



ARTIGO ORIGINAL

## Efeitos do apoio dos membros superiores sobre a força muscular respiratória e função pulmonar de doentes com doença pulmonar obstrutiva crónica

V. Cavalheri<sup>a,b</sup>, C.A. Camillo<sup>a</sup>, A.F. Brunetto<sup>a,c,#</sup>, V.S. Probst<sup>a,c</sup>,  
E.M. Cipulo Ramos<sup>b</sup> e F. Pitta<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup>Laboratório de Pesquisa em Fisioterapia Pulmonar (LFIP), Departamento de Fisioterapia, Universidade Estadual de Londrina, Paraná, Brasil

<sup>b</sup>Programa de Mestrado em Fisioterapia, Departamento de Fisioterapia, UNESP – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, SP, Brasil

<sup>c</sup>Departamento de Fisioterapia, Universidade do Norte do Paraná (UNOPAR), Londrina, Paraná, Brasil

#In memoriam

Recebido em 12 de novembro de 2009; aceite em 21 de maio de 2010

### PALAVRAS-CHAVE

Extremidade superior;  
Músculos  
respiratórios;  
Espirometria;  
Doença Pulmonar  
Obstrutiva Crónica

### Resumo

**Objetivo:** Analisar o efeito do apoio de membros superiores sobre a força muscular respiratória e função pulmonar de pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica (DPOC).

**Métodos:** Vinte pacientes com DPOC (11 homens) com idade de  $67 \pm 8$  anos e  $IMC 24 \pm 3 \text{ Kg} \cdot \text{m}^{-2}$ , foram submetidos a avaliações de Pressão Inspiratória e Expiratória Máximas (PI<sub>max</sub> e PE<sub>max</sub>, respectivamente) e espirometria com e sem apoio dos membros superiores em ordem aleatória. A avaliação com apoio dos membros superiores foi realizada em posição ortostática, com o apoio dos membros superiores na altura do processo estilóide da ulna, flexão de cotovelos e tronco inclinado à frente, ambos em aproximadamente 30 graus, de modo a promover descarga de peso em membros superiores. A avaliação sem apoio de membros superiores foi realizada também em posição ortostática, porém com os membros superiores relaxados ao lado do corpo. O intervalo entre as avaliações foi de uma semana.

**Resultados:** A PI<sub>max</sub>, PE<sub>max</sub> e Ventilação Voluntária Máxima (VVM) foram maiores com a utilização do apoio do que sem o apoio (PI<sub>max</sub>  $64 \pm 22 \text{ cmH}_2\text{O}$  versus  $54 \pm 24 \text{ cmH}_2\text{O}$ ,  $p = 0,00001$ ; PE<sub>max</sub>  $104 \pm 37 \text{ cmH}_2\text{O}$  versus  $92 \pm 37 \text{ cmH}_2\text{O}$ ,  $p = 0,00001$  e VVM  $42 \pm 20 \text{ L/min}$  versus  $38 \pm 20 \text{ L/min}$ ,  $p = 0,003$ ). As demais variáveis não apresentaram diferenças estatisticamente significativas.

**Conclusão:** O apoio de membros superiores resultou em maior capacidade de gerar força e *endurance* dos músculos respiratórios em pacientes com DPOC.

© 2009 Publicado por Elsevier España, S.L. en nome da Sociedade Portuguesa de Pneumologia. Todos os direitos reservados.

\*Autor para correspondência.

Correio electrónico: fabiopitta@uol.com.br (F. Pitta).

**KEYWORDS**

Upper limb;  
Respiratory muscles;  
Pulmonary function  
test;  
Chronic Obstructive  
Pulmonary Disease

## Effects of arm bracing posture on respiratory muscle strength and pulmonary function in patients with chronic obstructive pulmonary disease

**Abstract**

**Objective:** To analyze the effect of arm bracing posture on respiratory muscle strength and pulmonary function in patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD).

