

Efeitos do treinamento com espirômetros de incentivo a fluxo e a volume em indivíduos saudáveis

Effects of training using volume and flow-oriented incentive spirometry in healthy subjects

REIS, I M M; PESSOA-SANTOS, B V; BASSO-VANELLI, R P; DI LORENZO, V A P; JAMAMI, M. Efeitos do treinamento com espirômetros de incentivo a fluxo e a volume em indivíduos saudáveis. **R. bras. Ci. e Mov** 2015;23(2):104-112.

RESUMO: São escassos os relatos encontrados na literatura que fazem comparações entre diferentes espirômetros de incentivo (EI) e há diferenças nos métodos adotados. Assim, os objetivos do estudo foram comparar o efeito dos EI a fluxo Cliniflo® com fluxo pré-determinado e a volume Voldyne® na função pulmonar, mobilidade tóraco-abdominal e força muscular respiratória, assim como analisar as características dos protocolos de treinamento baseado na sobrecarga gerada por cada um desses EI em indivíduos saudáveis sedentários. Foram avaliados 20 indivíduos saudáveis sedentários de 18 a 30 anos, de ambos os sexos, distribuídos randomicamente entre dois grupos: grupo Cliniflo® (GC) e grupo Voldyne® (GV) e reavaliados após cinco semanas, por meio da espirometria, manovacuometria e cirtometria dinâmica, e foi calculado o índice de amplitude tóraco-abdominal (IA). Os indivíduos realizaram duas sessões semanais de treinamento muscular respiratório (TMR) durante cinco semanas, totalizando 10 sessões. Na análise intragrupo, no GC verificou-se aumento estatisticamente significativo da capacidade vital e do pico de fluxo expiratório (PFE), e no GV observou-se aumento significativo dos valores de capacidade vital forçada, do PFE e da ventilação voluntária máxima, obtidos pela espirometria. Quanto às pressões inspiratória e expiratória máximas e os IA axilar, xifoidiano e abdominal não foram observadas diferenças significativas em nenhum dos grupos. Quanto à análise intergrupos, também não foi observada diferença significativa entre eles. Conclui-se que o treinamento com EI a fluxo Cliniflo® e a volume Voldyne® proporcionaram melhora das capacidades pulmonares, pico de fluxo e, somente no a volume, na endurance muscular respiratória na amostra estudada. E quanto as características do treinamento, ambos geraram baixa sobrecarga e dessa forma, não caracterizaram-se como treinamentos de força muscular respiratória.

Palavras-chaves: Espirometria; Fisioterapia; Músculos Respiratórios; Exercícios Respiratórios.

ABSTRACT: There are few reports in the literature to make comparisons between different respiratory spirometer and there are differences in the adopted methods. The objectives of the study were to compare the effect of flow-oriented spirometer Cliniflo® with pre-determined flow and volume-oriented spirometer Voldyne® on the pulmonary function, thoracoabdominal mobility and muscle strength volume, as well as analyze the characteristics of training protocols based the overhead generated by each EI in sedentary healthy individuals. Twenty healthy sedentary individuals were assessed, aged from 18 to 30 years, of both sex, randomly assigned in two groups: Cliniflo® group (CG) and Voldyne® group (VG) and revalued after five weeks, by spiroometry, manometer and cirtometry dynamics and was calculated the amplitude thoraco-abdominal index (TAI). Subjects performed two weekly sessions of respiratory muscle training (RMT) for five weeks, totaling 10 sessions. In the intragroup analysis, the CG was found statistically significant increase of vital capacity and peak expiratory flow (PEF), and VG showed a significant increase in the values of forced vital capacity, PEF, and maximal voluntary ventilation, obtained by spirometry. As for the maximal inspiratory and expiratory pressures and TAI axillary, xiphoid and abdominal found no significant differences in either group. As for inter-group analysis, was not significantly different between them. In conclusion, training with the flow-oriented spirometer Cliniflo® and volume-oriented spirometer Voldyne® provided improves lung capacity, peak flow, and only on the volume in respiratory muscle endurance in the study sample. And the training characteristics, generated both low overhead and thus not characterized as respiratory muscle strength training.

Key Words: Spirometer; Physical Therapy; Respiratory Muscle; Breathing Exercise.

