

---

---

## EFEITOS DE UM TREINAMENTO RESISTIDO COM TUBOS ELÁSTICOS SOBRE A FORÇA MUSCULAR, QUALIDADE DE VIDA E DISPNEIA DE PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA

### EFFECTS OF A RESISTANCE TRAINING WITH ELASTIC TUBING IN STRENGTH, QUALITY OF LIFE AND DYSPNEA IN PATIENTS WITH CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE

Bruna Spolador de Alencar Silva<sup>1</sup>, Luis Alberto Gobbo<sup>1</sup>, Ana Paula Coelho Figueira Freire<sup>1,2</sup>, Iara Buriola Trevisan<sup>1,2</sup>, Isis Grigoletto Silva<sup>1,2</sup> e Ercy Mara Cipulo Ramos<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual Paulista, Rio Claro-SP, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente-SP, Brasil.

---

#### RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar os efeitos do treinamento resistido com tubos elásticos e aparelhos de musculação (convencional) sobre a força muscular, qualidade de vida e dispneia em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). Pacientes alocados em grupos de treinamento com tubos elásticos (GTE, n=9) e convencional (GRC, n=10) foram avaliados por força isométrica e questionários de qualidade de vida (CRQ) e dispneia (MRC). A força isométrica aumentou em ~25% em ambos os grupos em todos os movimentos ( $p<0,05$ ). MRC e o domínio dispneia de CRQ apresentaram melhoras de -28,70% e -6,05 % no GTE, e -33,33% e -16,23% no GRC, respectivamente. Força de flexão de ombro e cotovelo apresentaram correlação negativa com a variável MRC ( $p<0,05$ ) para GRC. Ambas intervenções foram benéficas para aumento da força e redução do MRC, com aumento da força de membros superiores correlacionado à redução da sensação de dispneia nos pacientes com DPOC.

**Palavras-chave:** Exercício. Doença pulmonar obstrutiva crônica. Qualidade de vida.

---

#### ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the effects of resistance training with elastic tubes and weight machines (conventional) on muscle strength, quality of life and dyspnea in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). Patients were allocated in training groups with elastic tubes (GTE, n = 9) and conventional (GRC, n = 10) and evaluated by isometric strength and quality of life questionnaire (CRQ) and dyspnea (MRC). Isometric strength increased by ~25% in both groups in all movements ( $p < 0.05$ ). MRC and the CRQ dyspnea domain showed improvement of -28.70% and -6.05% in the GTE, and -33.33% and -16.23% at GRC, respectively. Shoulder and elbow flexion showed a negative and significant correlation with MRC ( $p < 0.05$ ), for GRC. Both interventions were beneficial for increasing the strength and reducing the MRC score, and increased strength of upper limbs correlated to the reduction of the sensation of dyspnea in patients with COPD.

**Keywords:** Exercise. Chronic obstructive pulmonary disease. Quality of life.

---

#### Introdução

As disfunções musculoesqueléticas, assim como a dispneia, estão entre as manifestações mais comuns em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica<sup>1,2</sup>, o que gera um grande impacto na capacidade de execução de exercícios<sup>3,4</sup> e na força muscular destes pacientes<sup>5-7</sup>.

Estudos prévios em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) demonstraram a existência de limitações e maior dependência para a realização das atividades de vida diária<sup>8</sup> e na diminuição da qualidade de vida<sup>9</sup>, como consequência do quadro de dispneia, disfunções musculoesqueléticas e outras co-morbidades associadas<sup>9-12</sup>.

Dentre os sintomas ocasionados por manifestações pulmonares, a dispnéia está presente principalmente nos estágios mais avançados da doença, caracterizando um maior comprometimento do sistema pulmonar<sup>13,14</sup>. Já a disfunção muscular periférica, caracterizada como uma manifestação extrapulmonar, torna-se um preditor para a atrofia muscular e redução da força e resistência muscular, promovendo fadiga muscular precoce e redução na capacidade de execução de exercícios físicos, da qualidade de vida e da sobrevivência desses pacientes<sup>15,16</sup>.

Programas de reabilitação pulmonar (RP) são intervenções abrangentes baseadas em profunda avaliação do paciente, além de medidas terapêuticas, que incluem o exercício físico, projetadas para melhorar a capacidade física e a condição psicológica de pacientes com DPOC<sup>16</sup>. Dentre as modalidades de exercícios, o treinamento resistido tem ganhado expressiva atenção em DPOC, pois além de reduzir os sintomas da doença e melhorar a capacidade cardiopulmonar<sup>17</sup>, como nos aeróbios, também pode aumentar concomitantemente a massa muscular e força muscular periférica<sup>18</sup>, sendo mais eficaz que os exercícios aeróbios para tais benefícios<sup>19,20</sup>.

Estudos prévios já estabeleceram que o treinamento resistido convencional (com equipamentos de musculação e pesos livres) promove melhora significativa na qualidade de vida<sup>21</sup>, força muscular<sup>22</sup> e dispneia<sup>23</sup> nestes pacientes. Entretanto, no treinamento resistido com a utilização de tubos elásticos, o comportamento destas variáveis ainda não está totalmente esclarecido<sup>24</sup>.

Os tubos elásticos são dispositivos considerados seguros, fáceis de serem utilizados, portáteis e de baixo custo, sendo capazes de aumentar sua tensão linearmente a partir do início da contração até o fim do movimento, demonstrando vantagens no que diz respeito ao treinamento com pesos livres<sup>25</sup>.

Melhoras da qualidade de vida e da dispneia nos pacientes com DPOC tornou-se um objetivo essencial nos programas de RP, pois estas variáveis são capazes de refletir os benefícios decorrentes do tratamento, além de proporcionar uma visão multidimensional do paciente<sup>26</sup>. Tendo em vista a importância do treinamento resistido para pacientes com DPOC, e a lacuna na literatura acerca do treinamento resistido com tubos elásticos, sobretudo com pacientes com DPOC, faz-se necessário comparar os efeitos de um programa de intervenção com estes materiais, que podem ser facilmente utilizados em programas de saúde pública, instituições de longa permanência, hospitais e mesmo em residências, com o treinamento convencional, o qual já é sabido os positivos efeitos. Da mesma forma, o estabelecimento da magnitude dos efeitos do treinamento sobre variáveis importantes para pacientes com doenças respiratórias, como o quadro de dispneia e a qualidade de vida, torna-se essencial, tendo em vistas as possíveis características peculiares que irão facilitar o acesso da população a este tipo de exercício, com baixo custo<sup>27</sup>.

