



Aplicação clínica do pico de fluxo da tosse: uma revisão de literatura

Clinical application of peak cough flow: a literature review

Fábia Suelane de Freitas^[a], Verônica Franco Parreira^[b], Cassio da Cunha Ibiapina^[c]

^[a] Mestre em Ciências da Saúde, Departamento de Fisioterapia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas), Belo Horizonte, MG - Brasil, e-mail: fabiaf@uol.com.br

^[b] Doutora em Fisioterapia e Reabilitação, Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG - Brasil, e-mail: veronicaparreira@yahoo.com.br

^[c] Doutor, Departamento de Pediatria da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG - Brasil, e-mail: cassioibiapina@terra.com.br

Resumo

Introdução: A tosse é responsável pela manutenção da via aérea livre de secreção e corpos estranhos. O pico de fluxo da tosse (PFT) é o fluxo expirado máximo medido durante uma manobra de tosse por meio de um *peak flow meter*. A eficácia da tosse depende da magnitude do pico de fluxo. Técnicas de insuflação assistida e de assistência manual à tosse podem aumentar a sua eficácia. Um PFT mínimo de 160 L/min foi relatado por alguns autores como necessário para manutenção da *clearance* brônquica e desmame da ventilação mecânica. **Objetivo:** Realizar uma revisão de literatura sobre a utilização do pico de fluxo da tosse na avaliação da eficácia da tosse em diferentes situações clínicas. **Método:** Foi utilizado o descritor *peak cough flow*, durante a pesquisa realizada nas bases de dados Medline, SciELO e LILACS. **Resultado:** Foi encontrado um total de 36 artigos, sendo 31 selecionados para leitura. Foram selecionados os artigos em português, espanhol ou inglês. **Conclusão:** O PFT vem sendo cada vez mais utilizado na avaliação dos doentes neuromusculares e também em outras situações clínicas.

Palavras-chave: Tosse. Fluxo expiratório forçado. Pico do fluxo expiratório.

Abstract

Introduction: Coughing is responsible for the clearance of secretion and foreign bodies from the respiratory airway. The peak cough flow (PCF) is the maximum expiratory flow measured by a peak flow meter during a coughing

maneuver. Coughing effectiveness is dependant on the peak flow's magnitude. Assisted insufflation technique and manually assisted coughing can increase ability to cough. PCF of 160L/min was reported by some authors as the minimum required to clear airway and mechanical ventilation weaning. Objective: The purpose of this review was to research on the use of PCF to evaluate coughing strength in different clinical conditions. Method: The subject headings used was peak cough flow in a search from Medline, SciELO and LILACS databases. Results: It was found a total of 36 papers and 31 bibliographic references in Portuguese, Spanish and English languages were selected. Conclusion: The PCF is more and more measured in neuromuscular disease valuation and in other clinic condition.

Keywords: Cough. Peak expiratory flow rate. Forced expiratory flow rates.

Introdução

A tosse é um mecanismo complexo de proteção da árvore brônquica, tendo um importante papel na manutenção da via aérea livre de secreção e de corpos estranhos, podendo ser iniciada de forma reflexa ou voluntária (1-3).

A efetividade na remoção do muco é dependente da magnitude do pico do fluxo gerado durante a tosse (4). A pressão intrapulmonar elevada alcançada a partir de uma inspiração profunda, do fechamento da glote e da contração da musculatura expiratória proporciona altos fluxos na fase explosiva da tosse (2, 3, 5) e este alto fluxo transfere energia cinética do ar para a secreção ou para o corpo estranho, removendo-os da parede brônquica e transportando-os até a faringe ou a boca, onde podem ser eliminados (2). Para que este mecanismo aconteça de forma satisfatória, é necessário haver atividade neuromuscular intacta e coordenação efetiva (6).

Alterações em qualquer uma das fases da tosse podem diminuir a sua eficácia. Na disfunção bulbar, a incompetência no fechamento da glote (5) e a inabilidade para abrir a glote rapidamente (7) podem gerar uma redução do seu pico do fluxo. A redução da força da tosse pode estar relacionada também com a fraqueza da musculatura inspiratória e/ou expiratória (4, 7, 8).

