

# Influência do posicionamento de membros superiores sobre os efeitos do treinamento muscular inspiratório de curta duração e alta intensidade em indivíduos jovens saudáveis

## *Influence of arm positioning on the effects of a short-term high intensity inspiratory muscle training protocol in healthy young subjects*

Vinícius Cavalheri<sup>1</sup>, Carlos Augusto Camillo<sup>1</sup>, Fábio Pitta<sup>2</sup>, Luiz Antonio Alves<sup>3</sup>,  
Vanessa Suziane Probst<sup>2</sup>, Antonio Fernando Brunetto<sup>4</sup>

Estudo desenvolvido no Hospital Universitário Regional do Norte do Paraná e no Depto. de Fisioterapia da UEL – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, Brasil

<sup>1</sup> Fisioterapeutas do LabPFP – Laboratório de Pesquisa em Fisioterapia Pulmonar do Depto. de Fisioterapia da UEL

<sup>2</sup> Fisioterapeutas Drs. do LabPFP do Depto. de Fisioterapia da UEL

<sup>3</sup> Fisioterapeuta Ms. do LabPFP do Depto. de Fisioterapia da UEL

<sup>4</sup> Prof. Dr. do Depto. de Fisioterapia da Universidade do Norte do Paraná, Londrina, PR, Brasil

ENDEREÇO PARA  
CORRESPONDÊNCIA

Vinícius Cavalheri  
R. Ildefonso dos Santos 300  
casa 4 Jardim Sta. Clara  
86036-590 Londrina PR  
e-mail: vcavalheri@pop.com.br

Este estudo contou com apoio do CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

APRESENTAÇÃO  
jul. 2008

ACEITO PARA PUBLICAÇÃO  
nov. 2008

**RESUMO:** O objetivo do estudo foi analisar os efeitos de um treinamento muscular inspiratório (TMI) de curta duração e alta intensidade, com e sem o apoio de membros superiores, sobre as pressões respiratórias máximas em jovens saudáveis. Trinta jovens do sexo feminino foram aleatoriamente distribuídas em três grupos: o grupo controle (GC) fez treinamento placebo na posição sentada; o grupo GSA treinou em pé sem apoio de membros superiores; e o grupo GCA treinou com apoio de membros superiores. O TMI consistiu em três sessões diárias de 10 minutos em três dias consecutivos. Antes, ao final e após um mês do final do treino foram avaliadas a pressão inspiratória máxima ( $PI_{máx}$ ) e a pressão expiratória máxima ( $PE_{máx}$ ). No GSA, houve aumento significativo da  $PI_{máx}$  após o treino de  $-75 \pm 10$  para  $-97 \pm 14$   $cmH_2O$  ( $p < 0,001$ ) e após um mês ( $-99 \pm 14$   $cmH_2O$ ;  $p < 0,001$ ). O mesmo ocorreu no GCA: a  $PI_{máx}$  passou de  $-77 \pm 18$  para  $-96 \pm 20$   $cmH_2O$  ( $p < 0,001$ ), mantendo-se após um mês ( $-96 \pm 23$   $cmH_2O$ ,  $p < 0,001$ ). Não houve diferença entre a  $PI_{máx}$  final dos dois grupos. Quanto à  $PE_{máx}$ , apenas no GCA houve aumento significativo, de  $99 \pm 16$  para  $112 \pm 16$   $cmH_2O$  ( $p < 0,05$ ), seguida de diminuição após um mês ( $101 \pm 19$   $cmH_2O$ ,  $p < 0,05$ ). Em jovens saudáveis do sexo feminino, um TMI de curta duração e alta intensidade gera aumento da força muscular inspiratória independente do posicionamento dos braços; e aumento da força expiratória quando o treinamento é feito com os membros superiores apoiados.