Deste modo, o objetivo do presente estudo foi 1) comparar os efeitos do treinamento resistido com tubos elásticos e com aparelhos de musculação sobre a força muscular, e 2) analisar as correlações das alterações da força muscular com indicadores de qualidade de vida e dispneia em pacientes com DPOC. Nossa hipótese nula é que os ganhos de força resultado de programa de TR com tubos elásticos e musculação convencional são similares.

## Métodos

Foram avaliados pacientes com DPOC classificados em graus de severidade conforme *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD)*<sup>28</sup>, acompanhados durante o período de 12 semanas, em um centro de reabilitação especializado.

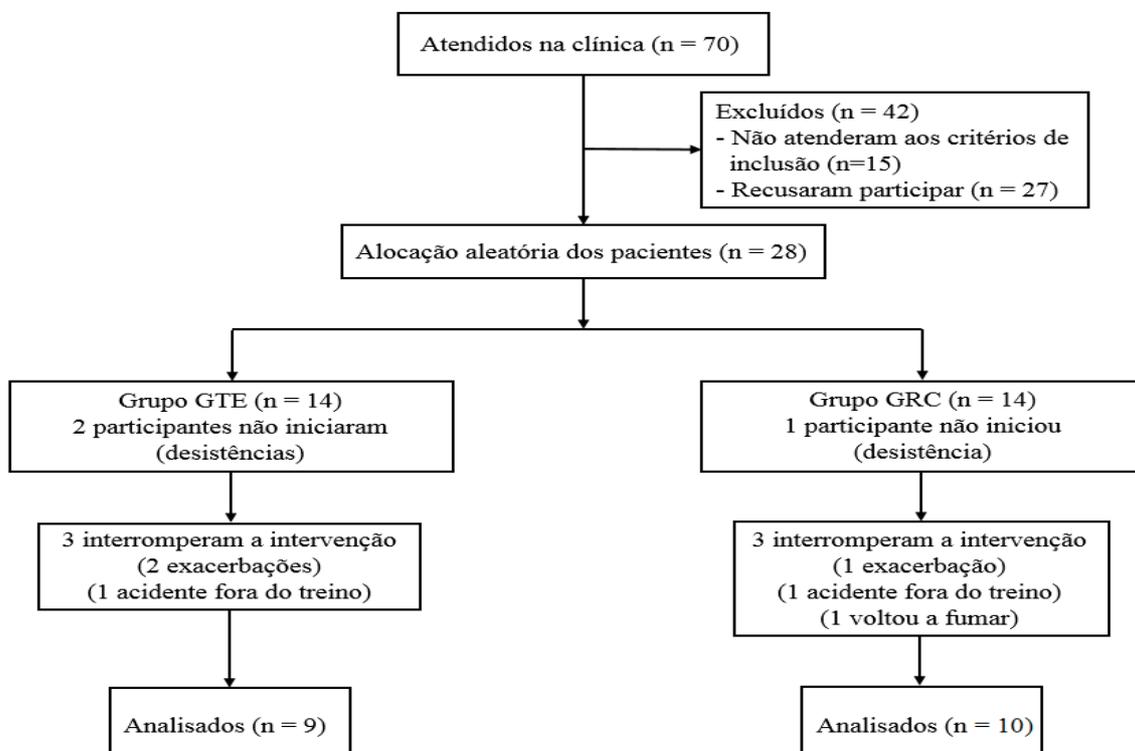
Como critérios de inclusão para este estudo, os pacientes deveriam apresentar o diagnóstico de DPOC, VEF1/CVF < 70%, ter idade superior a 45 anos e estar clinicamente estável.

Foram considerados critérios de exclusão, indivíduos tabagistas, co-morbidades cardíacas e disfunções osteomusculares que impedissem a execução do protocolo experimental, assim como indivíduos que durante o desenvolvimento do protocolo de exercícios, apresentaram exacerbações ou intercorrências que impedissem a continuidade do tratamento ou que desistissem de participar do mesmo. Estes critérios foram avaliados por meio de avaliação clínica inicial.

Os indivíduos foram previamente comunicados sobre os objetivos e procedimentos da pesquisa e, após assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido, participaram de modo voluntário e efetivo do estudo. Todos os procedimentos realizados foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE: 12492113.5.0000.5402) e seguiram a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

### *Delineamento do estudo*

Um total de 70 pacientes com diagnóstico de DPOC, usuários da clínica de fisioterapia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista, foram recrutados para participar do estudo. Destes, 42 foram excluídos por se recusarem a participar (n=27) ou não cumprirem os critérios de inclusão (n=15). Portanto 28 pacientes foram alocados para intervenção, destes três abandonaram o estudo após as avaliações iniciais, e seis interromperam a intervenção. Deste modo obteve-se uma amostra final de 19 pacientes, sendo nove do grupo que realizou treinamento resistido com tubos elásticos (GTE) e 10 que realizou treinamento resistido convencional (GRC) (Figura 1).



**Figura 1.** Fluxograma do estudo.

Notas: GTE = grupo de treinamento com tubos elásticos; GRC = grupo de treinamento convencional.

Fonte: Os autores.

Os indivíduos foram randomizados por estratos da seguinte forma: primeiramente classificados em quartis de acordo com a força individual relativa de membro inferior (contração isométrica voluntária máxima do movimento de extensão de joelho expressa em *Newtons* [N] - dinamometria)<sup>29</sup>. Em seguida, os indivíduos de cada quartil foram randomizados aleatoriamente em dois grupos experimentais nomeados de acordo com o tipo de programa de treinamento: um que realizou treinamento resistido com tubos elásticos (GTE) e outro que realizou treinamento resistido convencional (GRC). Não houve cegamento dos pacientes e terapeutas durante a realização da intervenção, no entanto a análise de dados foi realizada por um indivíduo que não tinha envolvimento com o estudo.

