



UFSC

Artigo Original

## Associação entre atividade muscular inspiratória e volumes pulmonares na Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica

Association between inspiratory muscle activity and lung volumes in Chronic Obstructive Pulmonary Disease

Diogo Fanfa Bordin<sup>1</sup>, Litiele Evelin Wagner<sup>1</sup>, Nicolas de Almeida Ziemann<sup>1</sup>, Alexander Romão Vieira Morinélli<sup>1</sup>, Jéssica Luiza Pedroso da Silva<sup>1</sup>, Bruna Eduarda Dihel<sup>1</sup>, Fabiana Rafaela Santos de Mello<sup>1</sup>, Isabella Martins de Albuquerque<sup>1</sup>, Dannuey Machado Cardoso<sup>1</sup>, Dulciane Nunes Paiva<sup>1\*</sup>

### RESUMO

**Objetivo:** Analisar a correlação entre os volumes pulmonares e a atividade muscular inspiratória do músculo esternocleidomastoideo (ECM) em pacientes com DPOC. **Métodos:** Estudo transversal que avaliou pacientes com DPOC (GOLD II a IV) quanto às suas características antropométricas, volumes pulmonares e atividade eletromiográfica do músculo ECM em eupneia. A capacidade vital forçada (CVF), volume expirado forçado no primeiro segundo (VEF<sub>1</sub>), fluxo expirado forçado entre 25 e 75% da CVF (FEF<sub>25-75%</sub>) e a Relação VEF<sub>1</sub>/CVF<sub>%pred</sub> foram avaliados por espirometria digital. A atividade eletromiográfica foi avaliada por meio de eletromiôgrafo de superfície com obtenção dos valores em percentual de *root mean square* (%RMS). **Resultados:** Amostra (n= 17) (sexo masculino: n= 10) com média de idade de 63,5±7,8 anos e índice de massa corporal de 24,8±5,2 Kg/m<sup>2</sup>. Evidenciada associação inversa e moderada entre a ativação eletromiográfica do ECM e o VEF<sub>1</sub>/CVF<sub>%pred</sub> ( $r = -0,515$ ;  $p = 0,035$ ). **Considerações Finais:** Houve associação inversa e significativa entre o padrão obstrutivo, representado pela relação VEF<sub>1</sub>/CVF<sub>%pred</sub>, e a ativação eletromiográfica do músculo ECM, demonstrando maior ativação de tal musculatura acessória.

**Descritores:** Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica, Eletromiografia, Espiometria

### ABSTRACT

**Objective:** To analyze the correlation between lung volumes and inspiratory muscle activity of the sternocleidomastoid muscle (SCM) in COPD patients. **Methods:** Cross-sectional study that evaluated COPD patients (GOLD II to IV) regarding their anthropometric characteristics, lung volumes and electromyographic activity of the SCM muscle in eupnea. Forced vital capacity (FVC), forced expired volume in one second (FEV<sub>1</sub>), forced expired flow between 25 and 75% of FVC (FEF<sub>25-75%</sub>) and FEV<sub>1</sub>/FVC<sub>%pred</sub> ratio were evaluated by digital spirometry. The electromyographic activity was evaluated by means of a surface electromyograph with values obtained in percentage of root mean square (%RMS). **Results:** Sample (n= 17) (male: n= 10) with

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul , Porto Alegre, RS, Brasil

<sup>1</sup>Universidade de Santa Cruz do Sul , Santa Cruz do Sul, RS, Brasil

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Maria , Santa Maria, RS, Brasil

\*Autor Correspondente:

Dulciane Nunes Paiva  
Fisioterapeuta  
dulciane@unisc.br

Endereço para correspondência:

Av. Independência, nº 2293, Bairro Universitário, Santa Cruz do Sul - RS  
CEP: 96815-900

Como citar este artigo:

