

# ASSOCIAÇÃO ENTRE ATIVIDADE MUSCULAR INSPIRATÓRIA E CAPACIDADE SUBMÁXIMA DE EXERCÍCIO NA DPOC

*Association between inspiratory muscle activity and submaximal capacity of exercise in COPD*

*Angélica Figueiró Olivero<sup>1</sup>, Marina Luisa Stein<sup>2</sup>, Isabella Martins de Albuquerque<sup>3</sup>, Murilo Rezende Oliveira<sup>4</sup>, Dulciane Nunes Paiva<sup>5</sup>, Dannuey Machado Cardoso<sup>6</sup>*

## RESUMO

**Introdução:** A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) provoca aumento do trabalho muscular inspiratório, sendo uma consequência o recrutamento da musculatura acessória da inspiração, onde o esternocleidomastóideo (ECM) é o principal músculo recrutado para essa ação. **Objetivo:** Avaliar a associação entre a atividade muscular inspiratória e a capacidade funcional submáxima de portadores de DPOC. **Métodos:** Estudo transversal composto por participantes de Programa de Reabilitação Pulmonar (Grupo Reabilitação – GR, n=10) e não reabilitados (Grupo Controle - GC, n=10). Foram aferidos os sinais vitais (PAS, PAD, FC e SpO<sub>2</sub>), função pulmonar (exame espirométrico), força muscular respiratória (manovacuômetro digital), a capacidade funcional (Teste do Degrau de 3 Minutos) e atividade eletromiográfica do músculo esternocleidomastóideo. **Resultados:** Houve melhor desempenho do GR no TD3M (p=0,002) e menor ativação do músculo ECM (p=0,013) em relação ao GC. Constatada ainda associação inversa entre o TD3M e a ativação do ECM (r= -0,506; p=0,023). **Conclusão:** Portadores de DPOC participantes de PRP apresentaram redução da atividade do ECM, estando associada a maior capacidade funcional.

**Palavras chaves:** Eletromiografia, Músculos respiratórios, Doença pulmonar obstrutiva crônica, Reabilitação.

## ABSTRACT

**Introduction:** Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) causes an increase in inspiratory muscle work, a consequence of which is recruitment of the accessory muscle of inspiration, where the sternocleidomastoid (SCM) is main muscle recruited for this action. **Objective:** To evaluate association between inspiratory muscle activity and submaximal functional capacity of COPD patients. **Method:** Cross-sectional study composed of participants of the Pulmonary Rehabilitation Program (PRP) (Rehabilitation Group - RG, n= 10) and non-rehabilitated (Control Group - CG, n= 10). Vital signs (SBP, PAD, FC and SpO<sub>2</sub>), pulmonary function (spirometric examination), respiratory muscle strength (digital manovacuometer), functional capacity (3 minute Step Test) and electromyographic activity of the sternocleidomastoid muscle were measured. **Results:** There was better performance of the RG in 3MST (p= 0.002), lower activation of the SCM muscle (p= 0.013) in relation to the CG. We also found an inverse association between 3MST and SCM activation (r= -0.506; p= 0.023). **Conclusion:** COPD patients with PRP presented decreased SCM activity, being associated with greater functional capacity.

**Keywords:** Electromyography; Respiratory Muscles; Pulmonary Disease Chronic Obstructive; Rehabilitation.

<sup>1</sup> Fisioterapeuta pela Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC). Programa de Residência Integrada Multiprofissional em Saúde, Hospital de Pronto Socorro de Porto Alegre, Porto Alegre – RS, Brasil. Email: angell-08@hotmail.com.

<sup>2</sup> Fisioterapeuta pela Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), Santa Cruz do Sul-RS, Brasil. Email: marina\_stein@hotmail.com.

<sup>3</sup> Doutora em Ciências Médicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Departamento de Fisioterapia e Reabilitação, Programa de Pós-Graduação em Reabilitação Funcional, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria – RS, Brasil. Email: albuissa@gmail.com.

<sup>4</sup> Mestrando em Reabilitação Funcional pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria – RS, Brasil. Fisioterapeuta pela Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC). Email: murilorezendeoliveira@hotmail.com

<sup>5</sup> Doutora em Ciências Médicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Departamento de Educação Física e Saúde, Programa de Pós-Graduação em Promoção em Saúde, Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), Santa Cruz do Sul – RS, Brasil. Email: dulciane@unisc.br.

<sup>6</sup> Mestre em Ciências Médicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Departamento de Educação Física e Saúde, Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC). Programa de Pós-Graduação em Ciências Pneumológicas, Universidade de Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Santa Cruz do Sul – RS, Brasil. Email: dannueyc@unisc.br.

