

TERAPIA INCENTIVADORA DA INSPIRAÇÃO: UMA REVISÃO DAS TÉCNICAS DE ESPIROMETRIA DE INCENTIVO A FLUXO E A VOLUME E O *BREATH-STACKING*

Incentive inspiration therapy: a review concerning volume and flow incentive spirometry techniques and Breath-Stacking

Artigo Original

RESUMO

Objetivo: Revisar a literatura acerca das diferenças entre os espirômetros de incentivo (EI) e a técnica de *Breath-Stacking*, comparando-se os espirômetros de incentivo a volume e a fluxo entre si e ambos com o *Breath-Stacking*. **Métodos:** Realizou-se busca na base de dados PUBMED com os termos “*incentive spirometry*” e “*Breath-Stacking*”, sendo selecionados para essa revisão apenas aqueles que tratavam das diferenças entre os EI e que comparavam essa técnica com a espirometria de incentivo. **Resultados:** Os Espirômetros de Incentivo a volumes promovem um padrão respiratório mais abdominal, com menor utilização de músculos acessórios da respiração quando comparados a espirômetros a fluxo. Um tempo inspiratório mais prolongado e menores frequências respiratórias também estão associados à utilização dos instrumentos a volume. O *Breath-Stacking* proporciona uma expansão pulmonar até volumes próximos à Capacidade Pulmonar Total. Na literatura revisada, volumes significativamente maiores, bem como um tempo de sustentação da inspiração mais prolongado foram obtidos durante a utilização do *Breath-Stacking*, quando comparado aos Espirômetros. O *Breath-Stacking* também difere dos Espirômetros de incentivo pelo padrão de ventilação pulmonar, sendo este mais direcionado às bases e à periferia do pulmão, regiões mais suscetíveis às complicações pulmonares que podem ocorrer no período pós-operatório. **Conclusão:** O sucesso da terapia incentivadora da inspiração é influenciado pela escolha criteriosa do instrumento ou técnica mais adequada a cada paciente.

Descritores: Modalidades de Fisioterapia; Terapia Respiratória; Cuidados Pós-Operatórios; Capacidade Inspiratória.

ABSTRACT

Objectives: To revise the literature concerning the differences between incentive spirometers (IS) and the technique of *Breath-Stacking* (BS), comparing volume and flow incentive spirometers devices between themselves and both with the *Breath-Stacking*. **Method:** After a search on PUBMED data basis with the terms “*incentive spirometry*” and “*Breath-Stacking*”, we selected for this revision only the works that approached the differences between IS and the ones that compared those to the BS. **Results:** The volume incentive spirometers promote a more abdominal respiratory pattern with less use of respiratory accessory muscles when compared to flow spirometers. A longer inspiration period and lower respiratory frequencies are also associated to the use of volume incentive spirometers. The *Breath-Stacking* causes pulmonary expansion up to volumes close to Total Pulmonary Capacity. According to the analyzed literature, significant higher volumes, as well as longer period of sustained inspiration were obtained during the use of *Breath-Stacking* when compared to spirometers. The *Breath-Stacking* also differs from spirometers concerning pulmonary ventilation pattern. The former being more directed to lung basis and periphery, which are more susceptible regions for post-operative pulmonary complications. **Conclusions:** The success of Inspiration incentive therapy is influenced by the sensible choice of the most adequate instrument or technique for each patient.

Descriptors: Physical Therapy Modalities; Respiratory Therapy; Postoperative Care; Inspiratory Capacity.

Claudiney de Lima Batista
Marques⁽¹⁾
Ingrid de Castro Bolina Faria⁽²⁾

- 1) Hospital Municipal Odilon Behrens e do Centro Geral de Pediatria Belo Horizonte - (MG)
- 2) Ceto Universitário de Belo Horizonte UNI-BH - (MG)

Recebido em: 14/11/2008
Revisado em: 06/01/2009
Aceito em: 26/02/2009

INTRODUÇÃO

Intervenções cirúrgicas nos compartimentos torácico e abdominal superior afetam significativamente a função do sistema respiratório no período pós-operatório, predispondo ao surgimento de complicações pulmonares pós-operatórias (CPPO), tais como atelectasias, pneumonias, hipoxemia e insuficiência respiratória⁽¹⁾. A disfunção diafragmática, mudanças no padrão respiratório, o qual se torna mais superficial, bem como a redução da complacência pulmonar e o comprometimento da *clearance* mucopulmonar constituem fatores importantes relacionados ao surgimento dessas CPPO⁽²⁾.