O fluxo expiratório máximo medido durante uma manobra de tosse é chamado de pico do fluxo da tosse (PFT) (9), e para medi-lo utiliza-se o mesmo aparelho do pico do fluxo expiratório (PFE), comumente utilizado no acompanhamento de pacientes com asma brônquica. A magnitude do PFT está relacionada com a capacidade de remoção de secreção da via aérea (4), porém não existem, dentro do nosso conhecimento, valores de referência como no PFE (10). O PFT é a forma mais reprodutível de mensurar a força da tosse (11), além de ser indicado para avaliar e estimar a função glótica e o risco de complicações pulmonares em pacientes com doenças neuromusculares (4).

O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão de literatura sobre a utilização do pico do fluxo da tosse na avaliação da eficácia da tosse em diferentes situações clínicas.

Aspectos históricos

Os primeiros estudos que tiveram como objetivo avaliar a força da tosse datam da década de 1950. Em 1955, Ross et al. (12) avaliaram as variações na pressão pleural e do fluxo de ar na boca durante a tosse, ao mesmo tempo em que realizavam radiografias de tórax seriados. Observaram elevações na pressão pleural até 140 mmHg e fluxo expirado de 6,5 L/s. Por meio da radiologia verificaram que o grau de estreitamento da traqueia estava relacionado com a pressão intrapleural, concluindo que o colapso dinâmico da via aérea era essencial no mecanismo de tosse. De forma complementar, Evans e Jaeger (13), em 1975, observaram que a redução do calibre da árvore brônquica era capaz de aumentar a velocidade linear, mesmo com baixas taxas de fluxo.

Em 1966, o pico do fluxo da tosse (PFT) começou a ser utilizado na avaliação da eficácia da tosse. Leiner et al. (14) compararam o PFE e o PFT antes e após o uso de broncodilatador em 170 homens, sendo que do total da amostra 112 apresentavam distúrbio ventilatório obstrutivo, restritivo ou combinados, e 58 não apresentavam alteração na função pulmonar. Os autores observaram que nos indivíduos saudáveis não havia diferença entre o PFE e o PFT, e que naqueles com alteração da função pulmonar o PFT foi significativamente menor que o PFE. A diferença entre PFT e PFE naqueles com doença obstrutiva foi muito maior que nos pacientes com distúrbio restritivo. Nos pacientes com alteração obstrutiva isolada ou combinada, houve aumento no PFT e no PFE após a utilização do broncodilatador (14).

O PFT e o PFE são variáveis dependentes do volume pulmonar (13). A diferença entre elas está no fechamento da glote, que acontece durante a mensuração do PFT e no não fechamento da glote no PFE (9). Quando foram avaliadas em indivíduos normais, a partir de vários volumes pulmonares, não foi observada diferença significativa entre estas variáveis (10, 13), e ambas decresceram de forma idêntica com a redução do volume (13).

PFT nas doenças neuromusculares

Em 2002, Suárez et al. (9), compararam a pressão expiratória máxima (PE_{max}), o PFE e o PFT em pacientes com Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA) e Distrofia Muscular de Duchenne (DMD) e em um grupo controle. Em todos os grupos o PFT foi significativamente maior que o PFE ($p < 0,001$). No grupo DMD a diferença entre o PFT e o PFE (PFT-PFE) foi similar ao grupo controle, e no grupo ELA esta diferença foi significativamente menor ($p < 0,001$), sendo este fato atribuído à presença de disfunção bulbar nos pacientes com ELA. A habilidade de gerar PFT foi mais dependente dos volumes pulmonares (capacidade pulmonar total e capacidade vital forçada) ($p < 0,001$) do que da PE_{max} ($p < 0,05$). Os autores concluíram que o PFE e a diferença PFT-PFE são importantes para avaliar a fraqueza da musculatura expiratória, o comprometimento bulbar e sua evolução nos pacientes com doença neuromuscular.