AUTOR CORRESPONDENTE

Murilo Rezende Oliveira

Email: murilorezendeoliveira@hotmail.com

Gustavo Peixoto 2588

Noêmia - Cachoeira do Sul – RS

## INTRODUÇÃO

A Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) é caracterizada por obstrução progressiva ao fluxo aéreo associada à resposta inflamatória crônica das vias aéreas e pulmões<sup>1</sup>. O desenvolvimento precoce de dispnéia e fadiga é frequente e limita a capacidade de exercício, sendo esses os principais sintomas que implicam na redução do desempenho nas atividades de vida diária e da qualidade de vida (QV)<sup>2</sup>.

A hiperinsuflação pulmonar estática obriga ao portador de DPOC a respirar muito próximo da capacidade pulmonar total (CPT), o que pode ocasionar aumento do trabalho muscular inspiratório, desvantagem biomecânica dos músculos respiratórios e fraqueza<sup>3</sup>. Nessa situação o aumento do trabalho muscular inspiratório provoca recrutamento da musculatura acessória da inspiração, sendo o músculo esternocleidomastóideo (ECM) o mais ativado<sup>3</sup>. Tal músculo é responsável pelo deslocamento cranial do esterno e da caixa torácica durante a inspiração e é recrutado apenas após atingida cerca de 70% da capacidade inspiratória quando o volume corrente (VC) é aumentado pela hipercapnia ou pela hiperpneia<sup>4</sup>. Outra condição que provoca recrutamento adicional do ECM é quando a Pressão Inspiratória Máxima (PI<sub>max</sub>) ultrapassa 35% durante um esforço inspiratório a partir da capacidade residual funcional (CRF)<sup>5</sup>.

As estratégias para minimizar a redução da capacidade de exercício nestes pacientes são alvo dos Programas de Reabilitação Pulmonar (PRP) abrangendo intervenções multidisciplinares adaptadas individualmente para otimizar o desempenho físico e social de cada participante<sup>6</sup>. As evidências demonstram que os PRP em portadores de DPOC podem melhorar a dispnéia, a tolerância ao exercício, a QV e reduzir o número de internações hospitalares<sup>7</sup>. Sendo tais intervenções responsáveis por atenuar os efeitos sistêmicos causados pela DPOC sem, no entanto, produzir melhora significativa da função pulmonar. No entanto, apesar de recentemente a *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD)*<sup>1</sup> recomendar o treinamento muscular inspiratório, muitos PRP ainda não desenvolvem tal treinamento com os pacientes, mesmo com o benefício já demonstrado<sup>8,9,10</sup>.

Sendo assim, hipotetiza-se que pacientes inseridos em PRP poderiam apresentar maior força muscular inspiratória, o que poderia atenuar a atividade da musculatura acessória da inspiração, mesmo não havendo treinamento específico desta musculatura, sendo a redução de tal atividade importante para o melhor desempenho funcional. Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar se a atividade da musculatura inspiratória, aferida através da ativação do músculo ECM, se associa com a capacidade de exercício submáximo e se há influência de um PRP na capacidade funcional submáxima de portadores de DPOC.

## MÉTODOS

### *Delineamento*

Estudo transversal que avaliou portadores de DPOC participantes e não participantes de um programa de reabilitação pulmonar no período de março a julho de 2014, sendo o estudo aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa institucional (pare-

cer consubstanciado número 530.458), sendo obtida assinatura de todos os indivíduos participantes da pesquisa no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

### *Amostra*

Amostra de conveniência composta por portadores de DPOC estáveis com estadiamento entre II e IV segundo os critérios definidos pela GOLD1, sendo estes de ambos os sexos e com idade entre 50 e 80 anos. Os indivíduos em reabilitação foram convidados a partir de um Programa de Reabilitação Cardiorrespiratória (Grupo Reabilitação – GR), sendo os não reabilitados (Grupo Controle – GC), convidados de ambulatório da DPOC, junto a um Hospital Universitário.

Foram incluídos no GC indivíduos com estabilidade clínica segundo indicação médica, sem sinais de exacerbação nos 30 dias que precederam a inclusão no estudo e excluídos aqueles que realizassem qualquer outra modalidade de exercício físico. No GR foram incluídos pacientes com no mínimo 3 meses de participação em PRP, compreendendo exercícios aeróbicos e anaeróbico, com frequência semanal de dois a três dias, sendo excluídos aqueles que utilizavam O<sub>2</sub> suplementar no pré-teste, que necessitaram de suplementação durante o Teste de Degrau de 3 Minutos (TD3M), com instabilidade hemodinâmica ou alguma disfunção neuromuscular que comprometesse a realização do TD3M. Para ambos os grupos foram excluídos indivíduos que realizassem alguma forma de treinamento muscular inspiratório ou com diagnóstico clínico de cardiopatia.

### *Procedimento*

Foram avaliadas as características antropométricas da amostra sendo após aferidos os sinais vitais (pressão arterial sistólica - PAS e diastólica - PAD, frequência cardíaca - FC, frequência respiratória - FR e saturação periférica de oxigênio - SpO<sub>2</sub>). Em seguida foi realizada a eletromiografia de superfície (EMGs), sendo a mesma avaliada sob respiração habitual, com o paciente desenvolvendo volume de ar corrente e também durante uma contração inspiratória máxima, sendo tal manobra necessária para a normalização do sinal.