Ivanize Mariana Masselli dos Reis¹
Bruna Varanda Pessoa-Santos¹
Renata Pedrolongo Basso-Vanelly¹
Valéria Amorim Pires Di Lorenzo¹
Mauricio Jamami¹

¹Universidade Federal de São Carlos

Recebido: 27/08/2014
ACEITO: 05/05/2015

Contato: Ivanize Mariana Masselli dos Reis - nizemmr@hotmail.com

Introdução

O primeiro espirômetro de incentivo (EI) foi proposto e descrito por Barlett *et al.*¹, que verificaram a necessidade de um equipamento que estimulasse o indivíduo voluntariamente a realizar uma inspiração profunda e prolongada. Posteriormente, vários modelos foram criados e hoje tem sido considerado um dos vários recursos mecânicos da fisioterapia respiratória²⁻⁶.

De um modo geral, os EI oferecem resistência à respiração espontânea do paciente, resultado da relação entre gradiente de pressão e fluxo obtidos, sendo que essa resistência pode ser linear ou alinear, ou seja, pode ou não ser conhecida e variar durante todo o ciclo respiratório³⁻⁶.

Os EI alineares podem ser orientados a fluxo ou a volume, de acordo com o padrão de ativação³⁻⁶. Em vista disso, alguns estudos sugerem maior benefício da orientação a volume por ser mais fisiológica, uma vez que o volume de treinamento é constante até atingir a capacidade inspiratória máxima ou um nível pré-determinado em volume pelo terapeuta; e o fluxo é laminar, característico de vias aéreas de pequeno calibre, o que proporciona um menor trabalho respiratório imposto⁷. Independente do modelo os objetivos são comuns, tais como: incentivar a inspiração máxima sustentada, proporcionar a reexpansão pulmonar, aumentar a permeabilidade das vias aéreas e também fortalecer os músculos respiratórios, devido a capacidade de gerar sobrecarga muscular²⁻⁸.

Entretanto, não há evidências suficientes na literatura que suportem o uso do EI alinear para expansão pulmonar e prevenções de complicações pós-operatórias^{3, 9, 10}, bem como para treinamento muscular respiratório (TMR), uma vez que há dificuldade em estabelecer uma carga alvo e também pela alteração na resistência que ocorre com o padrão respiratório adotado, podendo ocasionar um TMR ineficiente por não gerar sobrecarga adequada¹¹. Vale ressaltar que os benefícios clínicos relatados devem ser analisados com cautela, devido as limitações metodológicas e de mensuração observadas na maioria dos estudos.

Sendo assim, os relatos na literatura, sobretudo com os EI inspiratórios alineares disponíveis, não

exploram as características dos protocolos de treinamento com diferentes EI e não trazem resultados conclusivos sobre a demanda imposta, o que implicaria em uma melhor caracterização do tipo de treinamento e dos efeitos obtidos. Dessa forma, há dificuldade em estabelecer os critérios de indicação dos diferentes tipos de EI de acordo com os objetivos desejados e em especial, na escolha de dispositivos orientados a fluxo ou a volume⁶.

Diante disso, os objetivos deste estudo foram comparar os efeitos dos EI a fluxo Cliniflo® com fluxo pré-determinado e do a volume Voldyne® na função pulmonar, mobilidade tóraco-abdominal e força muscular respiratória, assim como analisar as características dos protocolos de treinamento baseado na sobrecarga gerada por cada um desses EI em indivíduos saudáveis sedentários.

Materiais e Métodos

Trata-se de um estudo controlado e randomizado realizado no Laboratório de Espirometria e Fisioterapia Respiratória da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) no período de novembro de 2010 a março de 2011. Foram avaliados 29 indivíduos, de ambos os gêneros, na faixa etária de 18-30 anos, divididos aleatoriamente em dois grupos: grupo Cliniflo® (GC) e grupo Voldyne® (GV).

Os indivíduos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Estudo aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição (Parecer nº.350/2010).

Foram incluídos indivíduos com valores espirométricos dentro dos padrões de normalidade; índice de massa corporal (IMC) entre 18 e 29,9kg/m², sem história prévia ou atual de tabagismo; e que não apresentaram patologias neuromusculares, respiratórias ou cardíacas. Excluíram-se indivíduos com incapacidade de compreender e/ou realizar os procedimentos e indivíduos fisicamente ativos e muito ativos.