A prevenção das complicações pulmonares é de extrema importância no período pós-operatório, uma vez que essas elevam as taxas de mortalidade e estão associadas ao aumento da permanência nos hospitais, bem como dos gastos para os hospitais e sistemas de saúde. Os espirômetros de incentivo (EI) são instrumentos que fornecem *feedback* visual ou auditivo, encorajando os pacientes a realizarem inspirações máximas sustentadas⁽³⁾. Inspirações profundas levam ao aumento da pressão transpulmonar e, associadas à pausa inspiratória, promovem insuflação e recrutamento alveolar, contribuindo para a estabilização dos alvéolos, melhorando a complacência e ventilação alveolar⁽⁴⁾. Os EI são utilizados com o objetivo de restaurar os volumes pulmonares, modificando o padrão respiratório e de ventilação pulmonar, prevenindo ou reduzindo a incidência das CPPO^(3,4).

Os EI são ativados pelos esforços inspiratórios, quantificados pela elevação de bolas ou cilindro que compõem os equipamentos. Esses podem ser classificados de acordo com o seu padrão de ativação: espirômetros a volume, que exibem o volume alcançado durante a inspiração sustentada, e espirômetros a fluxo, nos quais o fluxo atingido pode ser estimado a partir do deslocamento de suas esferas. Embora largamente utilizados na prevenção das CPPO, a eficácia dos EI, até então, não está bem estabelecida^(5,6). Além disso, a literatura é escassa com relação às diferenças na construção e funcionamento entre os tipos de espirômetros, bem como no que se refere ao potencial impacto dessas particularidades na eficácia da terapia⁽⁷⁾.

A capacidade de respirar a volumes superiores ao corrente, ou seja, à reserva inspiratória, pode estar comprometida diante de fraqueza, dispnéia, dor ou mesmo pela falta de cooperação do paciente⁽⁸⁾, dificultando a utilização do EI por certos grupos de pacientes. Verificou-se na literatura que sucessivas inspirações através de uma válvula unidirecional, que impedia a exalação de volumes, promoviam um efeito somatório dos volumes inspirados até bem próximo à capacidade pulmonar total (CPT)⁽⁸⁾, o que

poderia ser útil na mensuração de volumes e capacidades pulmonares em pacientes pouco ou não cooperativos^(9,10).

O *Breath-Stacking* (BS) constitui uma técnica alternativa de incentivo à inspiração. É composto por uma válvula unidirecional, com o ramo expiratório ocluído, acoplada a uma interface (máscara bucal) ao rosto do paciente. O BS impede a exalação de volumes, promovendo um prolongamento do tempo inspiratório e um efeito somatório dos volumes inspirados até próximo à CPT^(8,10). Assim como os EI, o BS é utilizado no período pós-operatório visando à prevenção das CPPO, sendo útil na restauração dos volumes e capacidades pulmonares, na melhora do padrão respiratório e das trocas gasosas^(10,11). O BS pode ser utilizado mesmo em pacientes inconscientes e não cooperativos, sendo uma valiosa terapia em pacientes com dificuldade de executar os EI.

O objetivo deste estudo é revisar a literatura acerca das diferenças entre os EI e a técnica de BS, comparando-se os EI a volume e a fluxo entre si e ambos com o BS. O mesmo se justifica na busca por uma utilização mais criteriosa dessas técnicas, uma vez que, embora amplamente utilizadas, escassa é a literatura, particularmente com relação às diferenças entre os vários incentivadores da inspiração, seus efeitos, vantagens e desvantagens.

MÉTODOS

Os artigos desta revisão foram identificados em uma pesquisa de literatura utilizando-se a base de dados PUBMED, restringindo-se a busca a artigos escritos nas línguas inglesa e portuguesa.