**DESCRITORES:** Braço; Exercícios respiratórios; Postura

**ABSTRACT:** The purpose of the study was to analyse the effects of a short-term, high-intensity inspiratory muscle training (IMT) on healthy youth maximal respiratory pressures, with and without arm bracing postures. Thirty young women were randomly assigned to three groups: control group (CG); group training with no arm bracing (NAB); and group training with arm bracing (AB). The IMT consisted of three 10-minute daily supervised sessions for three consecutive days. Before, at the end, and one month after the end of training, subjects' maximal inspiratory pressures (MIP) and maximal expiratory pressures (MEP) were assessed. In NAB group a significant increase in MIP was found, from  $-75 \pm 10$  to  $-97 \pm 14$   $cmH_2O$  ( $p < 0.001$ ) and one month later ( $-99 \pm 14$   $cmH_2O$ ,  $p < 0.001$ ). Similarly, in AB group, MIP significantly raised from  $77 \pm 17$  to  $-96 \pm 20$   $cmH_2O$  ( $p < 0.001$ ), which was maintained one month later ( $-96 \pm 23$   $cmH_2O$ ,  $p < 0.001$ ). No significant difference was found between the two groups final MIP ( $p > 0.05$ ). As to MEP, only in AB group a significant increase on final MEP was found, from  $99 \pm 16$  to  $112 \pm 16$   $cmH_2O$ ,  $p < 0.05$ , followed by a decrease one month later ( $101 \pm 19$   $cmH_2O$ ,  $p < 0.05$ ). Hence in young healthy women a short-term, high-intensity IMT protocol increases inspiratory muscle strength independently of arm positioning, simultaneous to an increase in expiratory muscle strength when the IMT is performed with arm bracing.

**KEY WORDS:** Arm; Breathing exercises; Posture

## INTRODUÇÃO

Os músculos respiratórios, assim como os músculos periféricos, melhoraram sua função em resposta ao treinamento<sup>1</sup>. Lotters e colaboradores<sup>2</sup> concluíram que o treinamento muscular inspiratório (TMI) melhora significativamente a força e resistência muscular respiratória, diminui a sensação de dispnéia no repouso e durante o exercício e tende a melhorar a capacidade de exercício em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). O TMI também já tem sido utilizado em indivíduos saudáveis<sup>3-5</sup> e atletas<sup>6,7</sup>, aumentando a pressão inspiratória máxima ( $PI_{m\acute{a}x}$ ) desses sujeitos. No entanto, com relação a demais variáveis como capacidade de exercício e sensação respiratória, estudos envolvendo o TMI têm mostrado conclusões contraditórias, como Sasaki e colaboradores<sup>4</sup>, que não encontraram diferenças quanto à função pulmonar e valores de pico em teste de exercício, e Sonetti e colaboradores<sup>6</sup>, que observaram aumento do consumo de oxigênio no pico de exercício após apenas duas semanas de TMI.

A técnica de treinamento com válvula com resistência inspiratória regulável (*threshold*) tem sido a principal maneira de se treinar os músculos inspiratórios<sup>8</sup>. Porém, protocolos de TMI diferem entre si em quesitos como posicionamento do paciente, ótima intensidade, número de repetições e frequência. Os protocolos que induzem os efeitos mais significativos ainda precisam ser determinados<sup>9</sup>.

Estudos de treinamento muscular inspiratório não costumam citar a posição dos sujeitos durante o treinamento e os que citam não comparam diferentes posturas. A relevância dessa questão reside na ação da gravidade e nas diferenças anatômicas observadas nos músculos respiratórios de acordo com as diversas posturas do corpo humano, que determinam diferenças na atividade dessa musculatura<sup>10</sup>. Além disso, a posição de inclinação do tronco, somada à descarga parcial do peso do tronco com apoio de membros superiores, habilitam os músculos da cintura escapular a agirem mais eficientemente como músculos acessórios da respiração<sup>11</sup>. Essa posição melhora também a função

diafragmática, ao gerar maior relação comprimento-tensão<sup>10</sup>. Banzett e colaboradores<sup>12</sup> mostraram, em indivíduos normais, um aumento da capacidade ventilatória quando os sujeitos apoiavam os membros superiores. No entanto, não há relatos prévios dos efeitos dessa postura sobre os resultados de um protocolo de TMI.

O presente estudo teve como objetivos analisar os efeitos de um protocolo de treinamento muscular inspiratório de curta duração e alta intensidade em jovens saudáveis do sexo feminino, verificando a influência de duas diferentes posturas (com membros superiores apoiados e não-apoiados) sobre os efeitos desse treinamento.

## METODOLOGIA

Este foi um ensaio clínico aleatório controlado uni-cego. Os treinadores foram previamente ensinados quanto aos tipos de treinamento e eram cegos quanto ao objetivo do estudo. O avaliador inicial e final foi o mesmo, diferente dos treinadores, e não tinha conhecimento sobre qual intervenção seria realizada com o avaliado. O projeto foi aceito pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina. Todas as participantes concordaram em participar do estudo e o termo de consentimento livre e esclarecido foi obtido antes do início dos testes.