Um estudo realizado em 1988 (15) com sujeitos saudáveis e com distrofia muscular avaliou, por meio de espirômetro, a presença de pico do fluxo na curva fluxo-volume registrada no momento da tosse. Nos pacientes que não puderam gerar, na curva, um pico do fluxo no momento da tosse, foi observado que apresentaram significativa redução da função pulmonar, avaliada pela capacidade vital, em comparação àqueles que apresentaram pico do fluxo ($p < 0,01$). Além disso, todos os pacientes com PE_{max} acima de 60 cmH₂O apresentaram pico do fluxo na curva fluxo-volume (15). Posteriormente, estudos similares foram realizados, como o de Szeinberg et al., em 1988 (16), confirmando os resultados. Os estudos de Polkey et al. (17) e de Chaudri et al. (15) mostraram que a não identificação do pico de fluxo, na curva fluxo-volume, estava relacionada com a presença de importante fraqueza muscular (15, 17). A presença do pico do fluxo na curva fluxo-volume relaciona-se com uma sobrevida maior de pacientes com doença neuromuscular, o que foi observado em um *follow up* de 18 meses ($p < 0,05$) (15).

A velocidade do fluxo do ar, no momento da tosse, é o principal fator responsável pela *clearance* da via aérea. Velocidades elevadas podem ser obtidas com fluxos altos ou estreitamento adequado da via aérea (13), sendo o diâmetro da traqueia dependente da magnitude da alteração da pressão pleural (12).

A força da musculatura expiratória está relacionada com a compressão dinâmica da via aérea e, conseqüentemente, a fraqueza desta musculatura pode promover redução da velocidade linear do gás e diminuição da eficácia da tosse (16, 18, 19). Chatwin et al. (7) observaram uma correlação positiva entre PE_{max} e PFT nas doenças neuromusculares ($r = 0,67$ e $p < 0,002$).

O treinamento da musculatura expiratória, com o objetivo de aumentar sua força, mostrou ser eficaz na melhora da eficácia da tosse. Biering-Sorensen et al. (20), treinando a musculatura expiratória de pacientes tetraplégicos, observaram um aumento de 11% no pico do fluxo ($p < 0,025$). Chiara et al. (21) realizaram em 2006 treinamento muscular expiratório em paciente com esclerose múltipla, observando um aumento do pico de fluxo da tosse nos pacientes com comprometimento moderado ($p = 0,015$).

A fraqueza da musculatura inspiratória também pode contribuir para a redução da eficácia da tosse, uma vez que pode comprometer o grau de insuflação pulmonar (18). O PFT é também dependente da

capacidade de realizar inspiração profunda (10). Winck et al. (22), em 2004, avaliando pacientes com doença neuromuscular, encontraram uma correlação positiva entre PFT e pressão inspiratória máxima (PI_{max}) ($r = 0,637$, $p = 0,035$). Resultados similares foram encontrados por outros autores (10, 19, 23).

PFT em outras condições clínicas

No desmame da ventilação mecânica e da via aérea artificial

O PFT parece também estar relacionado com o sucesso no desmame da ventilação mecânica e na extubação. Segundo Bach, quando o PFT assistido cai abaixo de 160 L/min, a capacidade de manter a via aérea limpa diminui (24). Alguns estudos avaliaram esta relação. No estudo de Bach e Saporito (25) realizado em 1996 em pacientes com doença de origem neuromuscular, todos os que apresentaram PFT acima de 160L/min tiveram sucesso na extubação ou na retirada da traqueostomia. Smina et al. (6) também encontraram uma relação entre PFT e sucesso na extubação, observando que o PFT médio foi significativamente menor no grupo que evoluiu com insucesso na extubação em relação ao grupo que obteve sucesso (64,2 +/- 6,8L/min; 81,9 +/- 2,7 L/min respectivamente, $p = 0,03$), sendo que PFT < 60 L/min estava relacionado com um risco 5,1 vezes maior de falência na extubação ($p = 0,003$). Salam et al. (11) em 2004 encontraram resultados similares.

A diferença observada entre os valores de PFT encontrados por Bach e Saporito (25) e Smina et al. (6) pode estar relacionada ao fato de que no primeiro estudo as medidas foram realizadas com doentes neuromusculares traqueostomizados e pós decanulação, com auxílio da insuflação máxima assistida manualmente, e no segundo as medidas foram feitas em pacientes com tubo orotraqueal, sem técnicas de assistência à tosse (6). Posteriormente, Salam et al. (11) avaliaram doentes com tubo orotraqueal, utilizando pneumotacógrafo, e observaram resultados similares aos encontrados por Smina et al. (6). No mesmo ano, 2004, Sancho et al. (26) não observaram diferença significativa entre o PFT mensurado pelo pneumotacógrafo e pelo *peak flow meter*. A Tabela 1 relata de forma resumida esses estudos.