**Methods:** 20 patients with COPD (11 male;  $67 \pm 8$  years;  $BMI 24 \pm 3 \text{ Kg} \cdot \text{m}^{-2}$ ) were submitted to assessments of Maximal Inspiratory and Expiratory Pressures (MIP and MEP, respectively) and spirometry with and without arm bracing in a random order. The assessment with arm bracing was done on standing position and the height of the support was adjusted at the level of the ulnar styloid process with elbow flexion and trunk anterior inclination of 30 degrees promoting weight discharge in the upper limbs. Assessment without arm bracing was also performed on standing position, however with the arms relaxed alongside the body. The time interval between assessments was one week.

**Results:** MIP, MEP and maximal voluntary ventilation (MVV) were higher with arm bracing than without arm bracing (MIP  $64 \pm 22 \text{ cmH}_2\text{O}$  versus  $54 \pm 24 \text{ cmH}_2\text{O}$ ,  $p = 0,00001$ ; MEP  $104 \pm 37 \text{ cmH}_2\text{O}$  versus  $92 \pm 37 \text{ cmH}_2\text{O}$ ,  $p = 0,00001$  and MVV  $42 \pm 20 \text{ L/min}$  versus  $38 \pm 20 \text{ L/min}$ ,  $p = 0,003$ ). Other variables did not show statistical significant difference.

**Conclusion:** The arm bracing posture resulted in higher capacity to generate force and endurance of the respiratory muscles in patients with COPD.

© 2009 Published by Elsevier España, S.L. on behalf of Sociedade Portuguesa de Pneumologia. All rights reserved.

**Introdução**

A acção da gravidade e as variações de comprimento observadas nos músculos respiratórios de acordo com as diversas posturas do corpo humano determinam as diferenças na atividade desta musculatura<sup>1</sup>. Por exemplo: Banzett e colaboradores<sup>2</sup> mostraram que o apoio de membros superiores com inclinação anterior de tronco resulta em aumento da capacidade ventilatória de sujeitos normais. Como explicação, Solway e colaboradores<sup>3</sup> sugerem que a posição de inclinação do tronco somada ao apoio de membros superiores habilita os músculos dos membros superiores e da cintura escapular a agirem mais eficientemente como músculos acessórios da respiração. Devido à relação comprimento muscular – tensão produzida, a inclinação do tronco aumenta o comprimento das fibras diafragmáticas, dessa forma melhorando sua função e, até mesmo, diminuindo a sensação de dispnéia em pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC)<sup>4</sup>.

A melhoria da função muscular respiratória pode aumentar a tolerância ao exercício e a agilidade nas atividades de vida diária<sup>5</sup>. Pacientes com DPOC submetidos a testes de caminhada obtêm melhoria da saturação de oxigênio, dispneia e capacidade ventilatória quando utilizando andadores com rodas (que proporcionam o apoio dos membros superiores)<sup>3,6,7</sup>, além de uma marcha mais eficiente<sup>6</sup>. Os trabalhos supracitados<sup>3,6,7</sup> sugeriram que a melhoria das variáveis com o apoio dos membros superiores ocorria em virtude de um aumento da eficiência dos músculos respiratórios; contudo, estes estudos não avaliaram se há diferença na capacidade dos músculos ventilatórios gerarem força quando os membros superiores estão apoiados. Assim sendo, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência do apoio de membros superiores sobre a

força muscular respiratória e função pulmonar de indivíduos com DPOC na posição ortostática.

**Material e métodos**

Numa amostragem de conveniência, 20 pacientes com DPOC foram recrutados para este estudo. Todos os indivíduos estavam estáveis clinicamente, tinham idade entre 55 e 85 anos e eram classificados como GOLD II-IV<sup>8</sup>. Seriam excluídos doentes que não apresentavam condições de manterem nas posturas (ortostatismo e apoio de membros superiores) ou que apresentassem exacerbação entre o primeiro e o segundo teste. O projeto foi aceite pelo comité de ética e pesquisa da Universidade Estadual de Londrina. Todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido que foi obtido antes do início dos testes.