Na sequência foi realizada a avaliação da função pulmonar e da força muscular respiratória (FMR), sendo fornecido um tempo de pausa de trinta minutos para que o participante restabelecesse os sinais vitais de repouso, para então se iniciar o TD3M. Ao término do teste, o número de degraus alcançados foi registrado e aferidos os sinais vitais, SpO<sub>2</sub> e percepção de esforço e dispnéia através da Escala de Borg modificada.

### *Aferição dos sinais vitais*

Para aferição dos sinais vitais iniciais, os indivíduos permaneceram sentados e em repouso por 15 minutos, sendo a PAS e PAD avaliada por esfigmomanômetro e estetoscópio, em ambos os membros superiores tendo sido considerada a medida de maior valor. As medidas de FC e SpO<sub>2</sub> foram avaliadas com oxímetro de pulso (NONIN, Onyx 9500, EUA) e a FR avaliada por contagem das incursões respiratórias/min.

### **Função pulmonar**

Função pulmonar avaliada através do exame espirométrico (EasyOne®, modelo 2001, Zurique, Suíça), seguindo as recomendações da *American Thoracic Society (ATS)*<sup>11</sup>. Foram avaliadas a capacidade vital forçada (CVF), volume expirado forçado no primeiro segundo (VEF1), pico de fluxo expiratório (PEF), fluxo expiratório forçado entre 25% e 75% da capacidade vital (FEF<sub>25%-75%</sub>) e relação VEF1/CVF. As medidas foram realizadas por um único avaliador, sendo o mesmo previamente treinado. Os valores obtidos foram comparados com a literatura e descritos em percentual do predito<sup>12</sup>.

### **Força muscular respiratória (FMR)**

Para a avaliação da FMR utilizou-se um manovacuômetro digital (MDI®, modelo MVD300, Porto Alegre, Brasil) tendo sido aferidas a  $PI_{max}$  e a pressão expiratória máxima ( $PE_{max}$ ). Para aferição da  $PI_{max}$ , os indivíduos foram orientados a expirar até o volume residual (VR) e a inspirar até a CPT. A  $PE_{max}$  foi aferida orientando o paciente a inspirar até a CPT e expirar com a maior força que pudessem produzir até o VR, sendo ambos os testes realizados contra válvula ocluída. O procedimento foi repetido três vezes, tendo sido validado o maior valor obtido, conforme recomendado pela ATS13. Os resultados foram descritos em valores absolutos e preditos pela literatura<sup>14</sup>.

### **Eletromiografia de superfície (EMGs)**

O procedimento de EMGs foi iniciado com a realização da tricotomia e desinfecção da pele com abrasão de algodão com álcool na superfície muscular de interesse e na região do punho esquerdo, para fixação do eletrodo terra. Os eletrodos foram fixados com fita adesiva na linha média do músculo, estando sua superfície de detecção perpendicular à fibra muscular. Para confirmar o posicionamento correto dos eletrodos no músculo ECM, bem como a localização da musculatura inspiratória, foi realizada palpação do ventre muscular e posicionamento do eletrodo 3 cm acima da sua cabeça anterior, no triângulo posterior do pescoço, durante a flexão do segmento manualmente resistida tendo antes solicitado que o participante realizasse uma contração isométrica de flexão breve (3-5s) da região cervical<sup>15,16</sup>.

A EMGs foi realizada com a aderência à pele de eletrodos circulares de superfície com configuração bipolar (Medi trace 100 pediátrico - Ag/AgCl - Gel Sólido adesivo e condutor) com raio de 15 mm, pré-amplificados e conectados a um sensor diferencial de superfície (modelo SDS500) com conexão em anel, ganho de 100 vezes, com filtragem de 0,1 a 500Hz ou 1000Hz e arquitetura *Butterworth* com 2 pólos. Para captação do sinal foi utilizado um eletromiógrafo de superfície (MIOTEC®, Miotool 200, Porto Alegre/Brasil), composto por um sistema de 04 canais com 14 Bits de resolução, com frequência de amostragem de 2000 Hz por canal, rejeição a modo comum de 110 decibéis (db), com baixo nível de ruído, inferior a 2 LSB (*LowSignificative Bit*) e amplificador com ganho de 100 vezes.

O sinal captado pelo eletromiógrafo foi, na sequência, transmitido através da conexão USB a um *notebook*, permitindo assim aquisição dos dados pelo software Miograph 2.0 (MIOTEC®, Brasil) para obtenção do valor *root mean square (RMS)*. Tais achados foram exportados para o software SAD 32, para realização da filtragem digital do sinal utilizando filtros do

tipo passa-banda alta (*Butterworth*) de terceira ordem e frequências de corte de 15, um filtro passa-banda baixa no terço final (*Butterworth*) com frequência de corte de 1000 Hz, e um filtro passa-banda de 50 a 60 Hz<sup>17</sup>. Após o procedimento de filtragem, os dados foram normalizados e expressados em porcentagem de ativação (%RMS), em relação à ativação máxima. Os procedimentos de captura do sinal eletromiográfico seguiram as recomendações da *International Society of Electrophysiology and Kinesiology*<sup>18</sup>.