Procedimento Experimental

Os indivíduos foram avaliados e reavaliados pela espirometria, mobilidade tóraco-abdominal e

manovacuometria após um programa de treinamento por um mesmo avaliador, e responderam o questionário internacional de atividade física (IPAQ versão curta), a fim de caracterizar o nível de atividade física de cada participante¹².

Espirometria

Foi realizada por meio de um espirômetro portátil (Easy One®, ndd, Zurique, Suíça), segundo as Diretrizes para testes de função pulmonar¹³. Os valores obtidos foram comparados aos previstos por Knudson *et al.*¹⁴.

Circunferências torácicas

Foi realizada com a utilização de uma fita métrica para medir as circunferências torácicas durante a fase inspiratória e expiratória máximas (três níveis: axilar, xifoidiana e abdominal). Em cada nível foram realizadas três medidas^{15, 16}.

O maior valor obtido das medidas foi considerado para análise¹⁶. Posteriormente foi calculado o Índice de Amplitude (IA)¹⁷, a fim de atenuar as diferentes dimensões do tórax e abdômen.

Pressão inspiratória máxima (PImáx) e expiratória máxima (PEmáx)

Realizada na posição sentada, utilizando um manovacômetro digital (MVD300- Globalmed®, Porto Alegre, RS, Brasil) devidamente calibrado, clipe nasal¹⁸, com o bocal firmemente mantido entre os lábios¹⁹.

A PImáx foi obtida por meio de uma inspiração máxima precedida de uma expiração máxima próxima ao volume residual¹⁸, e para a PEmáx foi realizada uma inspiração máxima próxima à capacidade pulmonar total (CPT) seguida de uma expiração máxima²⁰.

Foram realizadas três medidas aceitáveis (pelo menos três segundos de sustentação) e no mínimo duas reproduzíveis (variação igual ou inferior a 10%)^{18, 19, 21}, considerando o maior valor para análise. Os valores obtidos foram comparados aos previstos por Neder *et al.*²¹.

Programa de Treinamento

As sessões tiveram a duração de 50 minutos, 2x/semana, em dias alternados, por cinco semanas, totalizando 10 sessões.

Os indivíduos executaram três séries de 15 repetições, realizando inspirações profundas e lentas pelo bucal do incentivador Cliniflo® (Wampsville, NY, USA) e Voldyne® (Hudson RCI, Temecula, CA, USA) a partir do volume corrente até atingir a CPT, sustentando ao máximo a inspiração¹⁰ e foi definido o uso do padrão respiratório diafrágmatico, evitando o uso da musculatura acessória. Para o GC foi padronizado volume de fluxo de 100ml/s; mantendo o indicador amarelo atrás da “happy face” e para o GV manter a “taca amarela” (“yellow flow cup”) na faixa de fluxo “Best” o maior tempo possível.

Houve intervalo de repouso de um minuto entre cada série e de 30 segundos entre cada repetição a fim de evitar hiperventilação. Durante as sessões foi verificada a sobrecarga gerada por meio da coleta dos valores de pressão inspiratória atingida (PIA) em cada repetição com o manovacômetro digital acoplado aos incentivadores e o tempo de sustentação foi cronometrado (Cronômetro Casio STOPWATCH HS®).

Análise Estatística

Os resultados foram analisados pelo programa estatístico SPSS para Windows, versão 18.0. A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk, que determinou distribuição normal dos dados, utilizando testes estatísticos paramétricos. Os valores foram expressos em médias ± desvios padrão. Para a análise intergrupos e intragrupo foi utilizado o teste ANOVA two-way com *post hoc* de Tukey-Kramer. Além disso, para análise do comportamento das variáveis (PIA, tempo de sustentação e volume atingido (somente GV)) pré e pós-treinamento foi utilizado teste *t* de Student pareado. Adotou-se nível de significância de 5%.

Resultados

Dos 29 indivíduos avaliados dois foram excluídos ainda na fase de avaliação e aplicação do questionário IPAQ, por serem classificados como indivíduos ativos ou muito ativos; sete por motivos pessoais, sendo quatro do

107 Efeitos do treinamento com espirômetros de incentivo GC e três do GV, sendo a amostra final composta por 20 indivíduos (GC: n=10 e GV: n=10).