Os sujeitos foram submetidos a avaliação espirométrica e das pressões respiratórias máximas (PRM) com e sem o apoio dos membros superiores numa ordem aleatoriamente definida (ocultação da alocação) e com intervalo de uma semana entre as duas sessões. As avaliações sem o apoio de membros superiores foram realizadas em posição ortostática, com membros superiores relaxados ao lado do corpo. Nas avaliações com apoio, a altura do apoio foi ajustada na altura do processo estilóide da ulna, com inclinação anterior de tronco e flexão de cotovelos ambos de aproximadamente 30 graus de modo a promover descarga de peso em membros superiores<sup>6</sup>.

**Espirometria:** Foi realizada com o aparelho Pony FX (COSMED SRL, Roma, Itália) de acordo com as normas da American Thoracic Society/European Respiratory Society<sup>9</sup>. Os valores preditivos utilizados foram os propostos por

Knudson e colaboradores<sup>10</sup>. Os pacientes foram instruídos quanto ao posicionamento (com e sem apoio) e realizaram três manobras de Capacidade Vital Lenta (CVL), três manobras de Capacidade Vital Forçada (CVF) e três manobras de Ventilação Voluntária Máxima (VVM). Para uma melhor exatidão dos dados da CVL [Volume Minuto (VE) e relação Tempo Inspiratório, Tempo Total (Ti/Ttot)], os participantes mantinham um repouso de 2 minutos, antes e entre as manobras, no posicionamento ideal da prova.

**Pressões Respiratórias Máximas:** O aparelho utilizado foi o manovacuômetro digital (MVD-500 V.1.1, Microhard System, Globalmed, Porto Alegre, Brasil) e o sistema para análise de dados, AQDADOS 4 (LYNX). Os pacientes foram instruídos quanto ao posicionamento (com e sem apoio) e realizaram dez manobras de Pressão Inspiratória Máxima (PI<sub>max</sub>) e dez manobras de Pressão Expiratória Máxima (PE<sub>max</sub>)<sup>11</sup>. A PI<sub>max</sub> foi realizada a partir do volume residual e a PE<sub>max</sub> a partir da capacidade pulmonar total<sup>12</sup>. Os valores previstos utilizados foram os propostos por Neder e colaboradores<sup>13</sup>. Os dois maiores resultados tecnicamente satisfatórios, que apresentaram uma reprodutibilidade inferior ou igual a 5%, foram analisados e o maior deles utilizado<sup>14</sup>.

Na análise estatística, o teste de Shapiro Wilk foi utilizado para a avaliação da normalidade na distribuição dos dados. Como as variáveis estudadas (PI<sub>max</sub>, PE<sub>max</sub>, CVL, CVF, VVM, VEMS, Ti/Ttot e VE) apresentaram distribuição normal, foi aplicado o teste *t de student* para amostras pareadas para a comparação dos valores com e sem apoio de membros superiores. A significância estatística foi definida para valores de  $p < 0,05$ .

## Resultados

Vinte pacientes foram submetidos às avaliações e não houve exclusão. As características gerais da população são apresentadas na tabela 1.

A PI<sub>max</sub> média do grupo (sem apoio) demonstra que este apresentava característica de fraqueza muscular inspiratória (PI<sub>max</sub> menor que 70% do preditivo)<sup>15</sup> enquanto a PE<sub>max</sub> média foi normal (100 ± 38% do preditivo). Quando os pacientes realizaram o apoio de membros superiores a PI<sub>max</sub> média foi de 72 ± 23% do preditivo não caracterizando mais fraqueza muscular inspiratória no grupo.