### **Capacidade funcional**

O TD3M foi realizado em um degrau de 20 cm, sem apoio para membros superiores, sendo os princípios gerais do teste baseados na atual recomendação da ATS para o Teste de Caminhada de Seis Minutos<sup>19</sup>. Foram também seguidas as recomendações de Perrault et al. (2009)<sup>20</sup> e Borel et al. (2010)<sup>21</sup> onde os voluntários foram instruídos a subir e descer da plataforma o mais rápido possível, em cadência livre e no seu próprio ritmo, durante um período de 3 minutos. Os voluntários também foram informados, a cada minuto, quanto ao tempo que ainda teriam para subir o degrau. Durante a realização do referido teste, a FC e  $SpO_2$  foram avaliadas através de oxímetro de pulso, sendo ao final registrado o número de degraus atingidos.

### **Cálculo amostral**

O tamanho da amostra foi calculado através do software G\*Power (versão 3.13), com base na população participante do referido PRP. Para um modelo de regressão linear com seis preditores onde considerou-se nível de significância ( $\alpha$ ) igual a 0,05, poder ( $\beta$ ) de 0,80 e tamanho de efeito de 0,30. Desta forma, o cálculo amostral foi de 8 pacientes em cada grupo, com um acréscimo de 10% para possíveis perdas, totalizando 20 sujeitos.

### **Análise estatística**

Os dados foram analisados através do software estatístico SPSS (versão 20.0) e apresentados em média e desvio padrão. Utilizou-se o teste não paramétrico de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade da distribuição. Para comparar as características entre os grupos foi utilizado o teste t Student para amostras independentes, exceto as categóricas que foram comparadas pelo teste de Qui-quadrado. A associação entre o número de degraus alcançados no TD3M, o sinal EMG e o escore da escala de Borg foi realizada através da Correlação de Pearson. Um modelo de regressão linear múltipla foi utilizado para avaliar o efeito das variáveis independentes sobre o número de degraus atingidos no TD3M. A significância do modelo final foi avaliada pelo teste F da ANOVA e a qualidade do ajuste pelo coeficiente de determinação ajustado ( $R^2$  ajustado). Os resíduos foram avaliados segundo as suposições de normalidade, variância constante e independência. Para efeito de significância estatística foi adotado um  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

A amostra inicial foi composta por 21 participantes, onde 1 indivíduo foi excluído devido à necessidade de utilização de oxigênio suplementar durante o TD3M, restando então 10 indivíduos participantes no GR e 10 no GC, onde o GR participava do PRP por um tempo médio de  $24,4 \pm 10,9$  meses. Na Tabela 1 podem ser evidenciadas as características da amostra analisada.

**Tabela 1. Caracterização dos grupos analisados.**

Variáveis	Grupo Controle (n = 10)	Grupo Reabilitação (n = 10)	p- valor
Sexo masculino, n (%)	6 (46,2)	7 (53,8)	0,639
Idade (anos)	65,7 ± 5,3	62,9 ± 9,4	0,427
Altura (cm)	173,4 ± 8,7	162,2 ± 11,4	0,796
Peso (Kg)	73,6 ± 15,8	62,5 ± 13,3	0,107
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	27,8 ± 7,1	23,6 ± 3,3	0,111
Tabagismo ativo, n (%)	3 (30,0)	0 (0,0)	0,060
Tabagismo prévio, n (%)	7 (70,0)	10 (100,0)	0,060
<i>Estadiamento da DPOC</i>			
II, n (%)	7 (70,0)	5 (20,0)	0,361
III e IV, n (%)	3 (30,0)	5 (50,0)	0,330
<i>Função Pulmonar</i>			
CVF (% predito)	73,1 ± 16,2	59,5 ± 20,4	0,117
VEF <sub>1</sub> (% predito)	51,5 ± 21,3	36,1 ± 19,9	0,113
VEF <sub>1</sub> /CVF (% predito)	65,5 ± 20,0	60,1 ± 23,0	0,583
PEF (% predito)	13,5 ± 4,9	33,8 ± 2,1	0,021
FEF <sub>25%-75%</sub> (% predito)	25,7 ± 2,3	22,1 ± 8,6	0,701
<i>Força Muscular Respiratória</i>			
PI <sub>max</sub> (cmH <sub>2</sub> O)	71,7 ± 26,1	80,1 ± 20,7	0,437
PI <sub>max</sub> (% predito)	76,7 ± 24,3	83,1 ± 21,7	0,548
PE <sub>max</sub> (cmH <sub>2</sub> O)	127,1 ± 32,8	113,0 ± 48,4	0,456
PE <sub>max</sub> (% predito)	131,7 ± 32,6	109,6 ± 40,9	0,200
<i>Uso de medicação</i>			
Broncodilatador, n (%)	6 (40,0)	6 (60,0)	1,000
Betabloqueador, n (%)	1 (10,0)	1 (10,0)	1,000
IECA, n (%)	4 (40,0)	1 (10,0)	0,121