A avaliação inicial foi realizada em dois dias. No primeiro foi realizada a identificação e mensuração dos sinais vitais (pressão arterial, frequência cardíaca, frequência respiratória e saturação parcial de oxigênio). Para comprovar abstinência do cigarro foi mensurado a concentração do monóxido de carbono no ar expirado (COex) e em seguida foi realizado o teste de função pulmonar por meio da espirometria para a classificação do grau de severidade da doença, de acordo com GOLD<sup>28</sup>. Neste mesmo dia foi aplicado o questionário *Chronic Respiratory Questionnaire* (CRQ) para avaliação da qualidade de vida e o questionário *Medical Research Council* (MRC) para avaliação do nível de dispneia.

Por fim, no segundo dia foram avaliadas a força muscular de membros superiores (MMSS) e membros inferiores (MMII) por meio da dinamometria, e o teste de repetições máximas (RM) com equipamentos de musculação convencional em GRC e com tubos elásticos em GTE.

#### *Protocolo de treinamento*

Os grupos GTE e GRC foram submetidos aos programas de treinamento por 12 semanas com três sessões semanais, totalizando 36 sessões de treinos com intervalos recuperativos de 24 a 72 horas entre as sessões. As sessões de exercícios tiveram duração de 60 minutos e ao início e final de cada uma, foram verificados os sinais vitais e realizados alongamentos globais. Foi realizado para cada exercício do treino resistido o teste de RM, sendo que em GTE foram utilizados tubos elásticos e em GRC aparelho de musculação convencional. Também foi realizada, antes do início do treinamento, a familiarização com os exercícios, equipamentos e tubos elásticos.

Os treinamentos foram executados de forma periodizada e progressiva. A distribuição da dinâmica de condução do treinamento para ambos os grupos está descrita no Quadro 1.

Semanas	Volume e carga de trabalho
1 <sup>a</sup> a 3 <sup>a</sup>	2x15 RM
4 <sup>a</sup> a 6 <sup>a</sup>	3x15 RM
7 <sup>a</sup> a 9 <sup>a</sup>	3x10 RM
10 <sup>a</sup> a 12 <sup>a</sup>	4x6 RM

**Quadro 1.** Condução do treinamento segundo as dinâmicas de exercício.

Notas: RM - repetições máximas.

Fonte: Os autores.

A velocidade de execução das fases concêntricas e excêntricas foram controladas por um metrônomo durante as três primeiras semanas de treinamento. Este foi regulado em 2 batimentos para o movimento completo, ou seja ~1,8 seg para as contrações concêntricas e ~1,8 seg para contração excêntrica<sup>30</sup>. Após este período de adaptação o fisioterapeuta responsável por cada paciente controlava a velocidade de realização dos movimentos, com

base nas velocidades desta fase de “familiarização do ritmo”. Também houve supervisão para que houvesse a realização da ADM completa durante todo o treinamento.

#### *Prova de Função Pulmonar*

A avaliação da função pulmonar foi realizada antes dos protocolos de treinamentos por meio de espirometria simples (espirômetro da marca MIR–Spirobank versão 3.6 acoplado a um microcomputador), de acordo com as normas das Diretrizes para Testes de Função Pulmonar<sup>31</sup>. A interpretação foi realizada de acordo com as normas da *American Thoracic Society* (ATS) e *European Respiratory Society* (ERS)<sup>32</sup>. Os valores de normalidade foram relativos à população brasileira<sup>33</sup>.

#### *Avaliação da Qualidade de Vida*

O questionário CRQ ou Questionário sobre Doenças Respiratórias Crônicas, proposto por Guyatt et al.<sup>34</sup>, foi utilizado para a avaliação da qualidade de vida de indivíduos com DPOC. A versão em Português para o Brasil, publicada por Moreira et al.<sup>35</sup> (2009), foi aplicado por meio de entrevista antes do início de treinamento e após 12 semanas de treinamento. O questionário contém 20 questões, divididas em 4 domínios: dispnéia (5 questões), fadiga (4 questões), função emocional (7 questões) e autocontrole (4 questões). Quanto maior a pontuação, melhor a qualidade de vida do indivíduo. O questionário foi aplicado por meio de entrevista antes do início de treinamento e após 12 semanas de treinamento.

#### *Avaliação do Nível de Dispneia*

Foi utilizada a escala MRC, validada em língua portuguesa por Kovelis et al.<sup>36</sup>. Esta escala é composta por cinco itens, dos quais um é escolhido pelo paciente, correspondente à limitação causada pela dispneia em sua vida diária: Dispneia a exercícios intensos (0 pontos); Dispneia andando rápido no plano ou subindo aclives leves (1); Andar mais lentamente que pessoas da mesma idade devido à dispneia ou parar para respirar andando normalmente no plano (2); Parar para respirar após caminhar 90 metros ou alguns minutos no plano (3); Não sair de casa devido à dispneia (4). O questionário foi aplicado por meio de entrevista antes do início de treinamento e após 12 semanas de treinamento.

#### *Mensuração da força muscular*

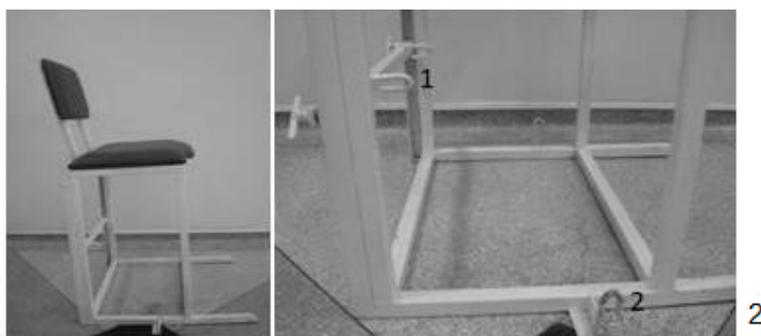
A mensuração da força foi realizada no hemitórax dominante, no momento basal, após seis e 12 semanas de treinamento por meio de dinamômetro digital da marca Force Gauge®, modelo FG-100 kg e os resultados foram expressos em *Newtons* (N). Os voluntários realizaram contração isométrica voluntária máxima durante seis segundos, seguido de relaxamento membro, segundo Ramos et al.<sup>23</sup>. A medida foi repetida três vezes, com intervalos de repouso de um minuto, e o valor mais elevado foi registrado. Os seguintes grupos musculares foram avaliados: flexores e extensores de joelho, flexores e abdutores de ombro e flexores de cotovelo.

