

**Artigo original**

# **Avaliação do pico de fluxo expiratório em idosos autônomos institucionalizados e não institucionalizados**

## ***Evaluation of peak expiratory flow in autonomous and institutionalized or non institutionalized elderly***

Jefferson Braga Caldeira, M.Sc.\* , Newton Almeida Lima Junior\*\* , Alexandre Gomes Sancho\*\*\* , João Luiz da Silva Rosa\*\*\* , Denise Faria\*\*\* , Melina da Costa Balthazar, Ft.\*\*\*\*

.....  
\*Coordenador do curso de fisioterapia da Universidade do Grande Rio – UNIGRANRIO, Pesquisador do Grupo de Estudos em Fisioterapia (GEFISIO) e Fisioterapeuta do Hospital de Clínicas de Niterói, \*\*Docente do curso de fisioterapia da Universidade do Grande Rio - UNIGRANRIO, Pesquisador do Grupo de Estudos em Fisioterapia (GEFISIO) e Fisioterapeuta do Hospital Getúlio Vargas, \*\*\*Docente do curso de fisioterapia da Universidade do Grande Rio – UNIGRANRIO, Pesquisador do Grupo de Estudos em Fisioterapia (GEFISIO), \*\*\*\*Universidade do Grande Rio – UNIGRANRIO

### **Resumo**

**Introdução:** A avaliação do pico de fluxo expiratório (PFE) apresenta-se reduzida nos idosos devido às alterações ocorridas com o envelhecimento. **Objetivo:** Avaliar e comparar o pico de fluxo expiratório máximo em idosos institucionalizados e não institucionalizados. **Material e métodos:** Estudo analítico, observacional e transversal constituído de 61 idosos, divididos em 02 grupos: grupo 1 (GC) constituído de 24 idosos da Clínica Escola de Fisioterapia da Unigranrio e o grupo 2 (GM) constituído de 37 idosos recrutados no asilo Mansão Esperança. Foram coletadas três amostras do PFE (l/min) com os idosos na posição sentada, os quais foram orientados a expirar forçadamente partindo da capacidade pulmonar total. **Resultados:** Observou-se que o GM apresentou idade significativamente maior; peso, PFE máximo observado e médio significativamente menores; delta absoluto do PFE máximo e médio, assim como, delta relativo do PFE máximo e médio significativamente maiores quando comparado ao GC. **Conclusão:** Os dois grupos apresentaram queda no PFE em relação ao mínimo esperado, porém de forma diferenciada. O grupo institucionalizado apresentou queda significativamente maior que o não institucionalizado.

**Palavras-chave:** fisioterapia, saúde do idoso, reabilitação, avaliação da deficiência.

### **Abstract**

**Introduction:** The peak expiratory flow (PEF) is reduced in the elderly due to aging changes. **Objective:** To evaluate and compare maximum peak expiratory flow in autonomous institutionalized and non-institutionalized elderly. **Methods:** Transversal analytic observational study consisting of 61 elderly, divided into 02 groups: group 1 (CG) consisted of 24 elderly from the School of Physical Therapy Clinic Unigranrio and group 2 (GM) consisting of 37 elderly enrolled in the asylum Mansão Esperança. Three samples were collected PEF (l/min) with the elderly in sitting position, and they were instructed to expire forcefully at total lung capacity. **Results:** It was observed that the GM had significantly higher age; weight, and maximum and average PEF were significantly lower; absolute delta of maximum and average PEF, as well as relative delta of maximum and average PEF was significantly higher when compared to CG. **Conclusion:** The 2 groups showed a decrease in PEF in relation to the minimum expected, but differently. The PEF decrease was significantly more important in the institutionalized group.

**Key-words:** physical therapy, health of the elderly, rehabilitation, disability evaluation.

Recebido em 14 de fevereiro de 2012; aceito em 11 de junho de 2012.

**Endereço para correspondência:** Alexandre Gomes Sancho, Curso de Fisioterapia da Universidade do Grande Rio – UNIGRANRIO, Av. Prof. José de Souza Herdy, 1160, 25071-202 Duque de Caxias RJ, E-mail: alexandresancho.fisio@bol.com.br ou jbraga@unigranrio.com.br

## Introdução

O envelhecimento é um fenômeno biológico de declínio da capacidade dos sistemas e órgãos em um processo natural e gradual esperado na vida do ser humano. O processo de envelhecimento não pode ser analisado somente considerando o plano cronológico, pois outras condições podem influenciar diretamente o processo [1]. Do ponto de vista biológico, o processo de envelhecimento é normalmente mais rápido que o cronológico [2]. O adulto jovem completa seu crescimento físico em torno de 25 anos, após isso os seus sistemas começam com acentuada perda da capacidade de adaptação [3].