IMC: Índice de massa corporal; CVF: Capacidade vital forçada; VEF<sub>1</sub>: Volume expirado forçado no primeiro segundo; PEF: Pico de fluxo expiratório; FEF<sub>25%-75%</sub>: Fluxo expiratório forçado entre 25% e 75% da capacidade vital; PI<sub>max</sub>: Pressão nspiratória máxima; PE<sub>max</sub>: Pressão expiratória máxima; IECA: Inibidor da enzima conversora da angiotensina.

Valores significativos com  $p < 0,05$ .

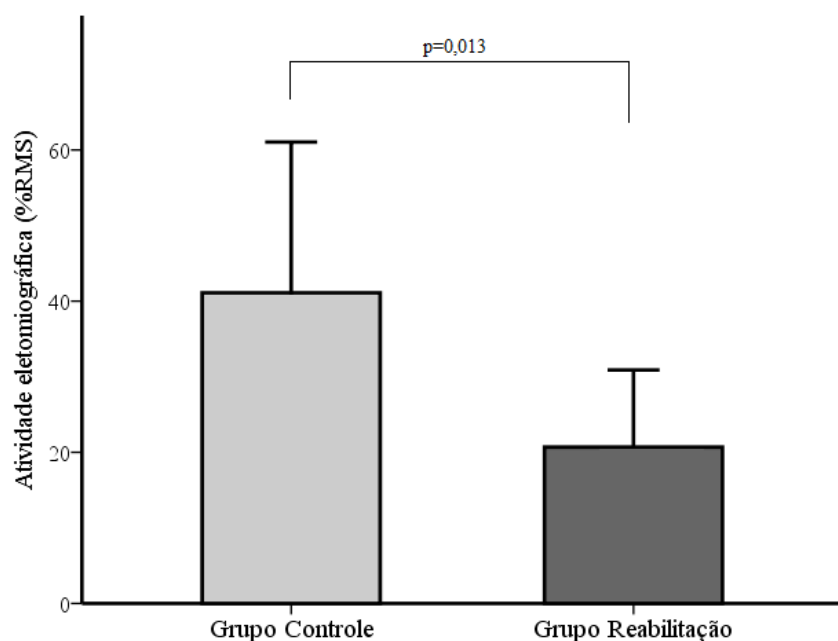
Foi evidenciado que o GR atingiu um número de degraus significativamente maior que o GC (GR:  $50,0 \pm 5,6$ ; GC:  $41,0 \pm 5,2$ ;  $p=0,002$ ) tendo a FC, percepção de dispneia e esforço aumentado significativamente tanto no GC quanto no GR. Comportamento semelhante foi observado na PAD apenas no GR, onde tal variável apresentou incremento significativo após o TD3M. Quanto à  $SpO_2$ , houve redução significativa em ambos os grupos após o TD3M (GC:  $p=0,042$  e GR:  $p=0,049$ ) (Tabela 2). Ressalta-se ainda que não houve diferença significativa entre GR e CG na variação entre o pré e pós-TD3M em nenhuma das variáveis analisadas.

**Tabela 2. Comportamento dos sinais vitais no pré e pós Teste do Degrau de 3 Minutos.**

Variáveis	Grupo Controle (n= 10)			Grupo Reabilitação (n= 10)		
	Pré	Pós	p-valor	Pré	Pós	p-valor
FC (bpm)	$88,5 \pm 9,8$	$97,1 \pm 9,9$	0,003	$80,5 \pm 12,4$	$91,6 \pm 16,1$	0,008
FR (irpm)	$21,6 \pm 3,2$	$21,1 \pm 3,9$	0,657	$20,3 \pm 3,2$	$20,9 \pm 4,7$	0,627
PAS (mmHg)	$125,0 \pm 12,6$	$133,0 \pm 26,6$	0,168	$123,0 \pm 13,3$	$128,0 \pm 19,3$	0,213
PAD (mmHg)	$74,0 \pm 9,6$	$80,0 \pm 13,3$	0,168	$77,0 \pm 6,7$	$86,0 \pm 13,4$	0,019
$SpO_2$ (%)	$94,7 \pm 2,0$	$92,7 \pm 3,6$	0,042	$94,5 \pm 2,1$	$90,9 \pm 3,7$	0,049
Dispneia (escore)	$2,0 \pm 0,5$	$6,5 \pm 1,0$	0,008	$1,0 \pm 0,3$	$5,5 \pm 0,8$	0,015
Esforço (escore)	$1,5 \pm 0,5$	$7,5 \pm 2,0$	0,002	$0,5 \pm 0,1$	$4,7 \pm 0,4$	0,029