Duas combinações de termos foram utilizadas na busca pelos artigos: a primeira buscou por "*incentive spirometry*", sendo então localizados 190 artigos. Todos os resumos foram lidos, sendo selecionados para esta revisão apenas aqueles que tratavam das diferenças entre os EI, totalizando sete artigos.

Uma segunda busca foi realizada incluindo-se o termo "*Breath-Stacking*", sendo encontrados nove resumos; desses foram selecionados apenas aqueles que comparavam essa técnica com a espirometria de incentivo.

Devido à escassez do tema, mais seis artigos foram selecionados a partir de pesquisa em anais de congresso e diretamente com especialistas no assunto.

RESULTADOS

Em relação à comparação entre os diferentes tipos de espirômetros (EI), os EI são instrumentos que encorajam, mediante *feedback* visual ou auditivo, a realização de inspirações máximas até a CPT. Além disso, promovem

aumento na pressão transpulmonar, favorecendo a ventilação alveolar e são amplamente utilizados no período pós-operatório visando à prevenção das CPPO. Os EI como *Coach* e *Voldyne*, classificados como volume-dependentes, exibem informações acerca do volume alcançado pelo paciente durante uma inspiração máxima sustentada. Espirômetros a fluxo, por sua vez, representados pelo Triflo II e *Respiron*, permitem inferir o fluxo gerado pelo esforço inspiratório, através da elevação das esferas que o compõem. Espirômetros a fluxo e a volume possuem diferentes mecanismos de acionamento, de *feedback* e levam a respostas fisiológicas distintas.

Sobre a influência dos EI no padrão respiratório e volume corrente, a mudança do padrão respiratório que se segue às cirurgias abdominais altas e torácicas para um padrão mais superficial, frequentemente associado à disfunção diafragmática, pode levar à redução da ventilação nas regiões inferiores do pulmão, predispondo ao desenvolvimento de atelectasias e infecções pulmonares⁽¹¹⁾. Os EI são prescritos na expectativa de modificar esse padrão, aumentando a ventilação alveolar, prevenindo ou reexpandindo áreas atelectasiadas. Contudo, importantes diferenças são observadas entre EI a fluxo e a volume, com relação ao padrão respiratório e à movimentação toracoabdominal.

Os EI a volume e a fluxo promovem aumentos significativos de volume corrente, volume minuto, tempo inspiratório e fluxo inspiratório durante sua execução^(2,4). Observou-se que um volume minuto significativamente maior atingia os pulmões durante a execução do *Voldyne* quando comparado ao *Coach*, ambos EI a volume. Essa diferença é atribuída aos volumes correntes superiores alcançados no *Voldyne*, uma vez que uma frequência respiratória similar foi obtida⁽²⁾. A menor frequência respiratória durante a execução dos espirômetros a volume está associada a um tempo inspiratório significativamente maior, o qual proporciona uma inspiração lenta e profunda, favorável ao desenvolvimento de um fluxo laminar que se distribui mais uniformemente no parênquima pulmonar^(2,4,12).

Ressalta-se na literatura analisada a importância de um padrão respiratório mais abdominal durante a terapia incentivadora da inspiração, frente à maior incidência das CPPO nas bases pulmonares^(1,4). Um padrão mais abdominal, durante a terapia com EI, pode ser favorecido a partir do correto posicionamento do paciente e da escolha do espirômetro mais adequado a esse paciente.

Em pesquisas referentes ao deslocamento abdominal e da caixa torácica em indivíduos saudáveis, por meio da pletismografia de indutância respiratória, constataram-se que deslocamentos predominantemente abdominais ocorriam durante a execução dos EI a volume. Por sua vez, houve predomínio dos deslocamentos torácicos nos EI a

fluxo, possivelmente devido ao maior recrutamento dos músculos da caixa torácica^(2,13).

Com relação ao posicionamento corporal, observou-se diferença significativa na configuração toracoabdominal durante o uso do *Voldyne* nas inclinações horizontais de 30° e 45°. A execução do *Voldyne* a 30° manteve a contribuição relativa do compartimento abdominal na expansibilidade da parede torácica, em relação aos valores de repouso, ao passo que essa contribuição diminuía quando se realizava o *Voldyne* a 45°^(12, 14). Com relação aos EI a fluxo, não foram observadas variações no padrão respiratório dependentes da inclinação do paciente. Os EI a volume promovem maior contribuição abdominal no movimento, independentemente da inclinação do paciente, levando a um padrão respiratório mais abdominal do que os EI a fluxo⁽¹²⁾.