Participaram do estudo 30 jovens saudáveis (sem qualquer tipo de doença diagnosticada) do sexo feminino, para garantir a homogeneidade dos grupos, pois há diferenças marcantes entre homens e mulheres quanto à força muscular inspiratória e expiratória. As participantes não eram tabagistas, eram inexperientes quanto ao treinamento muscular inspiratório e não participavam de programas de atividade física regular. Foram submetidas à avaliação inicial de  $PI_{m\acute{a}x}$  e  $PE_{m\acute{a}x}$ , sentadas, como descrito por Black e Hyatt<sup>13</sup>. O aparelho utilizado foi o manovacuômetro digital (MVD-500 v.1.1, Microhard System, Globalmed, Porto Alegre, Brasil), o sistema para análise dos dados foi o AqDados 4 (Lynx Tecnologia Eletrônica, São Paulo, Brasil) e os valores previstos utilizados foram os propostos por Neder e colabo-

radores<sup>14</sup>. Os dois maiores resultados tecnicamente satisfatórios que apresentaram uma diferença menor que 5% entre si foram analisados e o maior deles utilizado para análise<sup>15</sup>.

As participantes foram recrutadas em uma amostragem de conveniência. Após a avaliação inicial, foram distribuídas aleatoriamente (por envelope aberto no dia da avaliação inicial, com ocultação da alocação) em três grupos para o treinamento: o grupo controle (GC, n=10) treinou sentado, com 15% da  $PI_{m\acute{a}x}$  inicial; o grupo sem apoio (GSA, n=10) treinou em posição ortostática, sem apoio de membros superiores, com 75% da  $PI_{m\acute{a}x}$ ; o grupo com apoio (GCA, n=10) treinou em posição ortostática, com apoio de membros superiores e também 75% da  $PI_{m\acute{a}x}$ . A Tabela 1 apresenta as características iniciais de cada grupo. No final do treinamento, os sujeitos foram reavaliados quanto à  $PI_{m\acute{a}x}$  e  $PE_{m\acute{a}x}$ ; e, após um mês do fim das intervenções, os grupos GSA e GCA foram novamente reavaliados, sendo que em ambos os momentos a metodologia utilizada foi idêntica à da avaliação inicial.

O treinamento consistiu em três sessões diárias supervisionadas de 10 minutos em três dias consecutivos, inspirando contra uma resistência de 75% da  $PI_{m\acute{a}x}$  inicial (com exceção do GC, que treinou com 15%), com uma frequência respiratória de 12 ciclos por minuto controlada por um sinal sonoro. O dispositivo utilizado para o treinamento foi um aparelho com válvula *spring load* com resistência inspiratória regulável (Threshold® IMT, Health Scan Products Inc., Cedar Grove, EUA). Caso o valor máximo de pressão do aparelho comercialmente disponível (41 cmH<sub>2</sub>O) não fosse suficiente para atingir os 75% da  $PI_{m\acute{a}x}$  utilizado para o treinamento, o aparelho era adaptado com duas molas internas para atingir um máximo de pressão igual a 82 cmH<sub>2</sub>O.

O TMI sem o apoio de membros superiores foi realizado em posição ortostática com membros superiores relaxados ao lado do corpo; e o TMI com apoio dos membros superiores foi feito com o apoio na altura do processo estilóide da ulna, com inclinação anterior de tronco e flexão de cotovelos



**Figura 1** Ilustração da posição de treinamento do GCA – com apoio dos membros superiores

de aproximadamente 30°, promovendo descarga de peso nos membros superiores. Para o apoio foi utilizado um andador (Figura 1).

O programa utilizado para análise estatística foi o GraphPad Prism 3.0. Para a análise da normalidade na distribuição dos dados, foi aplicado o teste de Kolmogorov-Smirnov. Como a distribuição dos dados foi normal, a análise estatística utilizada foi paramétrica e todos os valores são apresentados como média  $\pm$  desvio padrão. Para a comparação de  $PI_{m\acute{a}x}$  e  $PE_{m\acute{a}x}$  inicial e final do GC foi utilizado o teste t de Student pareado. A comparação intragrupo de  $PI_{m\acute{a}x}$  e  $PE_{m\acute{a}x}$  inicial, final e após um mês, do GSA e GCA, foi realizada utilizando-se a análise de variância unidirecional Anova para medidas repetidas, seguido do teste *post-hoc* de Newman-Keull's. Para a comparação intergrupos de  $PI_{m\acute{a}x}$  e  $PE_{m\acute{a}x}$  inicial e final dos três grupos foi utilizado o teste bivariado Anova. As diferenças de  $PI_{m\acute{a}x}$  e  $PE_{m\acute{a}x}$  entre o GSA e o GCA após um mês foram analisadas utilizando o teste t de Student não-pareado. Para todas as análises, a significância estatística foi determinada como  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta as características iniciais de cada grupo. Os três grupos (GC, GSA e GCA) completaram o mesmo tempo de treinamento durante os três dias consecutivos. No total, cada participante realizou 90 minutos de esforço inspiratório divididos em nove séries de dez minutos (três por dia). Não houve exclusões de indivíduos participantes do estudo.