A Tabela 1 mostra as variáveis demográficas, antropométricas, espirométricas e PImáx/PEmáx e classificação IPAQ pré e pós-treinamento dos grupos, que foram homogêneos. Na análise intragrupo verificou-se aumento significativo da capacidade vital (CV) e do pico

de fluxo expiratório (PFE) no GC; e do PFE, capacidade vital forçada (CVF) e ventilação voluntária máxima (VVM) no GV. Entretanto, na análise intergrupos não se verificou diferenças significativas entre as variáveis (Tabela 1).

A Tabela 2 mostra que não houve diferença significativa nos IA nas análises intragrupo e intergrupos.

Tabela 1. Variáveis demográficas, antropométricas, espirométricas e força muscular respiratória dos grupos estudados

Variáveis	Grupo Cliniflo (n=10)		Grupo Voldyne (n=10)	
	Pré-Treinamento	Pós-Treinamento	Pré-Treinamento	Pós-Treinamento
Gênero	2Homens/8Mulheres		3Homens/7Mulheres	
Idade, anos	21,9±3,1	21,9±3,1	21,2±2,1	21,3±2,1
Peso, kg	60,4±16	64,0±16,0	66,0±12,6	66,3±12,7
Altura, m	1,7±0,1	1,7±0,1	1,7±0,1	1,7±0,1
Índice de massa corporal, kg/m ²	22,9±3,9	22,9±3,9	23,0±3,7	23,2±3,8
CV, %predito	88,7±8,3	92,1±7,6*	94,3±7,6	94,0±10,2
CVF, %predito	90,5±10,1	91,2±7,0	90,3±7,9	94,6±8,9*
VEF ₁ , %predito	94,6±9,5	94,6±7,5	96,9±10,3	98,5±8,5
VEF ₁ /CVF, %	104,1±4,6	103,3±4,6	103,5±6,5	103,9±6,2
PFE, %predito	102,9±13,0	109,7±9,9*	100,5±12,1	107,9±12,5*
VVM, %predito	101,8±12,5	106,8±14,2	100,2±14,8	111,6±20,2*
PImáx, cmH ₂ O	104,9±24,4	108,3±31,4	97,5±13,8	102,6±17,8
PEmáx, cmH ₂ O	101,8±19,1	102,9±24,6	93,7±29,6	100,6±22,0
IPAQ-Irregularmente ativo A	2			4
IPAQ-Irregularmente ativo B	8			5
IPAQ-Sedentário	-			1

Legenda: dados expressos em média ±desvio padrão. CV= capacidade vital; CVF= capacidade vital forçada; VEF₁= volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF₁/CVF= relação VEF₁/CVF; PFE= pico de fluxo expiratório; VVM= ventilação voluntária máxima; PImáx= pressão inspiratória máxima; PEmáx= pressão expiratória máxima; ANOVA two-way com post hoc de Tukey-Kramer; *p≤0,05

Tabela 2. Índice de amplitude (IA) nos grupos estudados

	Grupo Cliniflo (n=10)		Grupo Voldyne (n=10)	
	Pré-Treinamento	Pós-Treinamento	Pré-Treinamento	Pós-Treinamento
IA axilar	4,9±2,8	5,3±2,4	4,5±2,3	4,0±1,4
IA xifoidiano	4,9±2,5	4,5±2,8	5,6±4,1	4,0±1,9
IA Abdominal	-0,7±2,5	0,7±4,3	0,5±2,2	1,4±1,9

Legenda: dados expressos em média ±desvio padrão. Análises intragrupo e intergrupos: ANOVA two-way com post hoc de Tukey-Kramer

Para análise qualitativa do comportamento das variáveis ao longo das sessões, registramos maiores valores de PIA, tempo de sustentação e maior volume

atingido (somente GV), de cada sessão para cada um dos voluntários e calculamos a média do grupo.

A Figura 1 representa o comportamento das médias da PIA e tempo de sustentação para o GC, onde observamos aumento significante do tempo e manutenção dos valores de PIA. Já a Figura 2 representa o comportamento da PIA, tempo e volume para o GV e verificamos aumento significante do volume, diminuição significante dos valores de PIA, e aumento não significante da média de tempo.

