> de acordo com o aumento da faixa etária, encontrando correlação negativa entre a idade e as pressões respiratórias, tanto em homens como em mulheres.<sup>20,21</sup> Essas reduções nos valores da P<sub>lmáx</sub> e da PE<sub>máx</sub> com a idade podem estar relacionadas às alterações fisiológicas próprias do processo de senescência, como mudanças na composição do tecido pulmonar e da caixa torácica, que acarretam diminuição da massa e da eficiência da musculatura respiratória.<sup>22</sup>

Entretanto, deve-se considerar que a P<sub>lmáx</sub> dos indivíduos com AVC em fase aguda apresentaram valores maiores em detrimento aos da fase crônica, mesmo tendo idade mais avançada. Isso pode ter ocorrido por causa da interferência da espasticidade na movimentação paradoxal do tórax superior.<sup>23</sup>

Embora tenha apresentado valores de P<sub>lmáx</sub> maiores em detrimento ao AVC crônico, a força muscular respiratória também se mostrou diminuída nos pacientes agudos, esses resultados corroboram com estudo de Lanini et al.<sup>23</sup> que comprovaram a redução da movimentação do hemitórax afetado durante hiperventilação voluntária, por meio da pletismografia e, além disso, observaram também, diminuição das pressões respiratórias de indivíduos hemiparéticos agudos quando comparados com grupo controle.

Salienta-se ainda, que há evidências da diminuição da atividade muscular respiratória desde a fase aguda após AVC,<sup>8,9</sup> o que justifica a diminuição importante dos valores de pressão respiratória máxima encontradas neste estudo.

Mais recentemente, Jandt et al.<sup>24</sup> não encontraram correlação entre controle de tronco e força muscular inspiratória, essa correlação foi observada apenas entre a PE<sub>máx</sub> e o pico de fluxo expiratório com controle de tronco. Diante disso, inferimos que não só o tônus flácido interfere na mecânica respiratória, mas também a hipertonia e a fraqueza muscular persistente dos músculos do tronco exercem influência negativa na força muscular expiratória.

Considerando a redução da força muscular respiratória dos pacientes avaliados, e que esta é forte preditora de morbimortalidade após AVE,<sup>25</sup> sugere-se que haja maior interesse no restabelecimento da função respiratória desses pacientes. Estudos<sup>26,27</sup> demonstram que o treinamento da musculatura respiratória promove melhora da P<sub>lmáx</sub>, maior capacidade para realizar exercícios, além de melhorar a qualidade de vida após o AVC agudo ou crônico, mostrando assim, que esta conduta deve ser adotada para melhor recuperação funcional desses indivíduos.

Embora os resultados deste estudo possam auxiliar condutas de reabilitação e favorecer o direcionamento de estratégias de tratamento mais apropriadas, deve-se ressaltar que este estudo foi composto por uma amostra de conveniência e por este motivo, não foi atingido o número suficiente de indivíduos apontados no cálculo amostral, por isso, sugerimos que outros estudos sejam realizados,

**Tabela 2.** Comparação dos valores de pressão inspiratória máxima (P<sub>lmáx</sub>) e pressão expiratória máxima (PE<sub>máx</sub>) obtidos e preditos em AVC agudo e crônico

Variável	Maior valor obtido	Valor predito	Valor p
P <sub>lmáx</sub> AVC agudo	49,2 ± 26,8	89,6 ± 12,4	0,002*
P <sub>lmáx</sub> AVC crônico	40,83 ± 26,3	98,1 ± 12,2	0,001*
PE <sub>máx</sub> AVC agudo	71,0 ± 33,3	94,1 ± 18,6	0,02*
PE <sub>máx</sub> AVC crônico	68,5 ± 30,6	105,2 ± 17,21	0,002*

P<sub>lmáx</sub>: Pressão Inspiratória Máxima; PE<sub>máx</sub>: Pressão Expiratória Máxima; AVC: Acidente Vascular Cerebral

porém com uma amostra maior e que além da força muscular respiratória, outras variáveis da função pulmonar sejam avaliadas, como o volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1), capacidade vital forçada (CVF) e o pico de fluxo expiratório.

Salientamos ainda, a necessidade de realizar estudos longitudinais, com acompanhamento desses pacientes desde a fase aguda até a fase crônica, para que se possam determinar relações de causa e efeito entre as variáveis estudadas, visto que, estudos transversais, como o aqui realizado, não fornecem relações de causalidade.

## CONCLUSÃO

Na população estudada, não houve diferença da força muscular respiratória entre a fase aguda e crônica após AVC, no entanto, observou-se diminuição da P<sub>Imáx</sub> e P<sub>Emáx</sub> em todos indivíduos avaliados. Portanto, pode-se inferir que a musculatura respiratória é acometida de forma semelhante em ambas fases após o AVC, e este quadro pode ser agravado pelo processo de senescência.

Diante disso, sugere-se que seja abordado um programa de treinamento da musculatura respiratória desses indivíduos para melhor reabilitação após AVC.