#### *Treinamento resistido com tubos elásticos*

Para a realização do treino resistido com tubos elásticos foram utilizados: tubos elásticos do tipo tubo látex da marca Lemgruber® referências (segundo o fabricante): 200, 201, 202, 203 e 204, argolas de metal, feixes (Cabo de Plástico Empate) para fixação dos tubos elásticos nas argolas, cadeira específica com ganchos para fixação dos tubos e puxadores para membros superiores e inferiores. De acordo com estudo piloto realizado em nosso laboratório para adquirir maior afinidade com os diferentes diâmetros de tubos elásticos

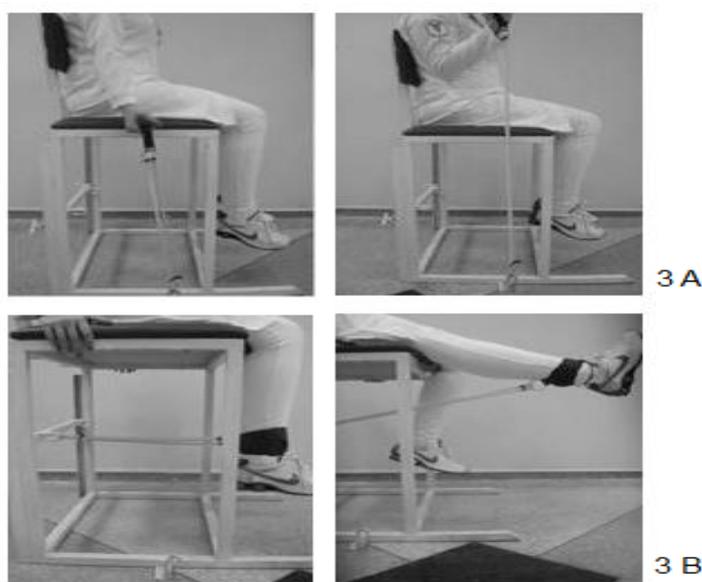
e as cargas que elas proporcionam, pôde-se com auxílio da dinamometria de cada paciente, inferir ou aproximar-se do diâmetro de tubo adequado para os diferentes movimentos. Verificou-se que para membros superiores os tubos mais utilizados foram os de referência 200, 201 e 202 e para membros inferiores os de 202, 203 e 204. A determinação dos comprimentos iniciais dos tubos foi realizada de acordo com a distância individual do membro superior ou inferior até o gancho (ponto fixo) que se encontrava na cadeira. Assim, o comprimento dos tubos utilizados por cada indivíduo sempre foi mesmo em todas as sessões e diferiu de um indivíduo para o outro. Os grupos musculares treinados foram os mesmos avaliados no teste de dinamometria

A cadeira para treino com tubos elásticos apresentava medida de 72 cm de altura e 52 cm de largura, possuía suporte de encaixe do tubo elástico para cada grupo muscular a ser trabalhado (Figura 2). Para tanto, uma extremidade do tubo elástico era fixa ao segmento do corpo que realizava o arco do movimento e a outra fixa no suporte da cadeira tanto para MMSS quanto para MMII (Figura 3a e 3b). Deste modo, na execução do treino resistido de MMSS e extensão de joelhos, o paciente foi posicionado sentado em uma cadeira de exercícios. Para o movimento de flexão de joelhos o paciente foi posicionado ortostaticamente, em frente à cadeira.



**Figura 2.** Cadeira para treino com suporte de encaixe de tubos elásticos para movimentos de MMII (1) e MMSS (2)

Fonte: Os autores.



**Figura 3.** Movimentos de flexão de cotovelo (a) e extensão de joelho com tubos elásticos (b)

Fonte: Os autores.

### *Teste de repetições máximas (RM) e treinamento resistido com tubos elásticos*

A referência (tubo) utilizada para o treino resistido com tubo elástico foi de acordo com o teste de RM. Para o teste, como a primeira etapa do protocolo o indivíduo teria que realizar 15 RM, esse foi o número de repetições utilizado para o teste inicial. Portanto, o teste foi válido quando realizado com a referência do tubo cuja carga possibilitou somente a execução de 15 repetições máximas. Tanto no teste quanto no treinamento foi tolerada a execução de até duas repetições máximas a mais. No início, as repetições foram compostas por 15 RM e ao término do treinamento reduziram para 6 RM, como descrito no Quadro 1. Cabe ressaltar que as referências dos tubos se alteraram conforme a redução da RM. O intervalo entre as séries dos exercícios foi de dois minutos e o protocolo de treinamento possuiu uma redução gradual das repetições máximas. Este protocolo foi baseado em estudos prévios e adaptados conforme as necessidades da população estudada<sup>29,37</sup>.

### *Treinamento resistido convencional*

Para o treino de força convencional foram utilizados equipamentos de musculação da marca Ipiranga®, Brasil. Para o treino de MMSS foi utilizado o equipamento polia simples, e para o treino de MMII a cadeira flexora e extensora, e os exercícios realizados com um membro inferior de cada vez. O protocolo de treinamento seguiu o mesmo método que o de tubos elásticos.

### *Protocolo de incremento de carga dos treinamentos*

Na sessão em que o paciente foi capaz de realizar mais do que as repetições estipuladas, a carga foi incrementada para que retornasse a executar as repetições pré-determinadas por cada etapa do protocolo. Assim, os incrementos foram realizados pelo controle visual do fisioterapeuta e relato de cada paciente e ao final de cada série foi realizado encorajamento verbal para que o paciente sempre se esforçasse ao máximo. No treino resistido com tubos elásticos o incremento foi realizado com a adição de tubos em paralelo. O incremento de carga do GRC seguiu o mesmo método apresentado acima, no entanto foram utilizados pesos adicionados às polias.