Utilizando-se da eletromiografia de superfície, verificou-se aumento significativo da ativação do diafragma durante a execução dos EI, tanto a volume, quanto a fluxo, na inclinação de 30°, em relação à inclinação de 60°. Também foi observado que o padrão de ativação do músculo diafragma é significativamente maior durante a utilização dos EI a volume, independente da posição⁽¹⁴⁾.

Estudo acerca do impacto dos diferentes espirômetros em pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) observou que os espirômetros a volume promoviam significativo aumento nos diâmetros torácico e abdominal quando comparados aos espirômetros a fluxo⁽¹³⁾. Contudo os volumes obtidos durante a execução dos EI não foram mensurados e os deslocamentos foram quantificados pela cirtometria, método pouco acurado para se avaliar os deslocamentos da parede torácica⁽¹⁵⁾. Além disso, não se verificou o impacto desses instrumentos no VR e CRF, volume e capacidade pulmonares que frequentemente encontram-se alteradas nos pacientes com patologias obstrutivas, como o DPOC.

No que se refere à influência dos espirômetros de incentivo no trabalho respiratório, no período pós-operatório, em que os EI são muito utilizados, o trabalho respiratório pode estar significativamente aumentado como consequência das atelectasias, fraqueza dos músculos respiratórios ou excesso de secreção nas vias aéreas⁽⁴⁾. Os EI a volume e a fluxo diferem significativamente no grau de trabalho adicional imposto durante sua execução, o que influencia diretamente a terapia incentivadora da inspiração nesse período⁽⁷⁾.

Observou-se significativo aumento no trabalho respiratório em relação aos valores de repouso, tanto em espirômetros a volume (*Coach*) quanto nos a fluxo (*Mediflo*), sendo que o trabalho adicional era aproximadamente o dobro quando se utilizavam espirômetros a fluxo. Ademais, boa correlação entre a Pressão Inspiratória Máxima (PI_{máx}) durante a execução do espirômetro de incentivo e o seu

trabalho adicional imposto foi encontrada⁽⁷⁾. Sendo a PImáx facilmente medida com o auxílio de manovacuômetro, constitui-se em uma forma prática e rápida de monitorar o trabalho respiratório dos pacientes durante a execução dos EI⁽¹⁶⁾.

Trabalho respiratório aumentado e maior utilização da musculatura acessória também foram observados em pacientes com DPOC durante a execução de EI a fluxo, quando comparado aos instrumentos a volume. Em pacientes com DPOC, inspirações sustentadas e prolongadas são necessárias para favorecer trocas gasosas diante das elevadas constantes de tempo de regiões pulmonares atelectasiadas e colapsadas⁽¹³⁾. O tempo inspiratório mais prolongado, associado à menor utilização da musculatura acessória realizada com os espirômetros a volume, sugere a superioridade dos mesmos nessa população⁽¹³⁾.

Quando o padrão respiratório encontra-se alterado, como frequentemente é observado no período pós-operatório de cirurgias torácicas, mudanças no padrão de ativação dos músculos da caixa torácica podem levar a alterações no trabalho respiratório⁽¹²⁾. O trabalho respiratório mais elevado, verificado nos espirômetros a fluxo, pode estar associado à maior contribuição da caixa torácica no movimento desencadeado por esse espirômetro que promove maior recrutamento da musculatura acessória em detrimento de uma menor solicitação do diafragma^(4,12).

Significativa redução na capacidade inspiratória foi observada em pacientes com moderado risco para CPPO, durante a utilização de EI a fluxo⁽⁷⁾. Pesquisa referente ao trabalho adicional imposto por seis diferentes tipos de EI a fluxo e a volume aferiu valores que variavam entre 15% e 80% do trabalho respiratório normal, dependendo do espirômetro utilizado. No caso do Triflo II e dos espirômetros a volume, o trabalho respiratório aumentava proporcionalmente à elevação das taxas de fluxo durante sua execução⁽¹⁶⁾. Os EI que impõem menor trabalho adicional no período pós-operatório facilitam a sustentação de grandes volumes inspiratórios e apresentam menor risco de levar a sobrecarga e fadiga dos músculos inspiratórios sendo mais apropriados para o treinamento respiratório nesse período^(7,16).