## REFERÊNCIAS

- Kim J, Sapienza CM. Implications of expiratory muscle strength training for rehabilitation of the elderly: tutorial. *J Rehabil Res Dev*. 2005;42(2):211-24. DOI: <http://dx.doi.org/10.1682/JRRD.2004.07.0077>
- Fugl-Meyer AR, Linderholm H, Wilson AF. Restrictive ventilatory dysfunction in stroke: its relation to locomotor function. *Scand J Rehabil Med Suppl*. 1983;9:118-24.
- Annoni JM, Ackermann D, Kesselring J. Respiratory function in chronic hemiplegia. *Int Disabil Stud*. 1990;12(2):78-80. DOI: <http://dx.doi.org/10.3109/03790799009166256>
- Ward K, Seymour J, Steier J, Jolley CJ, Polkey MI, Kalra L, et al. Acute ischaemic hemispheric stroke is associated with impairment of reflex in addition to voluntary cough. *Eur Respir J*. 2010;36(6):1383-90. DOI: <http://dx.doi.org/10.1183/09031936.00010510>
- Harraf F, Ward K, Man W, Rafferty G, Mills K, Polkey M, et al. Transcranial magnetic stimulation study of expiratory muscle weakness in acute ischemic stroke. *Neurology*. 2008;71(24):2000-7. DOI: <http://dx.doi.org/10.1212/01.wnl.0000336927.30977.56>
- Teixeira-Salmela LF, Parreira VF, Britto RR, Brant TC, Inácio EP, Alcântara TO, et al. Respiratory pressures and thoracoabdominal motion in community-dwelling chronic stroke survivors. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86(10):1974-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2005.03.035>
- Meneghetti CHZ, Figueiredo VE, Guedes CAV, Batistela ACT. Avaliação da força muscular respiratória em indivíduos acometidos por acidente vascular cerebral. *Rev Neurocienc*. 2011;19(1):56-60.
- De Troyer A, Zegers De Beyl D, Thirion M. Function of the respiratory muscles in acute hemiplegia. *Am Rev Respir Dis*. 1981;123(6):631-2.
- Przedborski S, Brunko E, Hubert M, Mavroukakis N, de Beyl DZ. The effect of acute hemiplegia on intercostal muscle activity. *Neurology*. 1988;38(12):1882-4. DOI: <http://dx.doi.org/10.1212/WNL.38.12.1882>
- Zeleznik J. Normative aging of the respiratory system. *Clin Geriatr Med*. 2003;19(1):1-18. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0749-0690\(02\)00063-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0749-0690(02)00063-0)
- Ishida K, Sato Y, Katayama K, Miyamura M. Initial ventilatory and circulatory responses to dynamic exercise are slowed in the elderly. *J Appl Physiol*. 2000;89(5):1771-7.
- Recommendations on stroke prevention, diagnosis, and therapy. Report of the WHO Task Force on Stroke and other Cerebrovascular Disorders. *Stroke*. 1989;20(10):1407-31.
- Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis*. 1969;99(5):696-702.
- 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. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-879X1999000600007>
- Souza RB. Pressões respiratórias estáticas máximas. *J Pneumol*. 2002;28(Supl 3):S155-65.
- Smith M. The effect of hemiplegia on the diaphragm. *Am Rev Respir Dis*. 1962;89:450-2.
- Cohen E, Mier A, Heywood P, Murphy K, Boultebe J, Guz A. Diaphragmatic movement in hemiplegic patients measured by ultrasonography. *Thorax*. 1994;49(9):890-5. DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/thx.49.9.890>
- Fluck DC. Chest movements in hemiplegia. *Clin Sci*. 1966;31(3):383-8.
- Korczyński AD, Leibowitz U, Bruderman I. Involvement of the diaphragm in hemiplegia. *Neurology*. 1969;19(1):97-100. DOI: <http://dx.doi.org/10.1212/WNL.19.1.97>
- Simões RP, Auad MA, Dionísio J, Mazzone M. Influência da idade e do sexo na força muscular respiratória. *Fisioter Pesqui*. 2007;14(1):36-41.
- Vincken W, Ghezzi H, Cosio MG. Maximal static respiratory pressures in adults: normal values and their relationship to determinants of respiratory function. *Bull Eur Physiopathol Respir*. 1987;23(5):435-9.
- 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. 23. Lanini B, Bianchi R, Romagnoli I, Coli C, Binazzi B, Gigliotti F, et al. Chest wall kinematics in patients with hemiplegia. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003;168(1):109-13. DOI: <http://dx.doi.org/10.1164/rccm.200207-7450C>
- Lanini B, Bianchi R, Romagnoli I, Coli C, Binazzi B, Gigliotti F, et al. Chest wall kinematics in patients with hemiplegia. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003;168(1):109-13.
- Jandt SR, Caballero RM, Junior LA, Dias AS. Correlation between trunk control, respiratory muscle strength and spirometry in patients with stroke: an observational study. *Physiother Res Int*. 2011;16(4):218-24.
- Sabia S, Shipley M, Elbaz A, Marmot M, Kivimaki M, Kauffmann F, et al. Why does lung function predict mortality? Results from the Whitehall II Cohort Study. *Am J Epidemiol*. 2010;172(12):1415-23.
- Britto RR, Rezende NR, Marinho KC, Torres JL, Parreira VF, Teixeira-Salmela LF. Inspiratory muscular training in chronic stroke survivors: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2011;92(2):184-90.
- Sutbeyaz ST, Koseoglu F, Inan L, Coskun O. Respiratory muscle training improves cardiopulmonary function and exercise tolerance in subjects with subacute stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2010;24(3):240-50.