Tabela 1 - Relação entre PFT assistido e não assistido com o sucesso na extubação/decanulação

	Amostra	Dispositivo de medida	Sucesso	Insucesso	Valor p
Bach & Saporito 1996 ²³	49 DNM	<i>Peak Flow Meter</i>	PFT-a > 160 L/min	PFT-a < 160 L/min	0,001
Smina et al 2003 ⁶	42 clínico 19 PNM 18 ICC 17 DPOC 6 asma 13 outros	<i>Peak Flow Meter</i>	PFT > 60/Lmin	PFT < 60L/min	0,003
Salam et al 2004 ¹⁰	33 clínico 27 PNM 9 ICC 14 DPOC 4 asma 13 outros	Pneumatocógrafo	PFT > 75 L/min	PFT < 60 L/min	0,003

Legenda: DNM: doença neuromuscular, DPOC: doença pulmonar obstrutiva crônica, ICC: insuficiência cardíaca congestiva, PFT: pico de fluxo da tosse sem assistência PFT-a: pico de fluxo da tosse assistido, PNM: pneumonia.

Na doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC)

Nas doenças pulmonares obstrutivas, a redução do fluxo expiratório e o aumento na viscosidade da secreção brônquica são provavelmente a principal causa de tosse inefetiva. Sivasothy et al. (2) avaliaram o PFT e a curva fluxo volume no momento da tosse de pacientes com DPOC e compararam com um grupo controle. Os autores observaram que a curva fluxo volume era similar nos dois grupos, porém, o PFT era significativamente menor nos pacientes com DPOC.

Na doença de Parkinson

Na doença de Parkinson, sabidamente associada a alterações na deglutição, também foi observada alteração na força da tosse. Ebihara et al. (27) observaram redução significativa no PFT em pacientes com doença de Parkinson em relação a um grupo controle, sendo a redução mais importante no doente em estágio avançado (classificação IV da escala de Hoehn-Yahr).

No envelhecimento

No processo de envelhecimento ocorre redução no recolhimento elástico pulmonar e na complacência da caixa torácica (28), além da redução da força muscular, que acontece em virtude da atrofia de fibras musculares (29, 30). Essas alterações podem comprometer a capacidade de insuflação pulmonar, a pressão intratorácica e o fluxo expiratório no momento da tosse (31).

Beardsmore et al. (32), em 1987, observaram redução gradual do PFT com a idade. Cook et al. (28), em 1989, observaram que o fluxo expiratório declina com a idade, a uma velocidade de 9,2 L/min/ano nos homens e de 6,0 L/min/ano nas mulheres.

Kim et al. (31), em 2009, observaram aumento significativo ($p < 0,001$) nos valores de PEmax e de PFT ($p = 0,002$) em idosos após um programa de quatro semanas de treinamento muscular expiratório.

Estratégias para incremento do PFT

Com o objetivo de melhorar o volume pulmonar pré-tosse e o PFT, algumas técnicas podem ser indicadas, como a insuflação máxima (insuflações sucessivas de ar por meio de ressuscitador manual ou ventilador volumétrico portátil, com aprisionamento deste ar pelo paciente até atingir insuflação máxima) (33) e a tosse assistida manualmente, que, segundo os autores, é a aplicação de pressão abdominal após máxima insuflação (34). Vários estudos demonstraram aumento no PFT de forma significativa com o emprego dessas técnicas, em relação ao PFT medido sem essa assistência (4, 9, 24, 34-36).

Bach et al. (37, 38) e Kang e Bach (39) avaliaram o pico de fluxo da tosse de doentes com DMD e ELA. Os pacientes estavam em respiração espontânea, sem via aérea artificial, e eram submetidos à técnica de insuflação máxima. Observaram que o PFT mínimo necessário para limpeza da via aérea foi de 160L/min, sendo que os pacientes que conseguiram gerar PFT acima de 270L/min apresentam risco pequeno de desenvolver insuficiência respiratória durante infecção de trato respiratório (37, 38).