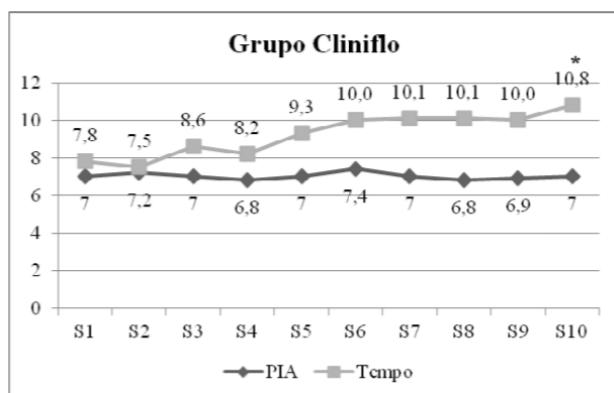


Figura 1. Comportamento das médias de tempo(seg) e PIA(cmH₂O) para o GC durante as 10 sessões(S1-S10) de treinamento

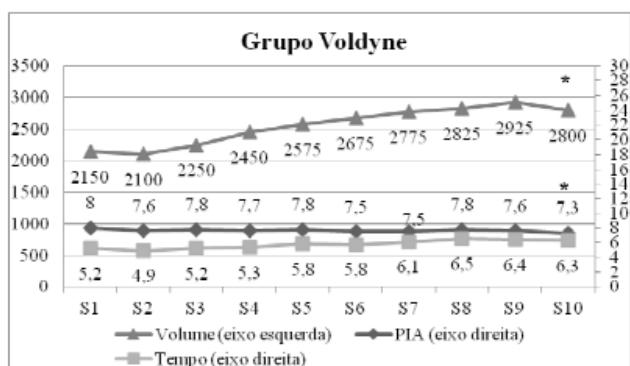


Figura 2. Comportamento das médias de volume(ml), tempo(seg) e PIA(cmH₂O) para o GV durante as 10 sessões(S1-S10) de treinamento. Teste t Student pareado: *p≤0,05

Discussão

Os principais achados deste estudo evidenciaram que os treinamentos com os EI alineares foram capazes de aumentar a CV e VVM, esta somente no GV, porém não alteraram a mobilidade tóraco-abdominal e nem a PI_{máx}/PE_{máx} em ambos os grupos. Além disso, as medidas da PIA e do tempo de sustentação em cada sessão para cada um dos EI utilizados, e do volume, no

GV, forneceram informações detalhadas sobre as características dos protocolos de treinamento.

Segundo a literatura, os EI incentivam a inspiração máxima sustentada, proporcionam a reexpansão pulmonar e aumentam a permeabilidade das vias aéreas^{2,8,22}, corroborando os ganhos encontrados na CV no GC, na CVF no GV e no PFE em ambos os grupos.

Os estudos evidenciam esses aumentos no volume da caixa torácica em adultos saudáveis^{22,23} e em pós-operatório de gastroplastia²⁴ com ambos os tipos incentivadores. Evidenciando os benefícios proporcionados pela inspiração máxima e sustentada e pelo aumento da pressão transpulmonar (Pt), o que torna possível o recrutamento da ventilação colateral por atingir alvéolos de áreas obstruídas que possuem grandes constantes de tempo, ressaltando a ação da EI para reexpansão pulmonar e quanto maior essa Pt, maior o volume corrente mobilizado e consequentemente maior recrutamento alveolar^{24,25}.

No estudo de Pascotini *et al.*²⁶ que realizaram treinamento com Respirom® e Voldyne® em idosos saudáveis observou-se aumento da CVF em ambos os grupos, entretanto o grupo que treinou com o Respirom® obteve maior aumento. Os autores sugerem que o fluxo turbulento gerado por esse incentivador proporcionaria maiores benefícios em variáveis que envolvem manobras de respiração forçada.

Para discutir esses resultados, cabe ressaltar as características do incentivador a fluxo utilizado que é o Cliniflo® e também as diferenças encontradas entre os treinos realizados. O Cliniflo® permite ajustar o fluxo que deve ser gerado, facilitando ou dificultando o exercício, e nesse estudo o fluxo foi fixado em 100ml/seg, que é o fluxo mais baixo do equipamento. Isso provavelmente contribuiu para os resultados encontrados em relação ao volume e também nas variáveis dos treinos realizados.