A relação entre *Breath-Stacking* (BS) e os espirômetros de incentivo indica que o sucesso da terapia incentivadora da inspiração com a utilização dos EI é variável entre os diversos grupos de pacientes candidatos a essa terapia. Fraqueza, dor, dispnéia, falta de cooperação são fatores que podem impedir que esforços inspiratórios suficientes sejam gerados de maneira a promover a expansão pulmonar até altos volumes e, uma vez que esses volumes sejam alcançados, sejam sustentados^(10,17). O BS é descrito como uma valiosa alternativa para se trabalhar a expansão

pulmonar em pacientes que não conseguem utilizar eficazmente os EI por fatores diversos.

A técnica de BS consiste na utilização de uma válvula unidirecional que bloqueia a expiração, mas permite as inspirações. Uma vez seletivamente bloqueada a expiração, o volume pulmonar passa a aumentar progressivamente, em decorrência dos esforços respiratórios e dos fluxos inspiratórios resultantes. Os esforços inspiratórios tendem a diminuir com as sucessivas inspirações, uma vez que o tórax assume posição de bloqueio inspiratório, os músculos entram em desvantagem mecânica e a complacência pulmonar se reduz. O fluxo inspiratório permanece até que os esforços respiratórios sejam insuficientes para vencer as forças de recolhimento elástico do tórax⁽⁸⁾.

A técnica de BS pode ser utilizada em pacientes cooperativos ou não, sendo que o tempo da manobra varia de 20 a 30 segundos. A manutenção de altos volumes pulmonares durante o BS, provavelmente, é capaz de aumentar a ventilação colateral e a entrada de ar nos espaços alveolares atelectasiados, reexpandindo essas áreas⁽⁸⁾. Verifica-se na literatura analisada que os volumes alcançados com a técnica do BS são significativamente superiores aos alcançados durante a terapia com os EI. Foi constatado também que a duração da manobra era consideravelmente maior do que aquela realizada com os EI. No período pós-operatório, o tempo de manutenção das vias aéreas expandidas é tão importante quanto os volumes atingidos na terapia incentivadora da inspiração, sendo que é muito pouco provável que o recrutamento pulmonar ocorra na breve duração de apenas uma inspiração máxima durante a utilização dos EI⁽¹⁰⁾.

Atelectasias e outras alterações correlacionam-se diretamente com a ocorrência de *shunt* pulmonar, indicando a presença de distúrbio nas trocas gasosas no pulmão. Verificou-se significativa redução do *shunt* pulmonar após a manobra de BS; contudo não foi verificada correlação entre essa redução e a duração dos esforços inspiratórios ou volumes resultantes. Os efeitos do BS na melhora do *shunt* e das prováveis atelectasias foram atribuídos à manobra em si e não aos volumes alcançados ou à duração da manobra⁽⁹⁾.

Comparando-se os volumes inspiratórios em indivíduos submetidos à cirurgia abdominal alta, durante a utilização dos EI e da técnica do BS, observaram-se volumes inspiratórios significativamente maiores durante o BS, tanto no período pré-operatório, quanto no pós-operatório. Observou-se também redução nos volumes alcançados com os EI e o BS no período pós-operatório, sendo essa redução mais acentuada no EI⁽¹⁷⁾.

Diferenças no padrão de ventilação pulmonar entre essas duas técnicas foram encontradas em indivíduos saudáveis, utilizando-se da cintilografia e da inalação de

radioaerossol. Foi observado que o BS promovia uma maior deposição das partículas nas regiões mais periféricas e no terço inferior do pulmão, ao passo que os EI favoreciam a deposição no terço médio e região central. Esse estudo demonstra a eficácia da técnica em ventilar as regiões mais periféricas e as bases pulmonares, áreas sabidamente mais predispostas às CPPO⁽¹⁸⁾.