Os valores absolutos das pressões respiratórias máximas em cada grupo e em todos os momentos são mostrados na Tabela 2. Todos os grupos apresentaram como característica inicial  $PI_{m\acute{a}x}$  maior que 70% do predito (Tabela 1), o que significa que os sujeitos não tinham fraqueza muscular inspiratória. Inicialmente não havia diferença significativa de  $PI_{m\acute{a}x}$  e  $PE_{m\acute{a}x}$  entre os três grupos ( $p=0,25$  e  $0,86$  respectivamente). Tanto a  $PI_{m\acute{a}x}$  quanto a  $PE_{m\acute{a}x}$  do GC não mostraram diferenças significativas entre os valores inicial e final do treinamento muscular inspiratório.

No GSA, com relação à  $PI_{m\acute{a}x}$  inicial, houve aumento significativo na  $PI_{m\acute{a}x}$  final ( $-97 \pm 14$  cmH<sub>2</sub>O;  $p < 0,001$ ) e após um mês, sem diferença entre  $PI_{m\acute{a}x}$  final e após um mês. Entre os valores de  $PE_{m\acute{a}x}$

não houve diferença estatisticamente significante (Tabela 2).

No GCA, com relação à  $PI_{m\acute{a}x}$  inicial, também houve aumento significativo na  $PI_{m\acute{a}x}$  final ( $-96 \pm 20$  cmH<sub>2</sub>O,  $p < 0,001$ ) e após um mês, sem diferença entre  $PI_{m\acute{a}x}$  final e após um mês. Também nesse grupo, com relação à  $PE_{m\acute{a}x}$  inicial, houve um incremento significativo na  $PE_{m\acute{a}x}$  final ( $112 \pm 16$  cmH<sub>2</sub>O,  $p < 0,05$ ), seguida de diminuição após um mês ( $101 \pm 19$  cmH<sub>2</sub>O,  $p < 0,05$ ), não sendo encontrada diferença entre  $PE_{m\acute{a}x}$  inicial e após um mês (Tabela 2).

A comparação da  $PI_{m\acute{a}x}$  final entre os três grupos também é mostrada na Tabela 2. A  $PI_{m\acute{a}x}$  final do GSA e do GCA foi maior que a do GC ( $p < 0,05$ ). Não houve diferença entre GSA e GCA tanto na  $PI_{m\acute{a}x}$  final quanto após um mês do fim do treinamento.

Não foi encontrada diferença na  $PE_{m\acute{a}x}$  final entre os três grupos (Tabela 2). Porém, analisando a diferença da  $PE_{m\acute{a}x}$  final com relação à inicial ( $\Delta PE_{m\acute{a}x}$  ou seja,  $PE_{m\acute{a}x}$  final –  $PE_{m\acute{a}x}$  inicial), foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre o GCA e GC, o que não ocorreu entre o GSA e o GC (Figura 2).

## DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo indicam que o TMI de curta duração (três dias) e alta intensidade (75% da  $PI_{m\acute{a}x}$ ) promove um incremento significativo da  $PI_{m\acute{a}x}$  de jovens saudáveis do sexo feminino sem fraqueza muscular inspiratória prévia, e

**Tabela 1** Características iniciais (média  $\pm$  desvio padrão) dos três grupos: controle (GC); que treinou sem apoio de membros superiores (GSA); e que treinou com apoio de membros superiores (GCA) (n=30)

Característica	GC (n=10)	GSA (n=10)	GCA (n=10)
Idade (anos)	21 $\pm$ 1,2	20 $\pm$ 1,2	20 $\pm$ 1,6
Altura (m)	1,64 $\pm$ 0,07	1,66 $\pm$ 0,06	1,65 $\pm$ 0,06
Peso (kg)	58 $\pm$ 6	55 $\pm$ 6	52 $\pm$ 6
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	22 $\pm$ 2	20 $\pm$ 1,4	19 $\pm$ 3
$PI_{m\acute{a}x(i)}$ (cm H <sub>2</sub> O)	-73 $\pm$ 16	-75 $\pm$ 10	-77 $\pm$ 17
$PE_{m\acute{a}x(i)}$ (cm H <sub>2</sub> O)	95 $\pm$ 13	86 $\pm$ 14	99 $\pm$ 16
$PI_{m\acute{a}x(i)}$ (% predito)	73 $\pm$ 16	75 $\pm$ 10	76 $\pm$ 18
$PE_{m\acute{a}x(i)}$ (% predito)	92 $\pm$ 13	83 $\pm$ 14	96 $\pm$ 16