### *Análise Estatística*

Para análise dos dados foi utilizado o programa estatístico SPSS, versão 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). A normalidade da distribuição dos dados foi avaliada por meio do teste Shapiro-Wilk. A descrição dos resultados foi apresentada a partir de valores médios  $\pm$  desvios padrão (percentil 50 e intervalos interquartis, quando a distribuição dos dados não for normal). A comparação entre os momentos basais e ao fim de 12 semanas, para cada grupo, foi realizada por meio do teste t de Student pareado (ou pelo teste de Wilcoxon para não paramétricas). Para a comparação entre os grupos da variação relativa (%) entre os momentos (basal e 12 semanas) foi utilizado o teste t de Student para amostras independentes (ou Mann Whitney para dados não paramétricos). Para análise das correlações entre as variáveis de força com as variáveis de qualidade de vida e dispneia, inicialmente foi realizada matriz de correlação, e posteriormente, análise de regressão linear simples, para variáveis com valores de correlação significantes. O nível de significância adotado foi de  $p < 0,05$ .

## **Resultados**

Dezenove pacientes com DPOC completaram o estudo, divididos em dois grupos: GTE (n = 9; idade  $62,3 \pm 10,3$  anos; peso  $71,1 \pm 14,0$  kg; estatura  $1,63 \pm 0,11$  m) e GRC (n = 10; idade  $68,0 \pm 7,2$  anos; peso  $74,8 \pm 15,9$  kg; estatura  $1,62 \pm 0,09$  m). As variáveis abdução de

ombro (P50 = 49 kg; Intervalos interquartis = 43,3 – 77,3 kg), para o grupo GTE, e MRC (6,5; 5,1 – 7,0 pts) e o domínio autocontrole do CRQ (2,0; 2,0 – 2,0 pts), do grupo GRC, não apresentaram distribuição normal dos dados, portanto, tiveram suas análises realizadas de maneira não paramétricas.

Na análise da força isométrica, os grupos não eram diferentes nos momentos basais ( $p > 0,05$ ), e ao longo das doze semanas, o grupo GTE apresentou maiores ganhos percentuais para os exercícios de membros superiores, enquanto o grupo GRC apresentou maiores ganhos para os de membros inferiores, entretanto, sem diferença estatisticamente significativa entre os grupos ( $p > 0,05$ ). Para ambos os grupos, os maiores ganhos percentuais foram verificados para o exercício de abdução de ombro ( $> 40\%$ ), enquanto extensão de joelhos foi o exercício com menores ganhos ( $< 20\%$ ). A somatória dos valores dos cinco exercícios resultou na força total, e variação dos valores desta variável foi semelhante entre os grupos ( $\sim 25\%$ ) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Valores médios e de desvio padrão nos momentos pré e pós-treinamento e variação relativa de força isométrica de pacientes com DPOC treinados com tubos elásticos e aparelhos de musculação (n=19).

Grupo Muscular	Pré-treinamento	Pós-treinamento	Variação %	p
	Média ± DP	Média ± DP		
<i>Tubos elásticos (Força expressa em N)</i>				
Extensão joelho	243,13 ± 56,34	276,87 ± 55,46	14,83*	0,000
Flexão joelho	134,00 ± 30,06	169,46 ± 31,18	27,98*	0,001
Abdução ombro	56,67 ± 16,05	79,49 ± 15,75	43,42*	0,000
Flexão ombro	64,99 ± 18,55	89,87 ± 17,41	43,15*	0,000
Flexão cotovelo	93,64 ± 35,20	122,88 ± 33,76	36,38*	0,000
Força total	592,43 ± 131,65	738,56 ± 126,69	25,91*	0,000
<i>Aparelhos Musculação (Força expressa em N)</i>				
Flexão joelho	247,54 ± 68,52	287,96 ± 75,14	17,61*	0,006
Extensão joelho	139,22 ± 36,62	184,26 ± 44,30	35,34*	0,002
Abdução ombro	53,26 ± 18,57	72,52 ± 19,83	41,36*	0,000
Flexão ombro	62,76 ± 20,02	78,02 ± 18,09	30,91*	0,001
Flexão cotovelo	102,32 ± 33,44	125,18 ± 31,87	28,26*	0,002
Força total	605,09 ± 104,00	747,94 ± 138,83	23,69*	0,000

\*  $p < 0,05$  entre momentos pré e pós treinamento.

Fonte: Os autores.

Quando as variáveis relativas à dispneia e à qualidade de vida (e seus domínios dispneia, fadiga, função emocional e autocontrole) foram analisadas, apenas MRC apresentou variação relativa significativa ( $p < 0,05$ ) para ambos os grupos, com redução da pontuação em, aproximadamente, 30%, a o domínio dispneia, do questionário CRQ, para o grupo GRC, com redução 10 pontos percentuais superior ao grupo GTE. No entanto, não houve diferenças nas variações entre os grupos (Tabela 2).

Matriz de correlação foi realizada das variações relativas dos momentos pré e pós treinamento das variáveis de força com as variáveis de CRQ e MRC. Apresentaram valores de correlação estatisticamente significantes ( $p < 0,05$ ) somente as variáveis flexão de ombro ( $r = -0,68$ ;  $p = 0,031$ ) e flexão de cotovelo ( $r = -0,71$ ;  $p = 0,021$ ) com a variável MRC (dispneia), para o grupo GRC. As demais variáveis apresentaram valores de correlação entre 0,61 e -0,37 ( $p$  entre 0,08 e 0,96) para o grupo GTE e entre 0,49 e -0,41 ( $p$  entre 0,15 e 0,98) para o grupo GRC.

**Tabela 2.** Valores médios e de desvio padrão nos momentos pré e pós-treinamento e variação relativa de CRQ e MRC de pacientes com DPOC treinados com tubos elásticos e aparelhos de musculação (n=19).