Os valores de PI<sub>max</sub> foram significativamente maiores com o apoio de membros superiores do que sem o apoio (64 ± 22 cmH<sub>2</sub>O com apoio *versus* 54 ± 24 cmH<sub>2</sub>O sem apoio;  $p = 0,00001$ ) [tabela 2]. A Média das Diferenças Relativas (MDR) da PI<sub>max</sub> com apoio e sem apoio ( $MDR\% = [PI_{max} \text{ com apoio} - PI_{max} \text{ sem apoio}] / PI_{max} \text{ com apoio}$ ) foi de 26%. Do total de vinte pacientes, dezassete mostraram maior força inspiratória quando apoiaram os membros superiores.

Assim como a PI<sub>max</sub>, a PE<sub>max</sub> também foi maior quando os pacientes realizaram a manobra com o apoio de membros superiores (104 ± 37 cmH<sub>2</sub>O com apoio *versus* 92 ± 37 cmH<sub>2</sub>O sem apoio;  $p = 0,00001$ ) [tabela 2]. Dezoito indivíduos tiveram maior valor de força muscular expiratória quando os membros superiores estavam apoiados. A Média das Diferenças Relativas (MDR) da PE<sub>max</sub> com apoio e sem apoio ( $MDR\% = [PE_{max} \text{ com apoio} - PE_{max} \text{ sem apoio}] / PE_{max} \text{ com apoio}$ ) foi de 15%.

**Tabela 1** Características gerais da população

Características	
Sexo (M/F)	11/9
Idade (anos)	67 ± 8
Peso (Kg)	62 ± 11
Altura (m)	1,62 ± 0,1
IMC (Kg · m <sup>-2</sup> )	24 ± 3
VEMS (%pred)	39,2 ± 16

Dados estão apresentados como Média ± Desvio Padrão, com exceção do sexo. IMC: Índice de Massa Corporal; VEMS: Volume expiratório forçado no primeiro segundo.

**Tabela 2** Diferenças das variáveis com e sem apoio de membros superiores

	Com apoio	Sem apoio	Valor de p
PI <sub>max</sub> (cmH <sub>2</sub> O)	64 ± 22	54 ± 24	0,00001
PE <sub>max</sub> (cmH <sub>2</sub> O)	104 ± 37	92 ± 37	0,00001
CVL (L)	1,84 ± 0,5	1,75 ± 0,5	0,09
CVF (L)	1,84 ± 0,6	1,75 ± 0,6	0,07
VE (L/min)	9,8 ± 2,6	10 ± 3,6	0,56
VEMS (L)	1 ± 0,5	0,95 ± 0,5	0,18
VVM (L/min)	42 ± 20	38 ± 20	0,003

Dados estão apresentados como Média ± Desvio Padrão. PI<sub>max</sub>: pressão inspiratória máxima; PE<sub>max</sub>: pressão expiratória máxima; CVL: capacidade vital lenta; CVF: capacidade vital forçada; VE: volume minuto; VEMS: volume expiratório máximo no primeiro segundo; VVM: ventilação voluntária máxima.

A VVM comportou-se de modo semelhante às pressões respiratórias máximas, sendo maior quando os pacientes apoiaram os membros superiores (42 ± 20 L/min com apoio *versus* 38 ± 20 L/min sem apoio;  $p = 0,003$ ) [tabela 2]. A Média das Diferenças Relativas (MDR) da VVM com apoio e sem apoio ( $MDR\% = [VVM \text{ com apoio} - VVM \text{ sem apoio}] / VVM \text{ com apoio}$ ) foi de 15%.

Para as demais variáveis analisadas (CVL, CVF, VE, VEMS e Ti/Ttot) não houve diferença estatisticamente significativa quando comparados aos valores com e sem apoio (CVL,  $p = 0,09$ ; CVF,  $p = 0,07$ ; VE,  $p = 0,56$ ; VEMS,  $p = 0,18$  e Ti/Ttot,  $p = 0,70$ ).