No GC observou-se que o tempo de sustentação aumentou significativamente (7,8 a 10,8 segundos) e a PIA permaneceu em média 7 cmH₂O. No GV observou-se que o volume teve aumento médio significativo de 650 ml, os valores de PIA diminuíram significativamente (8 a

109 Efeitos do treinamento com espirômetros de incentivo 7,3 cmH₂O) e o tempo de sustentação não aumentou significativamente (5,2 a 6,3 segundos).

Esses resultados não corroboram a literatura que afirma que os EI a volume e a fluxo levam a respostas fisiológicas distintas em relação ao padrão respiratório, sendo que no EI a volume observa-se um tempo inspiratório maior, o qual proporciona uma inspiração lenta e profunda favorável ao desenvolvimento de um fluxo laminar, com menor sobrecarga dos músculos da caixa torácica comparado ao EI a fluxo^{2,3,5}.

Santos et al.²⁵ compararam os efeitos da EI orientada a fluxo em relação a orientada a volume e testaram a influência do controle de fluxo (realizar a inspiração mantendo a "taça amarela" na faixa "best") nas variáveis obtidas. Foi constatado que o uso de EI orientada a volume quando não há controle de fluxo apresenta maior ativação da musculatura inspiratória e maior volume mobilizado. Tais resultados demonstram que o fluxo determina os resultados obtidos, de forma que em nosso estudo o GC apresentou comportamento contrário ao esperado aos EI orientados a fluxo, pois não favoreceu a ocorrência de fluxo turbulento, devido ao controle de fluxo e a seleção da taxa de fluxo fixa em 100ml/seg. Diferentemente do que era esperado, o GC apresentou aumento do tempo de sustentação e manteve os valores de pressão, demonstrando que não houve dificuldade em sustentar o padrão respiratório por não aumentar o trabalho imposto.

A medida da PIA com auxílio de um manovacuômetro durante a execução dos EI, possibilitou verificar a pressão inspiratória gerada de acordo com a sobrecarga imposta. E apesar de estudos mostrarem que EI a fluxo proporcionam um trabalho respiratório mais elevado, por estar associado a maior contribuição da caixa torácica com maior recrutamento da musculatura acessória em detrimento de menor solicitação do diafragma^{2,5,22,23}, isso não foi verificado pelos valores de pressão inspiratória observado no presente estudo, além disso o ganho de CV evidenciada no GC ressalta o baixo trabalho imposto, uma vez que o trabalho pode ser indiretamente estimado pelo volume mobilizado²⁵.

Possivelmente essas diferenças em relação à literatura observadas neste estudo, podem ser pelo incentivador a fluxo utilizado e também pelo fato do fluxo ter sido fixado em um fluxo baixo e que pelas adaptações ocorridas com o treinamento, não houve aumento do trabalho respiratório que aumenta proporcionalmente à elevação das taxas de fluxo durante sua execução²⁷. E com isso fez com que aumentassem consideravelmente o tempo de sustentação, sem alterar o trabalho imposto.

Em contrapartida no GV, foi livre em relação ao volume alcançado e com isso observou-se aumento considerável no volume, porém menor tempo de sustentação, mas em contrapartida diminuição da PIA, o que evidencia uma adaptação muscular frente à sobrecarga²⁸, e que poderia ter relação direta com o aumento da VVM, que é um teste que reflete a *endurance* muscular respiratória²⁹.

Os valores de PIA também revelaram que a sobrecarga gerada aos músculos respiratórios é insuficiente para caracterizar um treinamento de força, principalmente para indivíduos saudáveis, que deve basear-se na porcentagem da PI_{máx} e deve ser no mínimo 30% da PI_{máx}³⁰. Isso corrobora com o fato da PI_{máx}/PE_{máx} não ter aumentado em ambos os grupos, diferente do que afirma a literatura^{26,31}.

Quanto à mobilidade da caixa torácica é esperado que o EI a volume, devido a inspiração lenta e profunda, leve a um padrão mais abdominal que o EI a fluxo^{2,4}. Entretanto, não se observaram aumentos significativos pós-treinamento. Isso pode ter ocorrido, pelo fato dos indivíduos treinados serem jovens saudáveis e apresentarem valores de mobilidade torácica dentro da normalidade, que seriam na faixa de 4 a 7cm¹⁵. Assim como, pelo método utilizado ter sido a cintometria dinâmica, que pode não ter sido sensível o suficiente para detectar tal resultado^{3,6}; uma vez que estudos mostram um aumento na mobilidade abdominal durante o uso do EI, avaliada por meio da ultrassonografia, pleismografia respiratória por indutância e optoeletrônica^{2,3,5,6,22,23,32}.