A perda da função pulmonar acelera com a idade e a baixa função pulmonar prediz morbidade, por isso uma vida diária mais ativa e independente com realização de atividade física mesmo que mínima, auxilia na melhora da função pulmonar [4]. Acredita-se que o sistema respiratório seja o sistema do organismo que envelhece mais rapidamente, devido à maior exposição a poluentes ambientais ao longo dos anos [2].

Contudo existe uma grande preocupação em prolongar a plena funcionalidade e qualidade de vida desta parcela da população. As mudanças acometidas pelo envelhecimento atingem a todos os sistemas esporadicamente e alterações no metabolismo geral, sobretudo uma redução da capacidade pulmonar, as paredes torácicas se tornam mais rígidas, há aumento dos volumes residuais, redução da relação ventilação-perfusão ( $V/Q$ ), redução da taxa de fluxo respiratório e da complacência pulmonar, enrijecimento da caixa torácica, redução das forças musculares que promovem expansão, maior colapamento das vias aéreas e perda de força muscular em até 25% do previsto [5,6].

Uma das principais mudanças no sistema respiratório com o avançar da idade é a diminuição do recolhimento elástico dos pulmões e da complacência da caixa torácica [7]. Essas alterações estão relacionadas às mudanças na quantidade e na alteração dos tecidos conjuntivos do pulmão, como a elastina, colágeno e proteoglicanos. Quanto à caixa torácica, esta sofre progressivo enrijecimento devido à calcificação das costelas e das articulações vertebrais. A expansibilidade da caixa torácica aumenta dos 11 anos aos 34 anos, a partir da qual começa a decair lentamente, sendo o declínio da expansibilidade torácica maior no gênero feminino em relação ao masculino da mesma faixa etária. As curvaturas da coluna vertebral tornam-se mais acentuadas, aumentando a cifose da região torácica e causando encurtamento da musculatura inspiratória [7,8].

O pico de fluxo expiratório (PFE) é o fluxo máximo alcançado durante uma manobra expiratória forçada partindo do volume pulmonar máximo (capacidade vital). É um parâmetro que serve para definir a presença ou ausência de obstrução das vias aéreas, e quantificar o grau de estreitamento e de obstrução dos brônquios, avaliar a eficácia da tosse e a capacidade de resposta ao uso de broncodilatadores [9]. Um pico de fluxo da tosse (PFT) menor que 160 L/min seria o mínimo necessário para manutenção da clearance brônquica.

O PFE e o PFT são variáveis que dependem do volume pulmonar [10] o que normalmente está reduzido em idosos. Há declínio do fluxo expiratório com o avanço da idade em uma velocidade de 9,2 L/min/ano nos homens e de 6,0 L/min/ano nas mulheres [10]. Portanto, o estudo e a interpretação do pico de fluxo expiratório servirão de orientação para o tratamento das doenças do sistema cardiopulmonar dos idosos. O valor do PFE pode ser medido através do espirômetro ou por medidores portáteis com registro em l/min.

Emergiu-se então o objetivo norteador desta pesquisa em avaliar e comparar o PFE entre idosos institucionalizados e não institucionalizados.

## Material e métodos

Trata-se de um estudo observacional e transversal, sendo a amostragem constituída de 61 idosos, dos quais 37 institucionalizados autônomos e independentes residentes em uma instituição de longa permanência (ILPI) e 24 não institucionalizados provenientes da Clínica Escola de Fisioterapia da Unigranrio, recrutados de forma voluntária que se encontravam em tratamento para disfunções do sistema musculoesquelético, não tendo qualquer relação com preparação ou recondicionamento cardiopulmonar.

Como critérios de inclusão foram considerados: indivíduos com idade igual ou superior a 60 anos, de ambos os sexos, autônomos, independentes sem distinção de raça e etnia. Como critérios de exclusão foram considerados: idosos portadores de DPOC, doenças ocupacionais pulmonares, com dificuldade cognitiva (avaliados através do teste Minimental), doenças neuromusculares progressivas, reumatológicas e ortopédicas limitantes, da função pulmonar ou qualquer outra doença restritiva ou obstrutiva diagnosticada.