Grupo Muscular	Pré-treinamento	Pós-treinamento	Variação %	p
	Média ± DP	Média ± DP		
<i>Tubos elásticos (valores expressos em pontos)</i>				
CRQ – Dispnea	5,17 ± 1,70	3,96 ± 1,44	-6,05	0,198
CRQ – Fadiga	4,03 ± 1,52	4,17 ± 1,45	9,37	0,689
CRQ – Emocional	5,18 ± 1,26	5,06 ± 1,66	-3,66	0,707
CRQ – Controle	4,92 ± 2,00	5,28 ± 1,86	14,81	0,370
MRC (Dispnea)	2,67 ± 1,00	1,78 ± 0,67	-28,70*	0,009
<i>Aparelhos Musculação (valores expressos em pontos)</i>				
CRQ – Dispnea	5,64 ± 1,16	4,74 ± 1,50	-16,23*	0,018
CRQ – Fadiga	4,78 ± 1,37	4,90 ± 0,98	6,51	0,660
CRQ – Emocional	5,77 ± 0,87	5,51 ± 0,78	-2,90	0,434
CRQ – Controle	6,08 ± 1,08	6,00 ± 0,83	0,85	0,813
MRC (Dispnea)	2,00 ± 0,47	1,40 ± 0,84	-33,33*	0,024

Notas: CRQ = questionário sobre doenças respiratórias crônicas; MRC = avaliação da dispnea; \* p<0,05 entre momentos pré e pós treinamento.

Fonte: Os autores.

Na análise da regressão linear simples entre as duas variáveis de força (variação % de flexão de ombro e de cotovelo) com MRC, foi possível inferir que para cada, aproximadamente, 1% de aumento na força destas variáveis, houve redução de 1% na sensação de dispnea referida pelo paciente (Tabela 3). Variações na flexão de ombro e de cotovelo explicam variações na variável MRC em, respectivamente, 46% e 51%.

**Tabela 3.** Análise de regressão linear entre MRC e força de flexão de ombro e cotovelo para grupo de treinamento com aparelhos de musculação (n = 10).

Variável Independente	Variável dependente = MRC			
	R <sup>2</sup>	EPE	p	β (IC 95%)
Força de flexão de ombro	0,459	31,85	0,031	-0,997 (-1,879;-0,114)
Força de flexão de cotovelo	0,506	30,43	0,021	-1,053 (-1,901;-0,205)

Notas: MRC = avaliação da dispnea.

Fonte: Os autores.

## Discussão

Após doze semanas de treinamento resistido com tubos elásticos (n = 9) e musculação (n = 10), foi possível perceber que ambos os programas de treinamentos resistidos promoveram semelhante melhora da força muscular periférica e diminuição da dispnea no questionário específico (MRC), entretanto, somente o grupo de treinamento resistido convencional apresentou melhora no domínio dispnea do CRQ, bem como para o mesmo grupo houve correlação entre os ganhos de força dos movimentos de MMSS com dispnea, avaliada por MRC.

Sabe-se que treinamento realizado com resistência elástica ou com aparelhos de musculação promovem a melhora da força muscular, dispnea<sup>38</sup> e qualidade de vida em pacientes com DPOC<sup>23</sup>. No entanto, a comparação dessas duas ferramentas com a realização de protocolos de treinamento semelhantes ainda não tinha sido estudada e o presente estudo, ao realizá-la, demonstrou que os benefícios promovidos foram semelhantes em tais variáveis.

Fisiologicamente há diferenças entre o treinamento com equipamentos de musculação e a resistência elástica. Estudos demonstram que a resistência elástica promove maiores níveis de ativação muscular durante o exercício quando comparado a aparelhos de musculação e pesos livres, a partir de análise eletromiográfica<sup>39</sup>. Também é reportado que a percepção de cansaço pela escala de Borg é significativamente maior em exercício com resistência elástica<sup>40</sup>.

Adicionalmente, a característica de linearidade da distribuição de carga durante a realização de exercícios com a resistência elástica pode promover déficit na execução da fase excêntrica dos movimentos (se não controlado o tempo das fases), já que o recuo elástico favorece a finalização do arco de movimento com esforço mínimo do paciente. No entanto, sabe-se que a maior ativação muscular ocorre durante a fase concêntrica<sup>39</sup> fator que juntamente com a maior instabilidade gerada durante a execução do exercício com resistência elástica comparada aos equipamentos de musculação (distribuição da carga por polias) pode ter sido importante na semelhança encontrada no aumento de força muscular entre os grupos.

Em relação à dispneia, foi encontrada melhora significativa no questionário MRC nos dois grupos. No entanto, apesar de não ter sido encontrada melhora significativa no GTE no questionário CRQ, houve um decréscimo de 1,21 pontos (6%). Essa diminuição é superior a diferença mínima clinicamente importante (DMCI) de 0,43 à 0,5 para o domínio dispneia em pacientes pulmonares crônicos<sup>41</sup>. Desta forma, evidencia-se a melhora clínica tanto no GTE quanto no GRC.

Estudos já demonstram que existe redução de sintomas como fadiga e dispneia após programas de reabilitação pulmonar<sup>42,43</sup>. No estudo de Gigliotti et al.<sup>44</sup> foi possível verificar que o treinamento de membros superiores, de forma crônica, foi capaz de reduzir o sintoma de dispneia, associada com aumento da capacidade inspiratória e redução da sensação de esforço em MMSS.

É importante ressaltar que pode ser encontrada em pacientes com DPOC hiperinsuflação, tanto estática como dinâmica, ou aprisionamento de ar causado pela limitação do fluxo expiratório<sup>45</sup>. Neste caso há alteração da dinâmica da parede torácica colocando os músculos respiratórios em uma mecânica de desvantagem e aumentando, assim, o impulso respiratório e a sensação de dispneia<sup>46</sup>. A prática de exercício físico auxilia na diminuição da hiperinsuflação, pois é capaz de promover melhoras no drive respiratório, redução do ácido láctico, melhorando assim o padrão respiratório e também possível melhora nos índices de dispneia.

Nesse sentido, acredita-se que a correlação observada entre a dispneia e a força muscular periférica de MMSS no GRC encontrada no presente estudo possa estar indiretamente relacionada à melhora da mecânica respiratória, por meio do fortalecimento concomitante da musculatura respiratória, além de adequação dos volumes e capacidades pulmonares<sup>47</sup>, reduzindo assim a hiperinsuflação que consequentemente promoveu melhora da sensação de dispneia.

Neste estudo, apesar de ter sido realizada randomização com alocação dos grupos a partir da força muscular periférica isométrica<sup>29,48</sup>, o GTE apresentou menores índices espirométricos basais de volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF<sub>1</sub>%) e capacidade vital forçada (CVF%). No entanto, os grupos foram semelhantes nas demais variáveis do estudo e a limitação de fluxo aéreo demonstrou não influenciar nos ganhos funcionais desses pacientes, fato que corrobora com estudos prévios<sup>49,50</sup>.