Bordin DF, Wagner LE, Ziemann NA, Morinélli ARV, Silva JLP, Diehl BE, Mello FRS, Albuquerque IM, Cardoso DM, Paiva DN. Associação entre atividade muscular inspiratória e volumes pulmonares na Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica. Revista Saúde (Sta. Maria). [Internet] 2025; 51, e71292. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/revistasaudae/article/view/71292>. DOI: <https://doi.org/10.5902/2236583471292>. Acesso em XX/XX/20XX

mean age of  $63.5 \pm 7.8$  years and body mass index of  $24.8 \pm 5.2$  kg/m<sup>2</sup>. An inverse and moderate correlation was found between SCM electromyographic activation and the predicted FEV<sub>1</sub>/FVC ratio ( $r = -0.515$ ;  $p = 0.035$ ). **Final Considerations:** There was an inverse and significant association between the obstructive pattern, represented by the FEV<sub>1</sub>/FVC<sub>%pred</sub> ratio and the SCM electromyographic activation, showing greater activation of this accessory musculature.

**Keywords:** Chronic obstructive pulmonary disease, Electromyography, Spirometry

## INTRODUÇÃO

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) ocasiona obstrução crônica ao fluxo aéreo parcialmente reversível associada à destruição do parênquima pulmonar, podendo ocorrer hiperinsuflação pulmonar com consequente retificação do diafragma e redução de sua capacidade de gerar força contrátil.<sup>1</sup> A fim compensar a incapacidade funcional em manter uma adequada biodinâmica respiratória, tais eventos podem ocasionar maior ativação da musculatura acessória inspiratória, principalmente dos músculos da região cervical, como os escalenos e esternocleidomastoideos (ECM).<sup>2</sup>

Devido ao seu caráter anatômico bicípite, possuindo uma das origens no manúbrio esternal e outra na clavícula, com inserções no processo mastoide da mandíbula e no osso occipital, o ECM se apresenta como um importante músculo inspiratório secundário, por tracionar estruturas importantes do tórax durante a inspiração. Apesar disso, atualmente, não há estudos científicos suficientes que demonstram tal ativação do ECM em pacientes com DPOC por meio de exames que avaliam a atividade mioelétrica.<sup>2,3</sup>

Dessa forma, o diagnóstico das desordens dos músculos respiratórios torna-se importante para a investigação de achados clínicos disfuncionais e, dentre os métodos utilizados para a avaliação dos músculos respiratórios há a medida das pressões respiratórias estáticas máximas, que é utilizada para avaliar a presença de fraqueza muscular respiratória.<sup>2,4</sup> entretanto, tal teste não confirma de maneira inequívoca a presença de enfermidade, pois pode estar relacionado a problemas técnicos ou a subesforço.<sup>5</sup>

A eletromiografia de superfície (EMG) tem sido utilizada para a avaliação da atividade gerada por diferentes grupos musculares por meio do sinal mioelétrico obtido<sup>6,7</sup>, tendo sido utilizada para avaliar a ativação da musculatura inspiratória acessória de pacientes com DPOC sob pressão positiva<sup>8</sup>, para avaliar a fadiga muscular durante a realização de teste submáximo<sup>9</sup> e para correlacionar a gravidade dos estadiamentos da DPOC com manifestações eletromiográficas de fadiga ao exercício.<sup>10</sup>

A DPOC se caracteriza pela redução dos volumes e fluxos expiratórios incluindo a relação entre o volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF<sub>1</sub>) e a capacidade vital forçada (CVF), do fluxo expiratório forçado entre 25-75% da CVF (FEF<sub>25-75%</sub>) corrigido pelo



volume pulmonar expirado ou da relação  $\text{FEF}_{25-75\%}/\text{CVF}$ , índices que expressam a velocidade de esvaziamento pulmonar.<sup>11</sup> Ainda, devido ao fechamento das vias aéreas a volumes pulmonares mais elevados e da limitação do fluxo expiratório, pode ocorrer aumento do volume residual e da capacidade residual funcional (CRF). Como a capacidade pulmonar total é determinada pela elasticidade pulmonar e torácica e pela força dos músculos respiratórios, e, como esses músculos não conseguem elevá-la a níveis percentuais próximos ao do aumento da CRF, o indivíduo com DPOC não consegue aumentar a capacidade inspiratória, ocasionando aumento da atividade contrátil dos músculos respiratórios.<sup>1,12</sup> Desse modo, o presente estudo avaliou a associação entre os volumes pulmonares e a atividade muscular inspiratória do músculo ECM nessa população.