Diante da escassez de estudos na literatura sobre treinamentos com EI a volume e a fluxo, o presente estudo vem para contribuir com dados mais relevantes

sobre esses treinamentos, porém ressalta-se a necessidade de mais estudos sobre o assunto com diferentes populações, como idosos e pacientes com doenças crônicas.

Como limitações do estudo, pode-se destacar a amostra reduzida e o período de treinamento realizado não serem suficientes para promover alterações identificáveis em indivíduos saudáveis. Mas, destacamos a necessidade de estudos em populações saudáveis para a partir de então, realizar comparações com populações com doenças respiratórias agudas ou crônicas e assim, aumentar a aplicabilidade prática.

Conclusões

Os treinamentos com EI a fluxo Cliniflo® e a volume Voldyne® proporcionaram melhora das capacidades pulmonares, pico de fluxo e, somente no a volume, na *endurance* muscular respiratória na amostra estudada. E quanto as características do treinamento, ambos geraram baixa sobrecarga e dessa forma, não caracterizaram-se como treinamentos de força muscular respiratória.

Agradecimentos

Ao PIBIC/CNPq pelo apoio financeiro.

Referências

1. Bartlett RH, Gazzaniga AB, Geraghty TR. Respiratory maneuvers to prevent postoperative pulmonary complications. A critical review. **JAMA** 1973; 224 (7): 1017-21.
2. Parreira VF, Coelho EM, Tomich GM, Álvim 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.
3. 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 (7): 1105-12.
4. Parreira VF, Tomich GM, Caldeira VS. Espiometria de incentivo. In: Manole, editor. **Recursos manuais e instrumentais em fisioterapia respiratória** 2009. p. 187-207.
5. Tomich GM, Franca DC, Diorio AC, Britto RR, Sampaio RF, Parreira VF. Breathing pattern, thoracoabdominal motion and muscular activity during three breathing exercises. **Braz J Med Biol Res** 2007; 40 (10): 1409-17.
6. Yamaguti WP, Sakamoto ET, Panazzolo D, Peixoto CC, Cerri GG, Albuquerque AL. Diaphragmatic mobility in healthy subjects during incentive spirometry with a flow-oriented device and with a volume-oriented device. **J Bras Pneumol** 2010; 36 (6): 738-45.
7. Gasparotto SC, Cardoso AL. Comparação do volume de ar obtido com duas formas diferentes de fluxo inspiratório durante exercício com incentivador. **Fisioter Mov** 2009; 22 (3): 355-63.
8. Dias CM, Vieira RO, Oliveira JF, Lopes AJ, Menezes SLS, Guimarães FS. Três protocolos fisioterapêuticos: efeitos sobre os volumes pulmonares após cirurgia cardíaca. **J. Bras.Pneumol.** 2011; 37(1): 54-60.
9. Carvalho CR, Paisani DM, Lunardi AC. Incentive spirometry in major surgeries: a systematic review. **Rev Bras Fisioter** 2011; 15 (5): 343-50.
10. Restrepo RD, Wettstein R, Wittnebel L, Tracy M. AACR Clinical practice guideline: incentive spirometry: 2011. **Respir Care** 2011; 56 (10): 1600-4.
11. Geddes EL, O'Brien K, Reid WD, Brooks D, Crowe J. Inspiratory muscle training in adults with chronic obstructive pulmonary disease: An update of a systematic review. **Respir Med** 2008; 102: 1715-29.
12. Matsudo S, Araujo T, Matsudo V, Andrade D, Andrade E, Oliveira LC, et al. Questionário internacional de atividade física (IPAC): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. **Rev Bras Ativi Fis Saúde** 2001; 6: 5-18.
13. Pereira CAC. Diretrizes para testes de função pulmonar. **J Pneumol** 2002; 28(03): S1-82.
14. Knudson RJ, Lebowitz MD, Holberg CJ, Burrows B. Changes in the normal maximal expiratory flow-volume curve with growth and aging. **Am Rev Respir Dis** 1983; 127 (6): 725-34.
15. Basso RP, Regueiro EMG, Di Lorenzo VAP, Jamami M, Costa D. Relação da medida da amplitude tóraco-abdominal de adolescentes asmáticos e saudáveis com seu desempenho físico. **Fisioter Mov** 2011; 24 (1): 107-14.
16. Borghi-Silva A, Mendes RG, Silva ES, Paulucci HL, Picchi PC, Di Lorenzo VAP. Medida da amplitude tóraco-abdominal como método de avaliação dos movimentos do tórax e abdome em indivíduos jovens sedentários. **Fisioter Bras** 2006; 7 (1): 25-9.
17. Jamami M, Pires VA, Oishi J, Costa D. Efeitos da intervenção fisioterápica na reabilitação pulmonar de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). **Rev Fisioter Univ São Paulo** 1999; 2 (6): 140-53.
18. Souza RB. Pressões respiratórias estáticas máximas. **J Pneumol** 2002; 3 (28).
19. Parreira VF, França DC, Zampa CC, Fonseca MM, Tomich GM, Britto RR. Pressões respiratórias máximas: valores encontrados e preditos em indivíduos saudáveis. **Rev Bras Fisioter** 2007; 5 (11): 361-68.
20. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. **Am Rev Respir Dis** 1969; 99 (5): 696-702.
21. 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; 6 (32): 719-27.
22. Lunardi AC, Porras DC, Barbosa RCC, Paisani DM, da Silva CCBM, Tanaka C, Carvalho CRF. Effect of Volume-Oriented versus Flow-Oriented Incentive Spirometry on Chest Wall Volumes, Inspiratory Muscle Activity and Thoracoabdominal Synchrony in the Elderly. **Resp Care** 2014; 59(3): 420-26.