Sivasothy et al. (2), 2001, avaliaram a eficácia da tosse assistida manualmente e da assistência mecânica na tosse em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) e naqueles com fraqueza muscular com e sem escoliose, comparando com um grupo controle. No grupo DPOC, foi encontrado um PFT significativamente menor que no controle, sendo que, nestes pacientes, as técnicas de assistência à tosse não promoveram um aumento no PFT. Nos pacientes com fraqueza muscular sem escoliose houve aumento no PFT durante a aplicação de todas as técnicas de assistência à tosse. Entre aqueles com escoliose, não foi observado incremento nos valores do PFT após o emprego das técnicas de assistência à tosse. Os autores

atribuíram esse achado à dificuldade de posicionamento e de colocação das mãos para realizar a assistência manual. Com relação aos resultados encontrados nos pacientes com DPOC, os autores atribuíram ao fato desses pacientes não terem fraqueza muscular expiratória que justifique a utilização de assistência manual; além disso, a compressão manual poderia ter contribuído para o fechamento prematuro da via aérea, reduzindo os valores do PFT, e a insuflação mecânica pode ter exacerbado a hiperinsuflação pulmonar, diminuindo o volume da tosse.

O PFT mais baixo em pacientes com DPOC encontrado no estudo de Sivasothy et al. (2), após utilização da assistência mecânica à tosse, não foi encontrado no estudo de Winck et al. (22), em 2004. A diferença entre os dois estudos pode residir no fato de que no primeiro estudo as pressões expiratórias e inspiratórias utilizadas na assistência à tosse foram respectivamente 20 cmH₂O e -20 cmH₂O, e no segundo as pressões iniciais foram 15 e -15 cmH₂O, que eram elevadas em seguida para 30 e -30 cmH₂O e depois para 40 e -40 cmH₂O, sendo que o PFT aumentou significativamente somente após 40 e -40 cmH₂O de pressão.

Kang e Bach (34), em 2000, investigaram em pacientes com doença neuromuscular a relação entre capacidade vital (CV), máxima capacidade de insuflação e PFT. A máxima capacidade de insuflação foi obtida a partir de insuflações sucessivas, com o auxílio de um bocal conectado a um ressuscitador manual, até atingir uma insuflação pulmonar máxima. Os autores observam uma correlação positiva entre CV e máxima capacidade de insuflação com tosse não assistida ($r = 0,80$; $p < 0,001$ e $r = 0,35$; $p < 0,01$, respectivamente) e assistida ($r = 0,51$; $p < 0,001$ e $r = 0,67$; $p < 0,001$, respectivamente), concluindo que as técnicas de insuflação máxima são extremamente importantes para aumentar o PFT em pacientes que apresentam CV menor que 1.500 ml.

Discussão

A tosse tem papel importante na efetiva remoção da secreção e promoção da higiene brônquica. A avaliação da força da tosse é um recurso muito útil para o fisioterapeuta respiratório. Ao longo do estudo ficou clara a vasta utilização desse recurso em situações clínicas diversas, como na avaliação do prognóstico e evolução das doenças neuromusculares, na avaliação do paciente DPOC, do paciente com doença de Parkinson e sua utilização como índice preditor de sucesso na extubação e decanulação.

A eficácia da tosse é, com frequência, avaliada por meio da força muscular expiratória. Porém, não deve ser negligenciada a importância da musculatura inspiratória e do adequado fechamento e abertura da glote. Quanto maior a velocidade do fluxo de ar no momento da tosse, maior é a sua eficácia. O PFT é uma técnica que avalia a magnitude deste fluxo, não medindo isoladamente as fases da tosse, sendo, portanto, segundo Salam et al. (11), a forma mais reprodutível de avaliação da força da tosse.

O PFT tem sido utilizado em vários estudos com o objetivo de desenvolver técnicas que levem a um incremento na força da tosse. O estudo de Winck et al. (22) indicou um incremento no PFT em pacientes DPOC após aplicação de tosse mecanicamente assistida, e o estudo de Kang e Bach (39) mostrou um aumento significativo do PFT com técnicas de insuflação máxima.

Além de muito utilizado na avaliação dos doentes neuromusculares, existe também a indicação de seu uso em outras situações clínicas ligadas ao desmame da ventilação mecânica, para prever sucesso na extubação ou decanulação.