## MÉTODOS

Trata-se de um estudo transversal que avaliou pacientes com DPOC ( $n= 17$ ) com estadiamento classificado pelo *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease* (GOLD) entre II a IV. A pesquisa foi realizada em hospital de ensino do interior do Sul do Brasil, no período de março a setembro de 2014.

O cálculo do tamanho amostral foi estimado por meio do software G\*Power (versão 3.1.9.2) com base em um poder estatístico de 0,90 e nível de significância de 5%<sup>13,14</sup>, tendo determinado um tamanho amostral mínimo de 15 pacientes. Foram incluídos pacientes com DPOC participantes de um Programa de RP por no mínimo dois meses e que apresentassem estabilidade clínica nos 30 dias precedentes ao início do estudo. Foram excluídos aqueles com histórico de asma brônquica e doenças cardíacas associadas, em tratamento com corticosteroides ou que apresentassem alterações cognitivas ou comportamentais. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Santa Cruz do Sul (nº 345.714/2013), tendo sido obtida a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido pelo paciente ou por seu responsável legal de todos os participantes da pesquisa.

### Teste de Função Pulmonar

Os pacientes foram triados quanto à idade, sexo, massa corporal, estatura e índice de massa corporal (IMC). Foi realizada espirometria digital (EasyOne®, Modelo 2001, Suíça) objetivando a avaliação da CVF, do VEF<sub>1</sub>, do FEF<sub>25-75%</sub> e da Relação VEF<sub>1</sub>/CVF<sub>%pred</sub>, sendo seus valores expressos em percentual do predito em conformidade com as diretrizes da *American Thoracic Society/European Respiratory Society*.<sup>15</sup>

## Análise da Atividade Eletromiográfica

Utilizado eletromiógrafo de superfície (MIOTEC® miotool400, Brasil) com frequência de amostragem de 2.000 Hz por canal e eletrodos circulares de superfície e configuração bipolar (Meditrace 100 pediátrico - Ag/AgCl; Canadá) conectados a um sensor diferencial de superfície (modelo SDS500; Miotec Equipamentos Biomédicos Ltda., Porto Alegre, Brasil). Antes da avaliação eletromiográfica foi realizada a tricotomia do local a ser avaliado, com posterior desinfecção com abrasão de algodão e álcool nas áreas de interesse. Esse procedimento foi realizado para remoção de células mortas e para reduzir a resistência da pele à passagem do sinal eletromiográfico (EMG), conforme preconiza a *International Society of Electrophysiology and Kinesiology*.<sup>17</sup>

Para a análise eletromiográfica do músculo ECM, os indivíduos realizaram rotação lateral esquerda da cabeça para melhor evidenciação muscular, com posterior posicionamento de um par de eletrodos centralizado no ventre muscular do ECM direito (Figura 1).<sup>8</sup>

Figura 1 – Aplicação dos eletrodos para a análise eletromiográfica do músculo esternocleidomastóideo



A avaliação da ativação do músculo ECM foi realizada obtendo-se os valores em percentual de *root meansquare* (%RMS) com os indivíduos em posição sentada, sendo tal variável avaliada em dois momentos: (I) avaliação do padrão de ativação dos músculos em eupneia na posição sentada (realização de 5 inspirações, obtendo a média em %RMS) (II) realização de uma inspiração forçada via nasal para manobra de contração voluntária máxima (CVM) para obter 100% em RMS sobre a manobra a ser avaliada. Os dados foram transmitidos em conexão a um microcomputador portátil, tendo os dados sido exportados para o programa SAD 32 (Laboratório de Medição Mecânicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil) para a realização da filtragem digital, utilizando-se filtros passa banda *Butterworth* de quinta ordem, com frequências de corte entre 25 e 500

Hz.<sup>8</sup> Ressalta-se que todas as avaliações foram realizadas por um único examinador, sendo o mesmo um fisioterapeuta experiente e capacitado.