Em pesquisa que avaliou os volumes alcançados durante a realização de EI e do BS em crianças saudáveis e com pneumonia, verificou-se que os volumes inspiratórios máximos alcançados foram significativamente superiores nas crianças saudáveis. Não foram observadas diferenças nos volumes mensurados pelas duas técnicas em ambos os grupos, o que sugere que o BS pode ser utilizado como uma técnica alternativa em crianças com redução dos volumes pulmonares⁽¹⁹⁾.

A excursão diafragmática em indivíduos saudáveis durante a execução da manobra de BS e dos EI foi avaliada através de ultrassonografia, verificando-se que, embora os volumes alcançados fossem significativamente maiores durante a realização do BS, não ocorreram diferenças significativas na excursão diafragmática entre essas duas técnicas, indicando ausência de correlação entre os volumes alcançados e a excursão diafragmática⁽²⁰⁾. Outros estudos, por sua vez, verificaram, por meio de eletromiografia, maior duração e intensidade do recrutamento do diafragma e escalenos durante a execução do BS, em relação aos EI, em indivíduos saudáveis⁽²¹⁾.

CONCLUSÃO

A terapia incentivadora da inspiração é amplamente administrada no período pós-operatório de cirurgias torácicas e abdominais altas, visando à prevenção das complicações pulmonares, uma vez que o indivíduo encontra-se particularmente suscetível nesse período. EI e BS são duas modalidades empregadas com esse objetivo.

Com base na literatura revisada, os EI a volume mostraram-se superiores aos EI a fluxo, uma vez que promovem um padrão respiratório mais eficaz na prevenção da CPPO, ou seja, um padrão respiratório predominantemente abdominal com tempo inspiratório superior ao obtido com os EI a fluxo associados a uma menor sobrecarga dos músculos da caixa torácica, o que implica em maior conforto e segurança aos pacientes.

A técnica de BS constitui uma valiosa alternativa no período pós-operatório de cirurgias torácicas e abdominais altas. Pode ser utilizada em pacientes cooperativos ou não, levando a expansão pulmonar a altos volumes, próximo à CPT. Na literatura revisada, volumes significativamente maiores foram obtidos durante a utilização do BS, o qual promove ainda uma sustentação da inspiração muito

superior àquela observada nos EI. Outra vantagem do BS reside no padrão de ventilação pulmonar promovido por essa terapia que favorece principalmente a ventilação das bases e regiões mais periféricas dos pulmões.

Apesar dos resultados encorajadores acerca da utilização do BS, a literatura ainda mostra-se escassa com relação a essa técnica. Futuros estudos serão úteis na consolidação e difusão da prática clínica do BS.

Conhecer e considerar as diferenças entre os diversos instrumentos utilizados na terapia incentivadora da inspiração é fundamental para o sucesso dessa terapia. A escolha mais apropriada deverá ser realizada, considerando-se também, as particularidades de cada patologia e as características de cada paciente.

REFERÊNCIAS

- Melendez JA, Alagesan R, Reinsel R, Weissman C, Burt M. Postthoracotomy respiratory muscle mechanics during incentive spirometry using respiratory inductance plethysmography. *Chest*. 1992;101:432-6.
- Parreira VF, Tomich GM, Britto RR, Sampaio RF. Assessment of tidal volume and thoracoabdominal motion using volume and flow-oriented incentive spirometers in healthy subjects. *Braz J Med Biol Res*. 2005;38:1105-12.
- Overend TJ, Anderson CM, Lucy D, Jonsson BI, Timmermans C. The effect of incentive spirometry on postoperative pulmonary complications. *Chest*. 2001;120:971-8.
- Tomich GM, França DC, Diório ACM, Britto RR, Sampaio RF, Parreira VF. Breathing pattern, thoracoabdominal motion and muscular activity during three breathing exercises. *Braz J Med Biol Res*. 2007;40:1409-17.
- Agostini P, Calvert R, Subramanian H, Naidu B. Is incentive spirometry effective following thoracic surgery? *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2008;7:297-300
- Pasquina P, Tramèr MR, Walder B. Prophylactic respiratory physiotherapy after cardiac surgery: systematic review. *Br Med J*. 2003;327:1379
- Weindler J, Kiefer RT. The Efficacy of postoperative incentive spirometry is influenced by the device-specific imposed work of breathing. *Chest*. 2001;119:1858-64.
- Marine JJ, Rodriguez RM, Lamb VJ. Involuntary breath-stacking: an alternative method for vital capacity estimation in poorly cooperative subjects. *Am Rev Respir Dis*. 1986;134:694-8