Foram coletados dados como: idade, medição da altura e peso, através da balança Welmy<sup>®</sup>. O pico de fluxo expiratório foi obtido através do aparelho peak flow meter<sup>®</sup> (PFM), de baixo custo, portátil, feito de material plástico, contendo um sistema graduado de medidas que avalia força e velocidade de saída de ar de dentro dos pulmões em l/min.

Para aferição dos dados todos os idosos foram orientados a sentarem confortavelmente, com os pés apoiados no chão e posteriormente solicitados que realizassem uma inspiração máxima e em seguida expirassem forçadamente e rapidamente no bocal do aparelho, observando com cautela qualquer escape de ar, o que poderia interferir nas medidas. O exame foi realizado por três vezes e quantificado a média dos três resultados para identificar as possíveis diferenças nas comparações intergrupos. Para análise dos resultados foram utilizados, como valores de referência, o sexo, idade e altura.

## Tratamento estatístico

A análise descritiva apresentou sob forma de tabelas os dados observados, expressos na forma de média,  $\pm$  desvio

padrão e mediana. A análise estatística foi composta pelo teste *t* de Student para amostras independentes (idade, peso e IMC) ou teste de Mann-Whitney (demais variáveis) e a variação do PFE observado em relação ao mínimo esperado foi analisada pelo teste dos postos sinalizados de Wilcoxon. O critério de determinação de significância adotado foi o nível de 5%. A análise estatística foi processada pelo software estatístico SAS<sup>®</sup> System versão 6.11 (SAS Institute, Inc., Cary, North Carolina).

Todos os participantes foram orientados a preencher e assinar o termo de consentimento livre e esclarecido e o termo de proteção de risco e confidencialidade. O presente estudo obteve a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Grande Rio, sob o parecer de número 0078.0.317.000-10.

## Resultados

A caracterização da amostra do estudo é apresentada na Tabela I, que traça um perfil geral dos 61 idosos e fornece a média, desvio padrão (DP), mediana, mínimo e máximo das variáveis clínicas e do pico de fluxo expiratório (PFE). Dos 61 idosos, 45 (73,8%) são mulheres e 37 (60,7%) não são institucionalizados.

**Tabela I** - *Descritiva geral das variáveis clínicas e do PFE (n = 61).*

| Variável                     | Média | DP   | Me-diana | Míni-mo | Máxi-mo |
|------------------------------|-------|------|----------|---------|---------|
| Idade (anos)                 | 76,0  | 7,9  | 77       | 61      | 100     |
| Peso (kg)                    | 63,4  | 11,9 | 62       | 44      | 89      |
| Altura (m)                   | 1,55  | 0,09 | 1,54     | 1,38    | 1,79    |
| IMC (kg/m <sup>2</sup> )     | 26,5  | 4,7  | 25,3     | 18,6    | 39,4    |
| PFE máximo observado (l/min) | 250,3 | 96,3 | 230      | 100     | 600     |
| PFE médio (l/min)            | 234,9 | 94,5 | 206,7    | 96,7    | 563,3   |
| PFE mínimo esperado (l/min)  | 394,9 | 50,9 | 376      | 352     | 520     |

PFE: Pico de Fluxo Espiratório; DP: desvio padrão.