IMC = Índice de massa corporal;  $PI_{m\acute{a}x(i)}$  = Pressão inspiratória máxima inicial;  $PE_{m\acute{a}x(i)}$  = Pressão expiratória máxima inicial

**Tabela 2** Valores (média  $\pm$  desvio padrão e valor de p) das pressões respiratórias máximas nos três grupos: controle (GC), GSA, que treinou sem apoio de membros superiores, e GCA, que treinou com apoio de membros superiores (n=30)

Grupo	PI <sub>máx</sub>				PE <sub>máx</sub>			
	Inicial	Final	Após um mês	p	Inicial	Final	Após um mês	p
GC(n=10)	-73 $\pm$ 16	-74 $\pm$ 16	-	p=0,18	95 $\pm$ 13	96 $\pm$ 13	-	p=0,24
GSA(n=10)	-75 $\pm$ 10	-97 $\pm$ 14	-99 $\pm$ 14	p<0,001	86 $\pm$ 14	96 $\pm$ 17	90 $\pm$ 11	p=0,10
GCA(n=10)	-77 $\pm$ 17	-96 $\pm$ 20	-96 $\pm$ 23	p<0,0001	99 $\pm$ 16	112 $\pm$ 16	101 $\pm$ 19	p<0,0001

PI<sub>máx</sub> = Pressão inspiratória máxima; PE<sub>máx</sub> = Pressão expiratória máxima

que esse incremento se mantém até um mês após o término do treinamento. A eficácia do TMI foi testada com a presença do GC, que realizou treinamento considerado placebo. O aumento da PI<sub>máx</sub> não foi diferente nas duas posturas analisadas; entretanto, o GCA obteve também um incremento da PE<sub>máx</sub> após o TMI, que não se manteve após um mês do término do treinamento.

A duração escolhida para o treinamento muscular inspiratório neste estudo pode ser de grande relevância para sujeitos que necessitem ser submetidos a cirurgias torácicas e/ou abdominais. Segundo Siafakas e colaboradores<sup>16</sup>, a função da musculatura respiratória pode ser gravemente afetada por procedimentos cirúrgicos, e o treinamento muscular respiratório pré-operatório pode prevenir complicações pulmonares pós-operatórias por meio do aumento da força muscular respiratória.

A postura ortostática foi adotada para o treinamento, pois promove maior descarga de peso nos membros superiores do que a postura sentada, visto que a descarga de peso era um fator metodológico importante no presente estudo. Além disso, é semelhante ao posicionamento utilizado nos estudos de Probst e colaboradores<sup>11</sup> e Banzett e colaboradores<sup>12</sup> com auxiliares para marcha (*rollators*) em pacientes com DPOC.

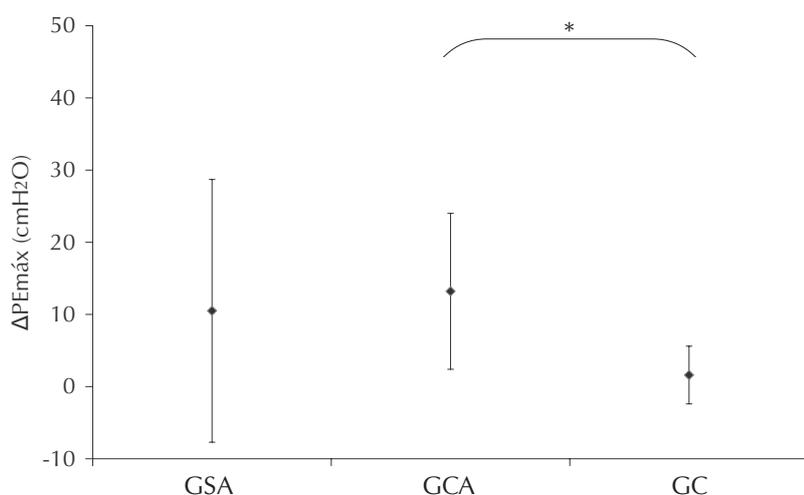
Todos os grupos apresentaram como característica inicial PI<sub>máx</sub> maior que 70% do predito (Tabela 1), o que significa que os sujeitos não tinham fraqueza muscular inspiratória ao início do estudo.