## Discussão

Este estudo mostrou que o apoio de membros superiores possibilita à musculatura respiratória uma maior capacidade de gerar força máxima de contração e *endurance* em pacientes com DPOC. Pela primeira vez, a força muscular respiratória e função pulmonar de pacientes com DPOC foram avaliadas na posição ortostática e com apoio de membros superiores. A adoção de postura semelhante já foi utilizada em estudos com andadores com rodas em pacientes com DPOC<sup>3,6</sup>. Nestes estudos houve melhora da distância percorrida em seis minutos e saturação de oxigênio,

aumento da capacidade ventilatória e/ou eficiência da marcha em indivíduos com DPOC, especialmente naqueles com doença de grau mais severo.

A postura de alívio da dispnéia (inclinação de tronco e apoio de membros superiores) tem sido reportada como postura que melhora a função diafragmática<sup>6</sup> por diminuir a tensão dos músculos abdominais<sup>16</sup> e proporcionar aos músculos dos membros superiores e ombro agirem mais efetivamente como músculos acessórios da respiração<sup>3,17</sup>. Kera e Maruyama<sup>1</sup> citam que os músculos peitoral maior, peitoral menor (os quais elevam a caixa torácica) e serrátil anterior, são facilmente ativados quando os membros superiores estão apoiados. Além disso, esses autores também descreveram que o comportamento adotado por pacientes com DPOC quando dispneicos (inclinação de tronco e apoio de membros superiores) não é apenas relacionado ao aumento da atividade destes músculos acessórios da inspiração, mas também relacionado com os músculos expiratórios, como os oblíquos externos abdominais. Estes pesquisadores relataram uma maior atividade desta musculatura, tanto no esforço expiratório quanto no esforço inspiratório, quando os membros superiores estavam apoiados. A maior capacidade de gerar força tanto inspiratória quanto expiratória é de grande relevância para pacientes com DPOC, por apresentarem fraqueza muscular generalizada, e ambos (músculos inspiratórios e expiratórios), estão envolvidos nessa fraqueza<sup>18</sup>.

Os achados de PEmax deste estudo contrastaram com as observações feitas por O'Neill e McCarthy<sup>4</sup>. Estes pesquisadores avaliaram as PRM de pacientes com DPOC e de sujeitos saudáveis em seis diferentes posições, incluindo o apoio dos cotovelos nas coxas (sentado), e não encontraram diferenças significativas entre os valores da PEmax nestas posições. Contudo, não avaliaram o apoio de membros superiores na posição ortostática.

Quanto à VVM, os resultados têm semelhança com os dados apresentados por Solway e colaboradores<sup>3</sup> e Probst e colaboradores<sup>6</sup> também com pacientes com DPOC, os quais obtiveram maiores valores de VVM quando apoiados. Isto é explicável, pois a manobra de VVM é específica para avaliação de fraqueza muscular respiratória<sup>19</sup>, uma das características marcantes em pacientes com DPOC. Se estes pacientes obtêm maiores pressões respiratórias máximas com apoio de membros superiores é esperado que aumentem também a VVM.

A maior capacidade de gerar força e *endurance* muscular respiratória quando os pacientes apoiam seus membros superiores explica, pelo menos em parte, os achados de estudos prévios que mostraram que o uso de auxiliares para a marcha gera melhoria na distância percorrida, saturação de oxigênio, dispnéia, capacidade ventilatória e eficiência da marcha em pacientes com DPOC<sup>3,6,7</sup>. Trata-se também de uma hipótese para a explicação do alívio da dispnéia nestes indivíduos quando estabilizam seus membros superiores<sup>4,16,17</sup>.

Uma limitação deste estudo é não possuir dados eletromiográficos para a comprovação de uma maior atividade muscular durante a postura de apoio de membros superiores. Kera e Maruyama<sup>1</sup> demonstraram dados de uma maior atividade da musculatura abdominal durante a postura de apoio de membros superiores, porém sabemos que vários outros músculos estão envolvidos nos movimentos

inspiratórios e expiratórios, como alguns músculos da cintura escapular e caixa torácica e estes podem também ser analisados em estudos futuros.