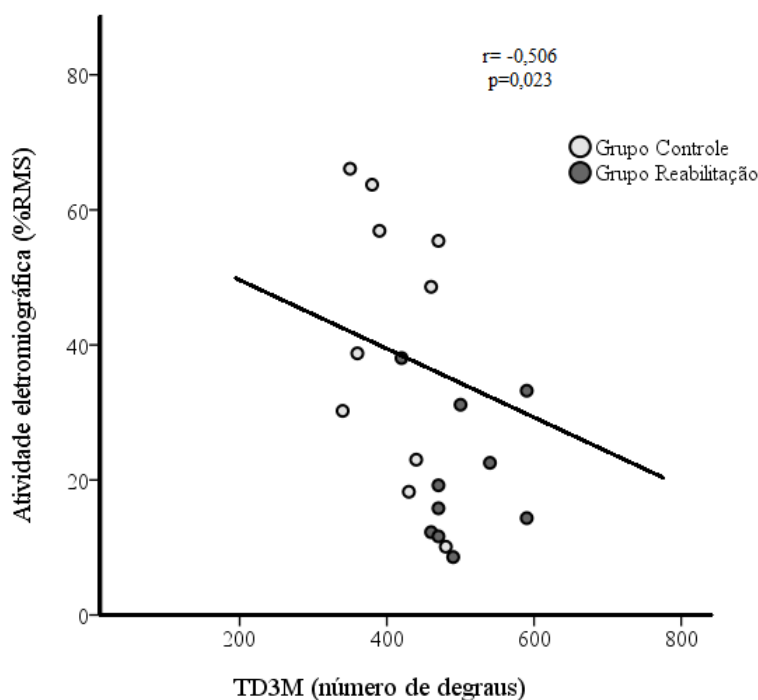
FC: frequência cardíaca; FR: frequência respiratória; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; e  $SpO_2$ : saturação periférica de oxigênio. Valores expressos em média  $\pm$  desvio padrão. Valores significativos com  $p<0,05$ .

No que se refere à ativação da musculatura inspiratória, foi constatado que no GR foi maior no diafragma ( $p= 0,010$ ) e menor no músculo ECM ( $p= 0,013$ ) quando comparado ao GC (Figura 1).



**Figura 1.** Atividade eletromiográfica do músculo esternocleidomastóideo no grupo controle e grupo reabilitação durante a respiração espontânea em volume corrente habitual.

Nossos resultados demonstraram ainda que houve associação moderada e inversa entre a ativação do ECM e o número de degraus atingidos ( $r= -0,506$ ,  $p= 0,023$ ) quando analisado todos os indivíduos da amostra (Figura 2).



**Figura 2.** Associação entre a ativação eletromiográfica do músculo esternocleidomastóideo e o desempenho no Teste do Degrau de 3 minutos (TD3M).

Na amostra estudada, após ajuste do modelo de regressão linear, a variável grupo, ou seja, estar ou não em reabilitação foi associada de forma independente com a variação no TD3M (Tabela 3). A variável independente contemplada nesse modelo explicou cerca de 40% da variação no TD3M ( $R^2_{ajustado}=0,401$ ).

**Tabela 3. Análise da regressão linear com o número de degraus atingidos no Teste do Degrau de 3 minutos e a variável independente.**

Variável	Coefficiente B	IC 95%	p-valor
Constante	32,0	23,9 – 40,0	<0,001
Grupo (GC: 1; GR: 2)	9,0	3,8 – 14,1	0,002

**Nota:**  $R^2_{ajustado}=0,401$ ; Coeficiente  $\alpha = 13,70$  ( $p=0,002$ ). IC: Intervalo de confiança. Valores significativos com  $p<0,05$ .

## DISCUSSÃO

Nossos resultados demonstraram que o GR apresentou melhor desempenho no TD3M acompanhado de menor ativação do músculo ECM quando comparado ao GC. Foi encontrada associação moderada e inversa entre o número de subidas no degrau no TD3M e a ativação do ECM, onde quanto menor a ativação deste músculo maior o número de degraus atingidos, sendo que estar inserido em um programa de reabilitação pulmonar foi associado de forma independente com melhor desempenho no TD3M.

De forma semelhante ao presente estudo, Marrara et al. (2012)<sup>22</sup> demonstraram um aumento significativo quanto ao número de subidas no degrau em pacientes com DPOC submetidos a um programa de treinamento físico aeróbico, em relação ao grupo controle. Miranda et al. (2011)<sup>23</sup> através de um estudo de revisão, constataram que pacientes com DPOC apresentam menor força e *endurance* dos membros superiores e inferiores quando comparados a indivíduos saudáveis. Fatores como redução da força muscular, diminuição da capacidade aeróbica, dependência do metabolismo glicolítico e o acúmulo rápido de lactato durante o exercício podem ser responsáveis pela fadiga muscular precoce o que, possivelmente justificaria o achado em nosso estudo, onde o GR, que passou por protocolo de treinamento de resistência muscular de MMII, atingiu um maior número de degraus no TD3M em relação ao GC.