Dentro do nosso conhecimento ainda não foram estabelecidos os valores de referência para essa medida. Estudos com esse objetivo podem ser úteis para auxiliar na avaliação do prognóstico, evolução e para ajudar a definir os melhores momentos para desmame, canulação ou decanulação de pacientes crônicos.

Referências

1. Mahajan RP, Sing P, Murty GE, Aitkenhead AR. Relationship between expired lung volume, peak velocity time a voluntary cough manoeuvre. *Br J Anaesth.* 1994;72(3):298-301.

2. Sivasothy P, Brown L, Smith IE, Shneerson, JM. Effect of manually assisted cough and mechanical insufflation on cough flow of normal subjects, patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD), and patients with respiratory muscle weakness. *Thorax*. 2001;56(6):438-44.
3. Suleman M, Abaza KT, Gornall C, Kinnear WJM, Wills JS, Mahajan RP. The effect of a mechanical glottis on peak expiratory flow rate and time to peak flow during a peak expiratory flow manoeuvre: a study in normal subjects and patients with motor neurone disease. *Anaesthesia*. 2004;59(9):872-5.
4. Sancho J, Servera E, Díaz J, Marín J. Efficacy of mechanical insufflation-exsufflation in medically stable patients with Amyotrophic Lateral Sclerosis. *Chest*. 2004;125(4):1400-5.
5. Ishii M. Benefit of forced expiratory technique for weak cough in a patient with bulbar onset Amyotrophic Lateral Sclerosis. *J Phys Ther Sci*. 2004;16:137-41.
6. Smina M, Salam A, Khamiees M, Gada P, Amoateng-Adjepong Y, Manthous CA. Cough peak flows and extubation outcomes. *Chest*. 2003;124(1):262-8.
7. Chatwin M, Ross E, Hart N, Nickol AH, Polkey MI, Simonds AK. Cough augmentation with mechanical insufflation/exsufflation in patients with neuromuscular weakness. *Eur Respir J*. 2003;21(3):502-8.
8. McCool DF. Global physiology and pathophysiology of cough ACCP evidence-based Clinical Practice Guidelines. *Chest*. 2006;129(1):48S-53S.
9. Suárez AA, Pessolano FA, Monteiro SG, Ferryra G, Capria ME, Mesa L, et al. Peak flow and peak cough flow in the evaluation of expiratory muscle weakness and bulbar impairment in patients with neuromuscular disease. *Am J Phys Med Rehabil*. 2002;81(7):506-11.
10. Bach JR, Gonçalves MR, Páez S, Winck JC, Leitão S, Abreu P. Expiratory flow maneuvers in patients with neuromuscular diseases. *Am J Phys Med Rehabil*. 2006;85(2):105-11.
11. Salam A, Tilluckdharry L, Amoateng-Adjepong Y, Manthous CA. Neurologic status, cough, secretions and extubation outcomes. *Intensive Care Med*. 2004;30(7):1334-9.
12. Ross BB, Gramiak R, Rahn H. Physical dynamics of the cough mechanism. *J Appl Physiol*. 1955;8:264-8.
13. Evans JN, Jaeger MJ. Mechanical aspects of coughing. *Pneumonologie*. 1975;152(4):253-7.
14. Leiner GC, Abramowitz S, Small MJ, Stenby VB. Cough peak flow rate. *Am J Med Sci*. 1966;251:211-4.
15. Chaudri MB, Liu C, Hubbard R, Jefferson D, Kinnear WJ. Relationship between supramaximal flow during cough and mortality in motor neurone disease. *Eur Respir J*. 2002;19(3):434-8.
16. Szeinberg A, Tabachnik E, Rashed N, McLaughlin FJ, England S, Bryan CA, et al. Cough capacity in patients with muscular dystrophy. *Chest*. 1988;94(6):1232-5.
17. Polkey MI, Lyall RA, Green M, Leigh N, Moxham J. Expiratory muscle function in Amyotrophic Lateral Sclerosis. *Am J Respir Crit Care Med*. 1997;155(5):1560-4.
18. McCool FD, Leith DE. Pathophysiology of cough. *Clin Chest Med*. 1987;8(2):189-95.
19. Kang SW, Kang YS, Sohn HS, Park JH, Moon JH. Respiratory muscle strength and cough capacity in patients with Duchenne Muscular Dystrophy. *Yonsei Med J*. 2006;47(2):184-90.
20. Biering-Sorensen F, Knudsen L, Schmidt A, Bundgaard A, Christensen I. Effect of respiratory training with a mouth-nose-mask in tetraplegics. *Paraplegia*. 1991;29(2):113-9.
21. Chiara T, Martin D, Davenport PW, Bolser DC. Expiratory muscle strength training in persons with multiple sclerosis having mild to moderate disability: effect on maximal expiratory pressure, pulmonary function, and maximal voluntary cough. *Arch Phys Med Rehabil*. 2006;87(4):468-73.