Porém, sugere-se que o fato do grupo GTE apresentar um VEF<sub>1</sub> menor que o outro grupo indica que estes apresentavam maior limitação ao fluxo expiratório, e apesar de não ter demonstrado diferenças nas variáveis estudadas, pode ter influenciado em não haver correlação entre os dados de ganhos de força muscular com a dispneia neste grupo.

O estudo teve como principal limitação o baixo N amostral, entretanto, tal situação é justificada pela dificuldade em se encontrar amostra com tais condições, e sobretudo, pela perda amostral, tendo em vista o afastamento dos pacientes por conta da própria doença (p.ex.: exacerbações).

Como perspectivas futuras, variáveis relacionadas aos conteúdos dos programas de treinamento, como por exemplo, número de séries, repetições, intervalos de descansos, velocidade da ação muscular, e modelos diferenciados de periodização (não linear, ondulatória, etc.), podem ser pesquisados

Diante do exposto, conclui-se que ambos os treinamentos realizados foram eficazes na melhora da força muscular periférica, qualidade de vida e sensação de dispneia em indivíduos com DPOC. Além disso, foi possível observar que existe correlação entre ganho de força muscular periférica em membros superiores e redução da sensação de dispneia no treinamento resistido convencional.

## Referências

1. Burki NK, Lee LY. Mechanisms of dyspnea. *Chest* 2010;138(5):1196–1201.
2. O'Donnell DE, Ora J, Webb KA, Laveneziana P, Jensen D. Mechanisms of activity-related dyspnea in pulmonary diseases. *Respir Physiol Neurobiol* 2009;167(1):116–132.
3. Alamdari N, Aversa Z, Castellero E, Hasselgren PO. Acetylation and deacetylation-novel factors in muscle wasting. *Metabolism* 2013;62(1):1-11.
4. Lewis A, Riddoch-Contreras J, Natanek SA, Donaldson A, Man WD, Moxham J, et al. Downregulation of the serum response factor/miR-1 axis in the quadriceps of patients with COPD. *Thorax* 2012;67(1):26-34.
5. Seymour JM, Spruit MA, Hopkinson NS, Natanek SA, Man WD, Jackson A, et al. The prevalence of quadriceps weakness in COPD and the relationship with disease severity. *Eur Respir J* 2010;36(1):81-88.
6. Bird SP, Tarpenning KM, Marino FE. Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness: a review of the acute programme variables. *Sports Med* 2005;35(10):841-851.
7. Barreiro E, Gea J. Epigenetics and muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *Transl Res* 2014;165(1):61-73.
8. Decramer M, Sibille Y, Bush A, Carlsen KH, Rabe KF, Clancy L, et al. The European Union conference on chronic respiratory disease: purpose and conclusions. *Eur Respir J* 2011;37(4):738–742.
9. Pitta F, Troosters T, Spruit MA, Probst VS, Decramer M, Gosselink R. Characteristics of physical activities in daily life in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2005;171(9):972–977.
10. Bossenbroek L, Greef MH, Wempe JB, Krijnen WP, Ten Hacken NH. Daily physical activity in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. *COPD* 2011;8(4):306–319.
11. Vorrink SN, Kort HS, Troosters T, Lammers JW. Level of daily physical activity in individuals with COPD compared with healthy controls. *Respir Res* 2011;12(33):1-8.
12. Van den Borst B, Slot IG, Hellwig VA, Vosse BA, Kelders MC, Barreiro E, et al. Loss of quadriceps muscle oxidative phenotype and decreased endurance in patients with mild-to-moderate COPD. *J Appl Physiol* 2013;114(9):1319–1328.

13. Gagnon P, Bussi eres JS, Ribeiro F, Gagnon SL, Saey D, Gagn e N, et al. Influences of spinal anesthesia on exercise tolerance in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2012;186(7):606–615.
14. Wagner PD. Possible mechanisms underlying the development of cachexia in COPD. *The Euro Respir J* 2008;31(3):492–501.
15. Vestbo JI, Hurd SS, Agust ı AG, Jones PW, Vogelmeier C, Anzueto A, et al. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: GOLD executive summary. *Am J Respir Crit Care Med* 2013;187(4):347-365.
16. Spruit MA, Singh SJ, Garvey C, ZuWallack R, Nici L, Rochester C, et al. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med* 2013;188(8):13–64.
17. Strasser B, Siebert U, Schobersberger W. Effects of resistance training on respiratory function in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review and meta-analysis. *Sleep Breath* 2010;17(1):217-226.
18. Aliverti A, Macklem TP. The major limitation to exercise performance in COPD is inadequate energy supply to the respiratory and locomotor muscles. *J Appl Physiol* 2008;105(2):749-751.
19. Gayan RG, Decramer M. Pulmonary rehabilitation in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Press Med* 2009;38:452-461.
20. Lacasse YI, Wong E, Guyatt GH, King D, Cook DJ, Goldstein RS. Meta-analysis of respiratory rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease. *Lancet* 1996;348(9035):1115-1119.
21. Benton MJ, Wagner CL. Effect of single-set resistance training on quality of life in COPD patients enrolled in pulmonary rehabilitation. *Respir Care* 2013;58(3):487-493.
22. Simpson K, Killian K, McCartney N, Stubbing DG, Jones NL. Randomised controlled trial of weightlifting exercise in patients with chronic airflow limitation. *Thorax* 1992;47(2):70-75.
23. Ramos EM, Toledo-Arruda AC, Fosco LC, Bonfim R, Bertolini GN, Guarnier FA et al. The effects of elastic tubing-based resistance training compared with conventional resistance training in patients with moderate chronic obstructive pulmonary disease: a randomized clinical trial. *Clinical Rehabilitation* 2014;28(11):1096-106.
24. Moulin M, Taube K, Wegscheider K, Behnke M, Bussche H. Home-Based Exercise Training as Maintenance after Outpatient Pulmonary Rehabilitation. *Respiration* 2009;77(2):139–145.
25. Melchiorri G, Rainoldi A. Muscle fatigue induced by two different resistances: Elastic tubing versus weight machines. *J Electromyogr Kinesio* 2011;21(6):954–959.
26. Spruit MA, Pitta F, Garvey C, ZuWallack RL, Roberts CM, Collins EG et al. Differences in content and organisational aspects of pulmonary rehabilitation programmes. *Eur Respir J* 2014; 43 (5): 1326–1337
27. Nyberg A, Lintstrom B, Wadell K. Low-load/high-repetition elastic band resistance training in patients with COPD: a randomized, controlled, multicenter trial. *Clin Respir J* 2014; 44(58):276-288.
28. From the Global Strategy for the Diagnosis, Management and Prevention of COPD, Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) 2014 Available from:<http://www.goldcopd.org/>; 25-4-2016.