A magnitude do incremento da PI<sub>máx</sub> dos sujeitos deste estudo (GSA, 29% e GCA, 27%) está de acordo com os resultados de Susuki e colaboradores<sup>17</sup> (aproximadamente 30%) em um estudo realizado também com mulheres saudáveis, com um protocolo de treinamen-

to de duas vezes de 15 minutos por dia durante quatro semanas. Esses resultados diferem um pouco daqueles encontrados por Sasaki e colaboradores<sup>4</sup> e Volianitis e colaboradores<sup>7</sup>, que encontraram incremento de 16% e 45% na PI<sub>máx</sub> após o treinamento, respectivamente. Esses resultados discrepantes possivelmente se devem a diferenças nos protocolos de TMI e por variações entre as características dos grupos incluídos nesses estudos.

Documento de consenso do American College of Chest Physicians sobre reabilitação pulmonar<sup>1</sup> indicou intensidades maiores ou iguais a 30% da PI<sub>máx</sub> no TMI para que haja ganho de força. De acordo com Faulkner<sup>18</sup>, sobrecarga, especificidade e reversibilidade são três princípios dos regimes de treinamento para se obter resposta desejada em músculos periféricos. Leith e Bradely<sup>19</sup> concluíram que esses princípios são importantes também no treinamento muscular respiratório. O presente estudo utilizou 75% da PI<sub>máx</sub> como carga do TMI e obteve um incremento de PI<sub>máx</sub> pouco menor que o demonstrado por Huang e colaboradores<sup>20</sup> (aumento de 36% na PI<sub>máx</sub>) num ensaio clínico que adotou a mesma carga de TMI. No entanto, o estudo de Huang e colaboradores<sup>20</sup> teve uma duração maior (quatro semanas), com quatro séries de seis inspirações por dia, o que pode explicar as diferenças nos resultados.

Diferentes mecanismos podem explicar o aumento da PI<sub>máx</sub>. Um deles é a hipertrofia muscular. Contudo, mesmo que os dois grupos (GSA e GCA) tenham apresentado ganho de força muscular inspiratória com o TMI e mantido os valores de PI<sub>máx</sub> após um mês do término do TMI, provavelmente a hipertrofia muscular ou a distribuição de tipos de fibras não foram responsáveis pelas mudanças significantes. Isso porque um estudo com ratos<sup>21</sup> demonstrou que a hipertrofia das fibras tipo II do diafragma era induzida somente após 8 semanas de TMI. Enright e colaboradores<sup>22</sup> comprovaram esse resultado em sujeitos saudáveis, encontrando um aumento das dimensões diafragmáticas após oito semanas de TMI com 80% da PI<sub>máx</sub> e com frequência de três vezes por semana. Por outro lado, adaptações neurais podem ocorrer nas fases iniciais dos treinamentos de força, causando



**Figura 2** Variação da PE<sub>máx</sub> final sobre a inicial ( $\Delta$ PE<sub>máx</sub>) entre os três grupos: controle (GC); que treinou sem apoio de membros superiores (GSA); e que treinou com apoio de membros superiores (GCA); \*p<0,05

diferenças mensuráveis e significantes<sup>21</sup>. Pode haver aumento de força sem mudanças na morfologia muscular, mas não sem adaptações neurais<sup>23</sup>. Três dias de TMI, mesmo que com alta intensidade, possivelmente aumentaram a força muscular inspiratória por esse mecanismo não-morfológico; esta também foi a hipótese de estudo prévio<sup>24</sup>, em que se obteve incremento significativo da  $PI_{máx}$  na segunda semana de um treinamento que durou quatro semanas.

Quanto às mudanças de força muscular expiratória com o TMI, Sato e colaboradores<sup>25</sup> encontraram um aumento significativo de  $PE_{máx}$  em sujeitos saudáveis após treinamento inspiratório com carga de 40% da  $PI_{máx}$  e com duração de três semanas. Por outro lado, Akiyoshi e colaboradores<sup>26</sup> não observaram incremento de força muscular expiratória, também em indivíduos saudáveis, após TMI de duas semanas, em duas vezes de 15 minutos por dia, utilizando-se a carga de 30% da  $PI_{máx}$ . Alguns estudos com pacientes com DPOC<sup>27-29</sup>, da mesma maneira, não encontraram diferenças na  $PE_{máx}$  após TMI. No presente estudo, somente o GCA obteve melhora significativa de força muscular expiratória. Esse resultado pode ser explicado pelos achados de Kera e Maruyama<sup>10</sup> que, num estudo com análise eletromiográfica, concluíram que a inclinação de tronco com apoio de membros superiores promove uma maior atividade da musculatura expiratória, tanto no esforço expiratório quanto no inspiratório. Essa atividade aumentada dos músculos expiratórios durante o apoio dos membros superiores pode ter gerado um treinamento também desses músculos durante o TMI.