**Tabela II** - *Variáveis clínicas, medidas e deltas do PFE segundo o grupo.*

| Variável                             | Institucionalizado (n = 24) |   |      | Não Institucionalizado (n = 37) |        |   | p valor $\alpha$ |        |         |
|--------------------------------------|-----------------------------|---|------|---------------------------------|--------|---|------------------|--------|---------|
|                                      | Média                       | ± | DP   | Mediana                         | Média  | ± |                  | DP     | Mediana |
| Idade (anos)                         | 80,6                        | ± | 7,0  | 80                              | 73,1   | ± | 7,1              | 72     | 0,0001  |
| Peso (kg)                            | 59,8                        | ± | 12,6 | 59                              | 65,8   | ± | 10,9             | 66     | 0,05    |
| Altura (m)                           | 1,53                        | ± | 0,08 | 1,53                            | 1,56   | ± | 0,09             | 1,56   | 0,13    |
| IMC (kg/m <sup>2</sup> )             | 25,5                        | ± | 4,9  | 25,1                            | 27,2   | ± | 4,5              | 25,7   | 0,17    |
| PFE máximo observado (l/min)         | 183,8                       | ± | 51,2 | 175                             | 293,5  | ± | 94,4             | 280    | 0,0001  |
| PFE médio (l/min)                    | 168,2                       | ± | 48,3 | 160                             | 278,2  | ± | 92,2             | 270    | 0,0001  |
| PFE mínimo esperado (l/min)          | 391,3                       | ± | 50,7 | 364                             | 397,3  | ± | 51,7             | 376    | 0,30    |
| Delta absoluto do PFE máximo (l/min) | -207,5                      | ± | 51,9 | -205,5                          | -103,8 | ± | 72,0             | -102   | 0,0001  |
| Delta relativo do PFE máximo (%)     | -53,1                       | ± | 11,4 | -53,9                           | -26,8  | ± | 17,9             | -24,6  | 0,0001  |
| Delta absoluto do PFE médio (l/min)  | -223,1                      | ± | 50,9 | -218                            | -119,1 | ± | 71,1             | -113,3 | 0,0001  |
| Delta relativo do PFE médio (%)      | -57,1                       | ± | 10,7 | -57,2                           | -30,6  | ± | 17,7             | -28,6  | 0,0001  |

PFE: Pico de Fluxo Espiratório; DP: desvio padrão;  $\alpha$  nível descritivo do teste *t* de Student para amostras independentes ou de Mann-Whitney.

A Tabela II fornece a média, o desvio padrão (DP) e a mediana do PFE mínimo esperado, PFE observado (máximo e médio), o correspondente delta absoluto (l/min) e relativo (%) e o nível descritivo (*p valor*), na amostra total (n = 61) e separadamente (grupo institucionalizados e não institucionalizados). Verificou-se queda significativa no PFE máximo observado em relação ao mínimo esperado e queda significativa no PFE médio observado em relação ao mínimo esperado no grupo institucionalizado, assim como uma queda significativa no PFE máximo observado em relação ao mínimo esperado e queda significativa no PFE médio observado em relação ao mínimo esperado no grupo não institucionalizado (tabela II).

Na tabela II demonstrou-se que o grupo institucionalizado apresentou: idade significativamente maior; peso, PFE máximo observado e médio significativamente menores (expressando menor capacidade respiratória); delta absoluto do PFE máximo e médio, assim como delta relativo do PFE máximo e médio significativamente maiores (expressando maior diferença negativa em relação ao mínimo esperado) do que o grupo não institucionalizado.

## Discussão

O processo de envelhecimento promove, entre outras modificações no organismo, mudanças no sistema respiratório, observando-se declínio da capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no 1º segundo (VEF1) e fluxo expiratório forçado (FEF), bem como aumento na capacidade residual funcional (CRF) e volume de reserva expiratório (VRE) [11], que se relacionam com a redução no recolhimento elástico pulmonar e com a diminuição da complacência da caixa torácica [12], além da redução da força muscular, que acontece em virtude da atrofia de fibras musculares [13-15]. Essas alterações podem comprometer a capacidade de insuflação pulmonar, a pressão intratorácica,

redução da força muscular e do fluxo expiratório no momento da tosse [11,16]. Como a população idosa vem aumentando ao longo do tempo, isto predispõe a um aumento da prevalência de doenças do trato respiratório por alteração das estruturas da caixa torácica, dos pulmões e do mecanismo da tosse decorrentes do envelhecimento, comprometendo sua função plena [10].

Os estudos de Britto *et al.* e Watsford *et al.* [17,18] têm demonstrado correlação negativa entre força muscular respiratória e variáveis modificadas pelo processo de envelhecimento. No estudo de Teymeny *et al.* [19] os homens apresentaram valores mais elevados que as mulheres em relação ao PFE, sendo o mesmo demonstrado no estudo de Freitas *et al.* [11] em que o PFE foi mais elevado nos idosos ativos em relação aos moderadamente ativos e nos homens em relação às mulheres. Esse achado pode estar relacionado ao fato de que a contração da musculatura expiratória é uma fase importante na realização da tosse e que os idosos do sexo masculino e ativos apresentaram valores maiores de força muscular expiratória que as mulheres e os idosos moderadamente ativos. Esses resultados demonstraram que o aumento da idade está relacionado com a redução da força muscular inspiratória e expiratória, como nos achados de Frago *et al.* [20]. No presente estudo os idosos não foram classificados em relação ao gênero, sendo divididos em institucionalizados e não institucionalizados, observando-se que em ambos os grupos apresentaram significativa redução do PFE máximo e médio, porém no grupo institucionalizado essa redução foi maior, quando comparado ao outro, além do grupo ser mais idoso.