### Análise estatística

Os dados foram analisados por meio do software SPSS (versão 23.0) e apresentados em média e desvio padrão ou mediana e intervalo interquartil. Para análise da normalidade dos dados foi utilizado o teste de *Shapiro-Wilk*. O teste de Qui-quadrado foi utilizado para comparar as proporções de sexo. Para correlacionar os volumes pulmonares com a ativação muscular inspiratória do ECM foi utilizado o teste de correlação de *Pearson* ou *Spearman* ( $p<0,05$ ).

## RESULTADOS

Apresentaram critérios de elegibilidade 36 pacientes, em que 14 indivíduos não aceitaram a participação no estudo e 5 foram excluídos devido a exacerbação, sendo a amostra final composta por 17 pacientes. Na Tabela 1 podem ser observadas as características antropométricas e espirométricas, bem como as características da ativação muscular eletromiográfica do ECM nos indivíduos avaliados.

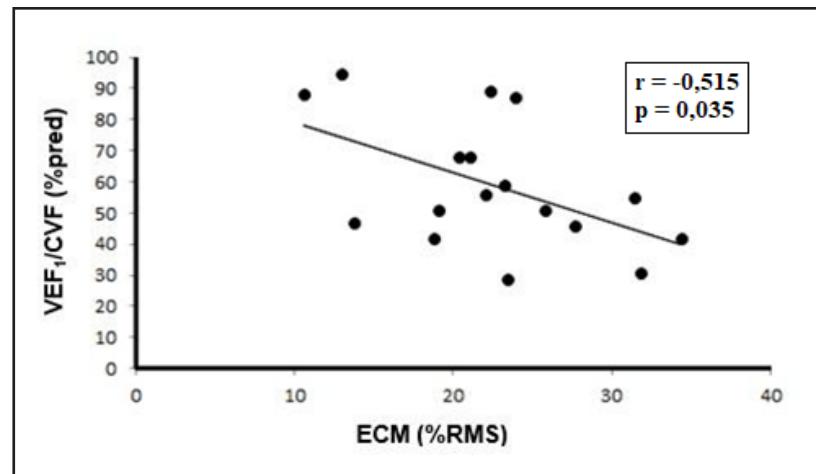
Tabela 1 – Caracterização antropométrica, de volumes pulmonares e ativação muscular eletromiográfica do esternocleidomastoideo

Variáveis	n= 17
Características antropométricas	
Sexo masculino (n, %)	10 (58)
Idade (anos)	$63,5 \pm 7,8$
Estatura (m)	$1,59 \pm 0,1$
Massa corporal (Kg)	$63 \pm 12,7$
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	$24,8 \pm 5,2$
Função Pulmonar (% pred)	
CVF	$56,7 \pm 17,2$
VEF <sub>1</sub>	$34,7 \pm 17,1$
VEF <sub>1</sub> /CVF	59 (44 – 77,6)
VEF 25-75%	13 (8,6 – 25)
Atividade eletromiográfica (% RCM)	
ECM	$22,5 \pm 6,5$

CVF: Capacidade Vital Forçada; VEF<sub>1</sub>: Volume Expirado Forçado no primeiro segundo; VEF<sub>25-75%</sub>: Volume Expirado Forçado entre 25% e 75% da CVF; ECM: esternocleidomastoideo; n: número total da amostra; m: metros; kg: quilogramas; kg/m<sup>2</sup>: quilogramas por metros quadrados; %pred: porcentagem do valor predito; %RMS: percentual de Root Mean Square. Volumes pulmonares expressos conforme valores preditos. Nível de significância com  $p<0,05$ .

Ao correlacionar os volumes pulmonares e a ativação eletromiográfica do ECM (%RMS) foi evidenciada associação significativa inversa e moderada com a relação  $VEF_1/CVF_{\%pred}$  ( $r = -0,515$ ;  $p = 0,035$ ) (Figura 2).