Após um mês do fim do treinamento, os valores de  $PE_{máx}$  do GCA diminuíram em relação aos valores finais do TMI, não sendo encontrada diferença de  $PE_{máx}$  inicial após um mês. Isso sugere que, mesmo que a musculatura expiratória tenha obtido ganho de força com o TMI com apoio de membros superiores, esse efeito é de curta duração; e o principal efeito desse treinamento é sobre a musculatura inspiratória, que não teve perda de força após um mês, como visto.

No conhecimento dos autores, o presente estudo é uma primeira iniciativa de estudo de um protocolo de TMI com curta duração e alta intensidade. Apesar de não ser possível no momento extrapolar diretamente seus resultados com implicações clínicas em pacientes com problemas respiratórios, trata-se de um estudo preliminar que demonstrou a segurança, a aplicabilidade e os efeitos do protocolo, constituindo uma experiência inicial positiva e promissora. Uma limitação deste estudo é ter apenas jovens do sexo feminino. Esse critério foi utilizado como uma alternativa segura para que os grupos fossem homogêneos, pois há diferenças marcantes entre homens e mulheres com relação à força muscular inspiratória e expiratória, como demonstrado por Neder e colaboradores<sup>14</sup>. Em outro estudo<sup>4</sup>, Sasaki e colaboradores também optaram por utilizar apenas um gênero em sua amostra. Os resultados do presente estudo devem ser ainda confirmados em grupos do sexo masculino e mistos e, posteriormente, em grupos de pacientes com diferentes diagnósticos.

Pode-se questionar qual a aplicabilidade clínica de se aumentar a força muscular respiratória em indivíduos que

já possuem força normal. Como mencionado acima, acredita-se que tal protocolo pode destinar-se a sujeitos que serão submetidos a cirurgias tóraco-abdominais, procedimento que sabidamente diminui as pressões respiratórias máximas no período pós-operatório. Apesar de o presente estudo não dispor de dados quanto a isso, os autores acreditam que o protocolo utilizado pode trazer benefícios clínicos no pós-operatório de cirurgias tóraco-abdominais, como diminuição da incidência de complicações e redução do tempo de internação hospitalar, especialmente em grupos de pacientes com problemas respiratórios crônicos. Futuros estudos devem ser focalizados nessa questão.

Este estudo fez o acompanhamento de um mês (curto prazo). O prazo foi escolhido por ser o tempo em que, segundo Sifakas e colaboradores<sup>15</sup>, as pressões respiratórias máximas ainda permanecem diminuídas após cirurgias torácicas e abdominais, período esse em que os indivíduos ficam mais suscetíveis a complicações pós-operatórias.

Os resultados obtidos mostram que o TMI de curta duração e alta intensidade proporcionou um incremento significativo de  $PI_{máx}$ , não havendo diferença entre as duas posturas analisadas (com e sem apoio de membros superiores). A  $PE_{máx}$  aumentou após o TMI apenas no grupo que treinou com apoio de membros superiores. A aplicabilidade e os efeitos positivos do presente protocolo servem como uma experiência inicial promissora, abrindo possibilidades para estudos futuros utilizando-se protocolos de TMI de curta duração e alta intensidade em outros grupos de indivíduos.