29. Persch LN, Ugrinowitsch C, Pereira G, Rodacki AL. Strength training improves fall-related gait kinematics in the elderly: a randomized controlled trial. *Clin Biomech* 2009;24(10):819-825.
30. Pereira MIR, Gomes PSC. Efeito do treinamento contra- resistência isotônico com duas velocidades de movimento sobre os ganhos de força. *Rev Bras Med Esporte* 2007;13(21):91-6.
31. Pereira CAC, Jansen JM, Barreto SS, Marinho MJ, Sulmonett N, Dias RM et al. Diretrizes para testes de função pulmonar. *J Bras Pneumol* 2002; 28(3):S1-S46.
32. Miller MR, Hankinson V, Brusasco F, Burgos R, Casaburi A, et al. Coates R Standardization of spirometry. *Eur Respir J* 2005;26(2):319-338.
33. Neder JA, Andreoni S, Castelo-Filho A, Nery LE. Reference values for lung function tests. I. Static volumes. *Braz J Med Biol Res* 1999;32(6):703-717.
34. Guyatt GH, Berman LB, Townsend M, Pugsley SO, Chambers LW. A measure of quality of life for clinical trials in chronic lung disease. *Thorax*. 1987;42(10):773-8
35. Moreira GL, Pitta F; Ramos D, Nascimento CSC, Barzon D; Kovelis D, et al. Versão em português do Chronic Respiratory Questionnaire: estudo da validade e reprodutibilidade. *J Bras Pneumol* 2009;35(8):737-744.
36. Kovelis I D, Segretti NO, Probst VS; Lareau SC; Brunetto AF; Pitta F. Validation of the Modified Pulmonary Functional Status and Dyspnea Questionnaire and the Medical Research Council scale for use in Brazilian patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Bras Pneumol* 2008;34(12):1008-1018.
37. Thorborg K, Bandholm T, Zebis M, Andersen LL, Jensen J, Hölmich P. Large strengthening effect of a hip-flexor training programme: a randomized controlled trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2015:1-7
38. O'Shea SD, Taylor NF, Paratz JD. A predominantly home-based progressive resistance exercise program increases knee extensor strength in the short-term in people with chronic obstructive pulmonary disease: a randomised controlled trial. *Aust J Physiother*. 2007;53(4):229-37.
39. Sundstrup E, Jakobsen MD, Andersen CH, Bandholm T, Thorborg K, Zebis MK, et al. Evaluation of elastic bands for lower extremity resistance training in adults with and without musculo-skeletal pain. *Scand J Med Sci Sports* 2014;24(5):353-359.
40. Jakobsen MD, Sundstrup E, Andersen CH, Persson R, Zebis MK, Andersen LL. Effectiveness of hamstring knee rehabilitation exercise performed in training machine vs. elastic resistance: electromyography evaluation study. *Am J Phys Med Rehabil* 2014;93(4):320-327.
41. Jaeschke R, Singer J, Guyatt GH. Measurement of Health Status. Ascertaining the Minimal Clinically Important Difference. *Control Clin Trials* 1989;10(4):407-415.
42. O'Donnell DE, McGuire M, Samis L, Webb KA. General exercise training improves ventilatory and peripheral muscle strength and endurance in chronic airflow limitation. *Am J Respir Crit Care Med* 1998;157(5):1489-1497.
43. Ries AL, Ellis B, Hawkins RW. Upper extremity exercise training in chronic obstructive pulmonary disease. *Chest* 1988;93(4):688-692.
44. Gigliotti F, Coli C, Bianchi R, Grazzini M, Stendardi L, Castellani C, et al. Arm Exercise and Hyperinflation in Patients With COPD: effect of Arm Training. *Chest* 2005;128(3):1225-1232.

45. Cooper CB. The Connection Between Chronic Obstructive Pulmonary Disease Symptoms and Hyperinflation and Its Impact on Exercise and Function. *Am J Med* 2006;119(10):21–31.
46. Paulin E, Yamaguti WP, Chammas MC, Shibao S, Stelmach R, Cukier A, et al. Influence of diaphragmatic mobility on exercise tolerance and dyspnea in patients with COPD. *Respir Med* 2007;101(10):2113–2118.
47. Romagnoli I, Scano G, Binazzi B, Coli C, Bruni GI, Stendardi L, et al. Effects of unsupported arm training on arm exercise-related perception in COPD patients. *Respir Physiol Neurobiol* 2013;186(1):95-102.
48. Leal ML, Lamas L, Aoki MS, Ugrinowitsch C, Ramos MS, Tricoli V, et al. Effect of different resistance-training regimens on the WNT-signaling pathway. *Eur J Appl Physiol* 2011;111(10):2535-2545.
49. Degens H, Horneros JMS, Heijdra YF, Dekhuijzen PN, Hopman MT. Skeletal muscle contractility is preserved in COPD patients with normal fat-free mass. *Acta Physiol Scand* 2005;184(3):235-242.
50. Gosker HR, Kubat B, Schaart G, Vusse GJ, Wouters EF, Schols AM. Myopathological features in skeletal muscle of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *The Eur Respir J* 2003;22(2):280-285.

Recebido em 21/07/15.

Revisado em 06/09/15.

Aceito em 10/02/16.

---

**Autor para correspondência:** Luis Alberto Gobbo – Rua Roberto Simonsen, 305, Bloco 3, Sala 2, CEP 19.060-060, Presidente Prudente, SP, +55 18 3329 5720, E-mail: luisgobbo@fct.unesp.br