22. Winck JC, Gonçalves MR, Lourenço C, Viana P, Almeida J, Bach JR. Effects of mechanical insufflation-exsufflation on respiratory parameters for patients with chronic airway secretion encumbrance. *Chest*. 2004;126(3):774-80.
23. Trebbia G, Lacombe M, Fermanian C, Falaize L, Lejaille M, Louis A, et al. Cough determinants in patients with neuromuscular disease. *Respir Physiol Neurobiol*. 2005;146(2/3):291-300.
24. Bach JR. Amyotrophic lateral sclerosis. *Chest*. 2002;122(1):92-8.
25. Bach JR, Saporito LR. Criteria for extubation and tracheostomy tube removal for patients with ventilatory failure. *Chest*. 1996;110(6):1567-71.
26. Sancho J, Servera E, Díaz J, Marin J. Comparison of peak cough flows measured by pneumotachograph and a portable peak flow meter. *Am J Phys Med Rehabil*. 2004;83(8):608-12.
27. Ebihara S, Saito H, Kanda A, Nakajoh M, Takahashi H, Arai H, et al. Impaired efficacy of cough in patients with Parkinson Disease. *Chest*. 2003;124(3):1009-15.
28. 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.
29. Tolep K, Kelsen SG. Effect of aging on respiratory skeletal muscles. *Clin Chest Med*. 1993;14(3):363-78.
30. Enright PL, Kronmal RA, Manolio TA, Schenker MB, Hyatt RE. Respiratory muscle strength in the elderly. *Am J Respir Crit Care Med*. 1994;149:430-38.
31. Kim J, Davenport P, Sapienza, C. Effect of expiratory muscle strength training on elderly cough function. *Arch Gerontol Geriatr*. 2009;48(3):361-6.
32. Beardsmore CS, Wimpres SP, Thomson AH, Patel HR, Goodenough P, Simpson H. Maximum voluntary cough: an indication of airway function. *Bull Eur Physiopathol Respir*. 1987;23(5):465-72.
33. Bach JR, Bianchi C, Vidigal-Lopes M, Turi S, Felisari G. Lung Inflation by Glossopharyngeal Breathing and "Air Stacking" in Duchenne Muscular Dystrophy. *Am J Phys Med Rehabil*. 2007;86(4):295-300.
34. Kang SW, Bach JR. Maximum insufflation capacity: vital capacity and cough flows in neuromuscular disease. *Am J Phys Med Rehabil*. 2000;79(3):222-7.
35. Tzeng AC, Bach JR. Prevention of pulmonary morbidity for patients with neuromuscular disease. *Chest*. 2000;118(5):1390-6.
36. Kang SW, Kang YS, Moon JH, Yoo TW. Assisted cough and pulmonary compliance in patients with Duchenne Muscular Dystrophy. *Yonsei Med J*. 2005;46(2):233-8.
37. Bach JR, Ishikawa Y, Kim H. Prevention of pulmonary morbidity for patients with Duchenne muscular dystrophy. *Chest*. 1997;112(4):1024-8.
38. Bach JR. Amyotrophic Lateral Sclerosis: prolongation of life by noninvasive respiratory aids. *Chest*. 2002;122(1):92-8.
39. Kang SW, Bach JR. Maximum insufflation capacity. *Chest*. 2000;118(1):61-5.

Recebido: 05/05/2009

Received: 05/05/2009

Aprovado: 22/03/2010

Approved: 03/22/2010

Revisado: 24/06/2010

Reviewed: 06/24/2010