Outro estudo que também utilizou o TD3M, conduzido por Murphy et al. (2005)<sup>24</sup>, avaliaram os desfechos de um programa de reabilitação domiciliar imediatamente iniciado após alta hospitalar por exacerbação da DPOC. Os autores utilizaram o TD3M para avaliar a capacidade de exercício pré e pós-PRP, o qual ocorreu duas vezes por semana durante o período de seis semanas. Os resultados de tal estudo demonstraram que houve melhora significativa da capacidade de exercício no grupo que participou do PRP em relação ao grupo que recebeu apenas tratamento medicamentoso. Em nosso estudo, os indivíduos participantes do PRP atingiram um número significativamente maior de degraus que os controles. No entanto, este aumento pode não ser muito representativo, principalmente quando observamos o tempo médio de reabilitação, cerca de  $24,4 \pm 10,9$

meses, tempo esse acima da média da maioria dos programas, o que deveria provocar um aumento maior na capacidade funcional da amostra estudada.

Em relação às repercussões da DPOC na musculatura respiratória, De Andrade et al. (2005)<sup>25</sup> observaram que a atividade eletromiográfica do ECM demonstrou boa correlação com o nível de obstrução das vias aéreas. Tais resultados evidenciam que para superar a carga imposta pelo *Threshold*, os pacientes com DPOC apresentam aumento da atividade da musculatura acessória, representada pelo ECM e para a mesma carga relativa, sendo tal aumento possivelmente proporcional ao grau de obstrução pulmonar. Este resultado vai ao encontro dos achados em nosso estudo, onde o GR apresentou maior média do PEF que o GC e possivelmente este fator esteja associado a uma maior ativação do ECM nos pacientes não reabilitados.

É importante ressaltar ainda, que em nosso estudo os participantes do PRP não realizavam treinamento específico da musculatura inspiratória, no entanto, podemos observar que a atividade do músculo ECM, em respiração espontânea, foi menor no GR em comparação ao GC. Isto, como já mencionado, pode ser atribuído ao fato de que participantes da reabilitação pulmonar apresentavam maior PEF, no entanto, esta variável não se associou significativamente com o comportamento eletromiográfico da musculatura abordada.

Apesar da relevância dos nossos achados, algumas limitações do presente estudo devem ser mencionadas, como a não utilização da EMG de para avaliação da atividade diafragmática. O método do balão esofágico é de maior precisão para este tipo de avaliação, no entanto, alguns estudos já demonstraram que a EMG de superfície também seria um método confiável para esta finalidade<sup>26</sup>. Deve ser também ressaltado que uma variável importante para a limitação do exercício nos pacientes com DPOC, a hiperinsuflação dinâmica, não foi avaliada no presente estudo.

Nossos resultados mostram-se relevantes devido ao fato que mesmo em um PRP, onde não houve um protocolo específico de treinamento da musculatura inspiratória, houve redução da atividade do músculo ECM. Além disso, a atividade de tal músculo se mostrou um importante fator a ser considerado para o desempenho no TD3M, pois os participantes com menor ativação desse músculo obtiveram melhor desempenho no teste, tendo este influenciado em cerca de 22% no desempenho no TD3M.

Dessa forma, o presente estudo demonstrou que um PRP influenciou portadores de DPOC, avaliada através do Teste do Degrau de 3 minutos. Houve ainda uma associação inversa entre a atividade eletromiográfica do ECM e o desempenho no TD3M, onde os indivíduos com melhor desempenho apresentaram menor atividade do músculo ECM. Tais benefícios devem ser considerados quando a RP é indicada aos portadores de DPOC, visto que estes indivíduos usualmente apresentam aumento da atividade da musculatura acessória da inspiração.