Os resultados do presente estudo mostraram que o apoio de membros superiores na posição ortostática resultou em valores significativamente mais altos de pressões respiratórias máximas e *endurance* dos músculos respiratórios em pacientes com DPOC, sem alteração de volumes, fluxos e capacidades pulmonares. A influência do apoio dos membros superiores na função muscular respiratória (como mostrado no presente estudo) aponta para a fundamental importância da utilização desta postura nos programas de reabilitação em pacientes com DPOC. Portanto, sugerimos o uso mais frequente desta postura como estratégia coadjuvante do treino físico nesses pacientes.

## Apoio financeiro

CNPq – Brasil

## Conflito de interesse

Os autores declaram não haver conflito de interesse.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à fisioterapeuta Demétria Kovelis (do Laboratório de Pesquisa em Fisioterapia Pulmonar, Universidade Estadual de Londrina) pela ajuda nas avaliações.

## Bibliografia

1. Kera T, Maruyama H. The effect of posture on respiratory activity of the abdominal muscles. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci.* 2005;24:259-65.
2. Banzett RB, Topulos GP, Leith de, Nations CS. Bracing arms increases the capacity for sustained hyperpnea. *Am Rev Respir Dis.* 1988;138:106-9.
3. Solway S, Brooks D, et al. The short-term effect of a rolator on functional exercise capacity among individuals with severe COPD. *Chest.* 2002;122:56-65.
4. O'Neill S, McCarthy DS. Postural relief of Dyspnoea in severe chronic airflow limitation: relationship to respiratory muscle strength. *Thorax.* 1983; 38:595-600.
5. Reid WD, Samrai B. Respiratory muscle training for patients with COPD. *Physical Therapy.* 1995;11:996-1005.
6. Probst VS, Troosters T, et al. Mechanisms of improvement in exercise capacity using a rollator in patients with COPD. *Chest.* 2004;126:1102-7.
7. Honeyman P, Barr P, Stubbing DG. Effect of a walking aid on disability, oxygenation and breathlessness in patients with chronic airflow limitation. *J Cardiopulm Rehabil.* 1996;16:63-7.
8. Rabe KF, Hurd S, Anzueto A, Barnes PJ, Buist SA, Calverley P, et al. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: GOLD executive summary. *Am J Respir Crit Care Med* 2007; 176:532-55.

9. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J*. 2005;26:319-38.
10. KNUDSON RJ, et al. Changes in the normal maximal expiratory flow-volume curve with growth and aging. *Am Rev Respir Dis*. 1983;127:725-34.
11. Fiz JA, Montserrat JM, et al. How many manoeuvres should be done to measure maximal inspiratory mouth pressures in patients with chronic airflow obstruction? *Thorax* 1989;44:419-21.
12. Black LF, Hyatt, RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis*. 1969;99:696-702.
13. 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.
14. Rodrigues F, Barbara C. Maximal respiratory pressures: Proposition for a protocol of assessment. *Rev Port Pneumol*. 2000;4:297-307.
15. Dall'Ago P, Chiappa GRS, Guths H, Stein R, Ribeiro JP. Inspiratory Muscle Training in Patients With Heart Failure and Inspiratory Muscle Weakness: A Randomized Trial. *JACC*. 2006;47:757-63.
16. Alvan L, Barach MD. Chronic Obstructive Lung Disease: Postural Relief of Dyspnea. *Arch Phys Med Rehabil*. 1974;55:494-504.
17. Sharp JT, et al.; Postural relief of dyspnea in Chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis*. 1980;122:201-11.
18. Decramer M, Albiert M. The respiratory muscles: cellular and molecular physiology. *Eur Respir J*. 1997;10:1943-5.
19. ATS/ERS Statement on Respiratory Muscle Testing; *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166:518-624.