## REFERÊNCIAS

- 1 ACCP – American College of Chest Physicians, AACVPR – American Association of Cardiovascular & Pulmonary Rehabilitation. Pulmonary Rehabilitation Guidelines Panel. Pulmonary rehabilitation: joint ACCP/AACVPR evidence-based guidelines. *Chest*. 1997;112:1363-96.
- 2 Lotters F, Van Tol B, Kwakkel G, Gosselink R. Effects of controlled inspiratory muscle training in patients with COPD: a meta-analysis. *Eur Respir J*. 2002;20:570-6.
- 3 Clanton TL, Dixon G, Drake J, Gadek JE. Inspiratory muscle conditioning using a threshold loading device. *Chest*. 1985;87:62-6.
- 4 Sasaki M, Kurosawa H, Kohsuki M. Effects of inspiratory and expiratory muscle training in normal subjects. *J Jpn Phys Ther Assoc*. 2005;8:29-37.
- 5 McConnell AK, Romer LM. Respiratory muscle training in healthy humans: resolving the controversy. *Int J Sports Med*. 2004;25:284-93.
- 6 Sonetti DA, Wetter TJ, Pegelow DF, Dempsey JA. Effects of respiratory muscle training versus placebo on endurance exercise performance. *Respir Physiol*. 2001;127(2):185-99.
- 7 Volianitis S, McConnell AK, Koutedakis Y, McNaughton L, Backx K, Jones DA. Inspiratory muscle training improves rowing performance. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33(5):803-9.
- 8 Reid WD, Samrai B. Respiratory muscle training for patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Phys Ther*. 1995;75(11):996-1005.
- 9 Reid WD, Dechman G. Considerations when testing and training the respiratory muscles. *Phys Ther*. 1995;75(11):971-82.
- 10 Kera T, Maruyama H. The effect of posture on respiratory activity of the abdominal muscles. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci*. 2005;24(4):259-65.
- 11 Probst VS, Troosters T, Coosemans I, Spruit MA, Pitta FO, Decramer M, et al. Mechanisms of improvement in exercise capacity using a rollator in patients with COPD. *Chest*. 2004;126:1102-7.
- 12 Banzett RB, Topulos GP, Leith DE, Nations CS. Bracing arms increases the capacity for sustained hyperpnea. *Am Rev Respir Dis*. 1988;138(1):106-9.
- 13 Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis*. 1969;99:696-702.
- 14 Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests: maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med Biol Res*. 1999;32:719-27.
- 15 Rodrigues F, Barbara C. Maximal respiratory pressures: proposition for a protocol of assessment. *Rev Port Pneumol*. 2000;4:297-307.
- 16 Siafakas NM, Mitrouska I, Bouros D, Georgopoulos D. Surgery and the respiratory muscles. *Thorax*. 1999;54:458-65.
- 17 Suzuki S, Yoshiike Y, Suzuki M, Akahori T, Hasegawa A, Okubo T. Inspiratory muscle training and respiratory sensation during treadmill exercise. *Chest*. 1993;104:197-202.
- 18 Faulkner JA. New perspectives in training for maximal performance. *JAMA*. 1968;205:741-6.
- 19 Leith DE, Bradley M. Ventilatory muscle strength and endurance training. *J Appl Physiol*. 1976;41:508-16.
- 20 Huang CH, Martin AD, Davenport PW. Effect of inspiratory muscle strength training on inspiratory motor drive and RREP early peak components. *J Apply Phys*. 2003;94:462-8.
- 21 Bisschop A, Gayan-Ramirez G, Rollier H. Intermittent inspiratory muscle training induces fiber hypertrophy in rat diaphragm. *Am J Respir Crit Care Med*. 1997;155(5):1583-9.
- 22 Enright SJ, Unnithan VB, Heward C, Withnall L, Davies DH. Effect of high-intensity inspiratory muscle training on lung volumes, diaphragm thickness, and exercise capacity in subjects who are healthy. *Phys Ther*. 2006;86:345-54.
- 23 Sale DG. Neural adaptation to resistance training. *Med Sci Sports Exerc*. 1988;20:S135-45.
- 24 Enoka RM. Muscle strength and its development: new perspectives. *Sports Med*. 1988;6(3):146-68.
- 25 Sato M, Satake M, Shioya T, Sugawara K, Takahashi H, Sato K, et al. The study on effective load pressure for the respiratory muscle training. *Rigaku Ryohogaku*. 2002;29:37-42.

## Referências (cont.)

---

- 26 Akiyoshi F, Takahashi H, Sugawara K, Satake M, Shioya T. The effect of expiratory muscle training on respiratory muscle strength. *Rigaku Ryohogaku*. 2001;28:47-52.
- 27 Goldstein R, Rosie JD, Long S, Dolmage T, Avendano MA. Applicability of a threshold loading device for inspiratory muscle testing and training in patients with COPD. *Chest*. 1989;96:564-71.
- 28 Harver A, Mahler DA, Daubenspeck JA. Targeted inspiratory muscle training improves respiratory muscle function and reduces dyspnea in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Ann Intern Med*. 1989;111:117-24.
- 29 Covey MK, Larson JL, Wirtz SE, Berry JK, Pogue NJ, Alex CG, et al. High-intensity inspiratory muscle training in patients with chronic obstructive pulmonary disease and severely reduced function. *J Cardiopulm Rehabil*. 2001;21:227-30.

Agradecimentos: Os autores agradecem às graduandas Andréa Daiane Fontana e Natália Helena Oliveira da 45ª Turma de Fisioterapia da UEL, pelo seu carinho e dedicação ao presente trabalho, auxiliando com seriedade e paciência no recrutamento e treinamento dos participantes.