Os achados deste trabalho coincidem com o estudo de Kim Davenport e Sapienza [16], no qual o estilo de vida sedentário, combinado com o processo de envelhecimento, pode agravar a redução da força muscular inspiratória e expiratória, resultando em redução na pressão intratorácica e no fluxo expiratório durante a tosse, além de demonstrar que as atividades realizadas pelo idoso, de forma rotineira, podem influenciar positivamente as pressões respiratórias máximas e o PFT. Corroboram também os achados do estudo de Watsford *et al.* [21], no qual avaliaram 77 indivíduos com idade acima de 64 anos, classificados como ativos ou inativos. Os ativos exibiram pressão inspiratória máxima (PI<sub>máx</sub>) e pressão expiratória máxima (PE<sub>máx</sub>), respectivamente, 14 e 25% mais altas que os inativos, sendo que em nosso estudo, em ambos os grupos, todos os pacientes eram sedentários (inativos).

No estudo de Kim, Davenport e Sapienza [16], com idosos sedentários, pesquisou-se o efeito de um programa de quatro semanas de treinamento da força muscular expiratória sobre os parâmetros da tosse reflexa induzida. Os autores referenciaram aumento, pós-treinamento, na PE<sub>máx</sub> e na taxa do PFE da tosse, o qual foi medido pelo pneumotacógrafo.

Frago *et al.* descreveram em seu estudo que o PFE baixo está independentemente associado com deficiência e morte e conclui que o uso do PFE é uma ferramenta potencialmente

valiosa para avaliação de risco de vida em uma comunidade de idosos [22,23].

O procedimento utilizado para avaliar o PFE é esforço-dependente e requer total cooperação do indivíduo avaliado [11,24], sendo assim, a utilização do Minimal na avaliação pode contribuir para a seleção dos idosos, afastando aqueles nos quais o aspecto cognitivo pudesse interferir na compreensão. Neste trabalho todos os pacientes selecionados, tanto os institucionalizados como os não institucionalizados, eram autônomos e independentes, capazes de realizar atividades rotineiras e com graus variados de complexidade e de gasto energético, não permitindo tendenciosidade em nossos achados.

Um aspecto a ser considerado como limitação do estudo é a diferença entre o número de indivíduos dos sexos masculino e feminino, não demonstrado no estudo, que pode ter contribuído para a ausência de diferença na PFE entre homens e mulheres.

Sumarizando nossos resultados demonstraram que o grupo institucionalizado e mais idoso (mais velho ou de maior idade), está relacionado com redução da força muscular expiratória, expressa pelo teste PFE. E que a atividade rotineira realizada pelos idosos pode influenciar positivamente as pressões expiratórias máximas, demonstrando que o grupo institucionalizado possa ser menos ativo que o não institucionalizado, justificando assim seus níveis menores do teste do PFE, como encontrado no estudo de Freitas *et al.* [11]. O estudo mostra ainda a importância do PFE como um instrumento de avaliação muito útil para o fisioterapeuta respiratório, tanto para a prescrição de um programa de tratamento como para um programa de prevenção de complicações.

## Conclusão

Observou-se que os dois grupos apresentaram queda no pico de fluxo expiratório em relação ao mínimo esperado, porém de forma diferenciada. O grupo institucionalizado apresentou queda significativamente maior que o não institucionalizado.

## Agradecimentos

A toda a equipe de professores do curso de Fisioterapia da Unigranrio, aos idosos da Clínica Escola de Fisioterapia da Unigranrio e da instituição asilar Mansão Esperança que colaboraram para a realização deste trabalho.

## Referências

1. Mazo GZ, Lopes MA, Benedetti TB. Atividade física e o idoso: concepção gerontológica. 3ª ed. Porto Alegre: Sulina; 2009.
2. Ruivo S, Viana P, Martins C, Baeta C. Efeito do envelhecimento cronológico na função pulmonar; Comparação da função respiratória entre adultos e idosos saudáveis. Revista Portuguesa de Pneumologia 2009;15(4):629-53.