## REFERÊNCIAS

1. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD). Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. 2016.
2. Maia EC, Pinheiro AN, Silva SCS, Filho FSB, Navarro F, Junior MNSO. Protocolos clínicos de reabilitação pulmonar em pacientes com DPOC. *Saúde em Rev.* 2012;12(32):55-7.
3. Dannuey M, Fregonezi G, Jost R, Gass R, Cristine L, Isabella A, Paiva D, Sérgio M. Acute effects of Expiratory Positive Airway Pressure (EPAP) on different levels in ventilation and electrical activity of sternocleidomastoid and parasternal muscles in Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) patients: a randomized controlled trial. *Braz J Phys Ther.* 2016; 20(6):525-534.
4. Celhay I, Cordova R, Miralles R, Meza F, Erices P, Barrientos C, Valenzuela, S. Effect of upper costal and costo-diaphragmatic breathing types on electromyographic activity of respiratory muscles. *CRANIO®.* 2015; 33(2):100-106.
5. Yokoba M, Abe T, Katagiri M, et al. Respiratory muscle electromyogram and mouth pressure during isometric contraction. *Respir Physiol Neurobiol.* 2003; 137:51-60.
6. Hutchings H, Rapport F, Wright S, Doel M, Clement C, Lewis K. Nominal group technique consultation of a pulmonary rehabilitation programme. *F1000 Res.* 2014; 3.
7. Reis L, Guimarães F, Fernandes S, Cantanhede L, Dias C, Lopes AJ, De Menezes S. A long-term pulmonary rehabilitation program progressively improves exercise tolerance, quality of life and cardiovascular risk factors in patients with COPD. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2013 Aug; 49(4):491-7.
8. Bavarsad M, Shariati A, Eidani E, Latifi M. The effect of home-based inspiratory muscle training on exercise capacity, exertional dyspnea and pulmonary function in COPD patients. *Iran J Nurs Midwifery res.* 2015 Sep-Oct;20(5):613-8. doi: 10.4103/1735-9066.164588.
9. Basso-Vanelli, R. P., Di Lorenzo, V. A. P., Labadessa, I. G., Regueiro, E. M., Jamami, M., Gomes, E. L., & Costa, D. Effects of inspiratory muscle training and Calisthenics-and-Breathing exercises in COPD with and without respiratory muscle weakness. *Respiratory care.* 2016; 61(1):50-60.
10. Nikolettou D, Homem W, Mustfa N, Moore J, Rafferty L, Grant R, Johnson G, Moxham J. Evaluation of the effectiveness of a home-based inspiratory muscle training programme in patients with chronic obstructive pulmonary disease using multiple inspiratory muscle tests. *Disabil Rehabil.* 2016;38(3):250-9. doi: 10.3109/09638288.2015.1036171. Epub 2015 Apr 17.
11. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J.* 2005;26(2):319-38.
12. Pereira CAC. Valores de referência para espirometria em uma amostra da população brasileira. *J Bras Pneumol.* 1992;18:10-22.
13. American Thoracic Society/European Respiratory Society ATS/ERS. Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir and Critic Care Med.* 2002;166(4):518-624.
14. Neder J, Andreoni S, Lerario M, Nery L. Reference values for lung function tests II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J of Med and Biol Res.* 1999;32(6): 719-27.
15. Falla D, Dall'Alba P, Rainoldi A, Merletti R, Jull G. Location of innervation zones of sternocleidomastoid and scalene muscles - a basis for clinical and research electromyography applications. *Clin Neurophysiol.* 2002;113(1):57-63.
16. Nobre M, Lopes F, Cordeiro L, Marinho P, Silva T, Amorimv C, et al. Inspiratory muscle endurance testing: pulmonary ventilation and electromyographic analysis. *Respir Physiol Neurobiol.* 2007;155(1):41-48.
17. Schans C, Jong W, Vries G, Kaan W, Postma D, Koëter G, et al. Effects of positive expiratory pressure breathing during exercise in patients with COPD. *Chest J.* 1994;105(3):782-9.
18. Williams KR. Standardizing biomechanical testing in sport. *Res Quart Exercise Sport.* 1987;286-287.
19. American Thoracic Society (ATS). Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166:111-117.
20. Perrault H, Baril J, Henophy S, Rycroft A, Bourbeau J, Maltais F. Paced-walk and step tests to assess exertional dyspnea in COPD. *J COPD.* 2009;6(5):330-9.
21. Borel B, Fabre C, Saison S, Bart F, Grosbois JM. An original field evaluation test for chronic obstructive pulmonary disease population: the six-minute stepper test. *Clin Rehabil.* 2010;24(1):82-93.
22. Marrara K, Marino D, Jamami M, de Oliveira Junior A, Di Lorenzo V. Responsividade do teste do degrau de seis minutos a um programa de treinamento físico em pacientes com DPOC. *Jornal Brasileiro de Pneumologia.* 2012;38(5), 579-587.
23. Miranda E, Malaguti C, Corso S. Disfunção muscular periférica em DPOC: membros inferiores versus membros superiores. *J Bras Pneumol.* 2011;37(3):380-8.
24. Murphy N, Bell C, Costello RW. Extending a home from hospital care programme for COPD exacerbations to include pulmonary rehabilitation. *Respir Med.* 2005;99(10):1297-1302.
25. De Andrade AD, Silva TN, Vasconcelos H, Marcelino M, Rofrigues-Machado MG, Filho VC, et al. Inspiratory muscular activation during threshold therapy in elderly healthy and patients with COPD. *J Electromyography Kinesiol.* 2005;15(6):631-9.
26. Duiverman ML, Eykern LA, Vennik PH, Koëter GH, Maarsingh EJW, Wijkstra PJ. Reproducibility and responsiveness of a noninvasive EMG technique of the respiratory muscles in COPD patients and in healthy subjects. *J Appl Physiol.* 2004;96(5):1723-29.