9. Strider D, Turner D, Egloff B, Burns SM, Truwit JD. Stacked inspiratory spirometry reduces pulmonary shunt in patients after coronary artery bypass. *Chest*. 1994;106:391-5.
10. Baker WL, Lamb VJ, Marini JJ. Breath-stacking increases the depth and duration expansion by incentive spirometry. *Am Rev Respir Dis*. 1990;141(2):343-6.
11. Chuter TA, Weissman C, Starker PM, Gump FE. Effect of incentive spirometry on diaphragmatic function after surgery. *Surgery*. 1989;105(4):488-93.
12. Parreira VF, Coelho EM, Tomich GM, Alvim AMA, Sampaio RF, Britto RR. Avaliação do volume corrente e da configuração toracoabdominal durante o uso de espirômetros de incentivo a volume e a fluxo em sujeitos saudáveis: influência da posição corporal. *Rev Bras Fisioter*. 2004;8(1):45-51.
13. Ho SC, Chiang LL, Cheng HF, Lin HC, Sheng DF, Kuo HP, et al. The Effect of incentive spirometry on chest expansion and breathing work in patients with chronic obstructive airway disease: comparison of two methods. *Chang Gung Med J*. 2000; 23(2):73-9.
14. Bolina IC, Coelho RG, Oliveira IM, Andrade A, Rodrigues-Machado MG. Efeito dos incentivadores inspiratórios a fluxo e a volume sobre a ativação dos músculos diafragma e escaleno. *Rev Bras Fisioter*. 2002; Supl:90
15. Caldeira VS, Starling CDC, Britto RR, Martins JA, Sampaio RF, Parreira VF. Precisão e acurácia da cirtometria em adultos saudáveis. *J Bras Pneumol*. 2007;33(5):519-26.
16. Mang H. Imposed work of breathing during sustained maximal inspiration: comparison of six incentive spirometers. *Respir Care*. 1989;34:1122-8.
17. Dias CM, Plácido TR, Ferreira MFB, Guimarães FS, Menezes SLS. Inspirometria de incentivo e breath stacking: repercussões sobre a capacidade inspiratória em indivíduos submetidos à cirurgia abdominal. *Rev Bras Fisioter*. 2008;12(2):94-9.
18. Diniz DMSM, Andrade AD, Mendes M, Bellaguarda E, Macena R, Rodrigues-Machado MG, et al. Lung deposition pattern of inhaled radiotracers during the breath-stacking and incentive spirometry techniques. *Eur J Respir Dis*. 2004;24(Suppl):407s.
19. Rodrigues-Machado MG. Comparison of maximal inspiratory volumes reached during *breath-stacking* and incentive spirometry in children with pneumonia. XI Simpósio Internacional de Fisioterapia Respiratória; 2002 Ago 28-3; São Pedro, SP.
20. Pomponet K, Campanha LC, Oliveira IM, Machado AV, Andrade AFD, Rodrigues-Machado MG. Ultrasound evaluations of the diaphragm excursion during *breath-stacking* and incentive spirometer performance. World Congress on Lung Health and 10th ERS Annual Congress; 2000 30 Aug - 3 Sep; Florence, Italy.
21. Campanha LC, Prazeres KP, Oliveira IM, Andrade AFD, Torres MMC, Rodrigues-Machado MG. Padrão de recrutamento dos músculos respiratórios durante o uso de incentivadores inspiratórios e a técnica de breath-stacking. *Rev Bras Fisioter*. 2002;(Supl):59.

Endereço para correspondência:

Claudiney de Lima Batista Marques
Rua Maria Evarista, 85
Bairro Glória
CEP: 30870-290 - Belo Horizonte - MG
E-mail: claudineylbm@yahoo.com.br