3. Amâncio A, Cavalcanti PCU. *Clinica Geriátrica*. Rio de Janeiro: Atheneu; 1975.
4. Takahashi K, Nippon RIZ. Respiratory diseases in the elderly. *Japanese Journal of Geriatrics* 2007.
5. Caldeira JF, Soares AR, Amorim VO, Júnior NAL, Sancho AG, Cader AS. Avaliação do volume corrente, força muscular respiratória e saturação periférica de oxigênio em mulheres idosas submetidas ao treinamento muscular inspiratório. *Fisioterapia Ser* 2010;5(2):85-89.
6. Bassi RM, Rego GC, Almada Filho CM. Avaliação Geriátrica Global. In: Lopes AC, José FF, Lopes RD, Nestor Schor, ed.). *Guias de Medicina Ambulatorial e Hospitalar UNIFESP-Escola Paulista de Medicina: Guia de Clínica Médica*. 1a ed. São Paulo: Manole; 2007.
7. Kim, J, Sapienza CM. Implications of expiratory muscle strength training for rehabilitation of the elderly. *J Rehabil Res Dev* 2005;42(2):211-24.
8. Simões RP, Avad MA, Dionízio J, Mazzoneto M. Influência da idade e do sexo na força muscular respiratória. *Fisioter Pesqui* 2007;14(1):36-41.
9. Presto B, Presto LDN. *Fisioterapia respiratória uma nova visão*. 3ªed. Rio de Janeiro: Bruno Presto; 2007.
10. Freitas FS, Parreira VF, Ibiapina CC. Aplicação clínica do pico de fluxo da tosse: uma revisão da literatura. *Fisioter Mov* 2010;23(3):495-502.
11. Freitas SF, Ibiapina CC, Alvim CG, Britto RR, Parreira VF. Relação entre força de tosse e nível funcional em um grupo de idosos. *Rev Bras Fisioter* 2010; 14(6):470-6.
12. Cook NR, Evans DA, Scherr P, Speizer FE, Vedal S, Branch LG, et al. Peak expiratory flow rate in an elderly population. *Am J Epidemiol* 1989;130(1):66-78.
13. Tolep K, Kelsen SG. Effect of aging on respiratory skeletal muscles. *Clin Chest Med* 1993;14(3):363-78.
14. Enright PL, Kronmal RA, Manolio TA, Schenker MB, Hyatt RE. Respiratory muscle strength in the elderly. *Am J Respir Crit Care Med* 1994;149:430-8.
15. Vasconcellos JAC, Britto RR, Parreira VF, Cury AC, Ramiro SM. Pressões respiratórias máximas e capacidade funcional em idosas assintomáticas. *Fisioter Mov* 2007;20(3):93-100.
16. Kim J, Davenport P, Sapienza, C. Effect of expiratory muscle strength training on elderly cough function. *Arch Gerontol Geriatr* 2009;48(3):361-6.
17. Britto RR, Vieira DSR, Rodrigues JM, Prado LF, Parreira VF. Comparação do padrão respiratório de adultos e idosos saudáveis. *Rev Bras Fisioter* 2005;9(3):281-7.
18. Watsford ML, Murphy AJ, Pine MJ. The effects of ageing on respiratory muscle function and performance in older adults. *J Sci Med Sport* 2007;10(1):36-44.
19. Teynemy AA, Rissato CP, Matos LB, Boaventura CM, Lopes CR, Carvalho EM. Pico de fluxo expiratório em voluntários de 50 a 80 anos. *Fisioter Bras* 2008;9(6):399-406.
20. Fragoso CAV, Gahbauer EA, Ness PHV, Gill TM. Reporting peak expiratory flow in older persons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2007;62(10):1147-51.
21. Watsford ML, Murphy AJ, Pine MJ, Coutts AJ. The effect of habitual exercise on respiratory muscle function in older adults. *J Aging Phys Act* 2005;13(1):34-44.
22. Fragoso CAV, Gahbauer EA, Van Ness PH, Concato J, Gill TM. Peak expiratory flow as a predictor of subsequent and death in community-living older persons. *J Am Geriatr Soc* 2008;56(6):1014-20.
23. Fragoso CAV, Gill TM. Respiratory impairment and the aging lung: a novel paradigm for assessing pulmonary function. *J Gerontology A Med Sci* 2012;67A(3):264-75.
24. American Thoracic Society/European Respiratory Society. Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;166(4):518-624.