23. Paisani DD, Lunardi AC, da Silva CCBM, Porras DC, Tanaka C, Carvalho CRF. Volume Rather Than Flow Incentive Spirometry Is Effective in Improving Chest Wall Expansion and Abdominal Displacement Using Optoelectronic Plethysmography. **Respir Care** 2013; 58 (8): 1360-6.
24. Tomich GM, França DC, Diniz MTC, Britto RR, Sampaio RF, Parreira VF. Efeitos de exercícios respiratórios sobre o padrão respiratório e movimento toracoabdominal após gastroplastia. **J Bras Pneumol** 2010, 36 (2): 197-204.
25. Santos TV, Ruas G, Souza LAPS, Volpe MS. Influence of forward leaning and incentive spirometry on inspired volumes and inspiratory electromyographic activity during breathing exercises in healthy subjects. **J Electromyogr Kinesiol** 2012, 22: 961-967.
26. Pascotini FS, Ramos MC, Silva AMV, Trevisan ME. Espirometria de incentivo a volume versus a fluxo sobre parâmetros respiratórios em idosos. **Fisioter Pesq** 2013; 20 (4): 355-60.
27. Belman MJ, Thomas SG, Lewis MI. Resistive breathing training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Chest** 1986; 90 (5): 662-9.
28. Colman ML, Beraldo PC. Estudo das variações de pressão inspiratória máxima em tetraplégicos, tratados por meio de incentivador respiratório, em regime ambulatorial. **Fisioter Mov** 2010; 23 (3): 439-49.
29. American Thoracic Society/European Respiratory S. ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. **Am J Respir Crit Care Med** 2002; 166 (4): 518-624.
30. Gosselink R, De Vos J, Van Der Heuvel SP, Segers J, Decramer M, Kwakkel G. Impact of inspiratory muscle training in patients with COPD: what is the evidence? **Eur Respir J** 2011, 37: 416-425.
31. Paiva DN, *et al.* Inspiratory muscle training with threshold or incentive spirometry: Which is the most effective? **Rev Port Pneumol** 2014 (in press). <http://dx.doi.org/10.1016/j.rppneu.2014.05.005>.
32. Myrrha MAC, Vieira DSR, Moraes KS, Lage SM, Parreira VF, Britto RR. Chest wall volumes during inspiratory loaded breathing in COPD patients. **Respir Phys neurobiol** 2013; 188 (1): 15-20.