Figura 2 – Associação entre ativação eletromiográfica do músculo esternocleidomastoideo (ECM) e a Relação  $VEF_1/CVF_{\%pred}$ .



## DISCUSSÃO

O presente estudo avaliou a associação entre os volumes pulmonares e a atividade muscular inspiratória do músculo ECM em pacientes com DPOC e evidenciou associação inversa e significativa entre o padrão obstrutivo, representado pela relação  $VEF_1/CVF_{\%pred}$ , e a ativação eletromiográfica do músculo ECM nos pacientes avaliados. A disfunção muscular respiratória no indivíduo com DPOC ocorre devido a obstrução das vias aéreas e a hiperinsuflação pulmonar, que ocasiona redução da capacidade contrátil do diafragma e da capacidade respiratória<sup>18,19</sup>, com consequente recrutamento dos músculos acessórios da respiração para que as diferentes demandas ventilatórias sejam atendidas.<sup>20,21</sup>

A espirometria permite a avaliação de uma multiplicidade de parâmetros, entretanto, os mais importantes do ponto de vista clínico são a CVF, o  $VEF_1$  e a relação  $VEF_1/CVF$ , pois demonstram menor variabilidade inter e intra-individual. A existência de limitação ao fluxo aéreo é definida pela presença da relação  $VEF_1/CVF$  abaixo de 0,70 pós-broncodilatador e o  $VEF_1$  inferior a 80% do previsto.<sup>1,22</sup> Em nosso estudo, os pacientes avaliados se caracterizaram no estágio de doença pulmonar grave (GOLD III)<sup>1</sup>, entretanto, ressalta-se que os mesmos também apresentaram padrão respiratório restritivo, evidenciado por redução da CVF, sem que tenha havido associação desse padrão com a ativação eletromiográfica avaliada.

Nosso estudo revelou associação direta entre a obstrução das vias aéreas e a demanda inspiratória nos indivíduos analisados. Os pacientes com DPOC, mesmo estáveis,

podem apresentar redução da força muscular inspiratória e isso não indica redução do recrutamento muscular respiratório.<sup>24</sup> A redução da capacidade de geração de força contrátil dos músculos respiratórios pode ser causada por degradação proteica de suas fibras ou pelo encurtamento muscular causado pela hiperinsuflação.<sup>25</sup>

A hiperinsuflação dinâmica ocorre frequentemente em repouso e ocasiona retificação do diafragma que contribui para a ineficiência da mecânica respiratória e consequente dispneia. Essa alteração resulta em maior gasto energético requerido pelos músculos respiratórios.<sup>6</sup> Nesses casos, ocorre aumento da demanda ventilatória, com o recrutamento de músculos acessórios da respiração e contração ativa dos músculos expiratórios.<sup>25</sup> Entretanto, a limitação ao fluxo expiratório não possibilita que os músculos expiratórios aumentem a ventilação de modo satisfatório, o que pode ocasionar aumento do trabalho muscular respiratório.<sup>26</sup>

A obstrução das vias aéreas presente no paciente com DPOC impõe maior carga resistiva aos músculos expiratórios.<sup>26</sup> É provável que o aumento da atividade do músculo ECM resulte do aumento do *drive* ventilatório em resposta à redução da capacidade do músculo respiratório gerar pressão<sup>26,27</sup> e ao aumento da carga resistiva imposta pela doença propriamente dita.

Segundo Tobim, Franco e Brochard<sup>28</sup>, a maior parte dos pacientes com DPOC estáveis não contraem os músculos ECM durante a respiração basal<sup>28,29</sup>, entretanto, o seu recrutamento ocorre naqueles em insuficiência respiratória, como no estudo de Bureau<sup>30</sup>, que evidenciou que a atividade eletromiográfica dos músculos acessórios da respiração foi evidente em grande parte dos pacientes que apresentaram falência no desmame da ventilação mecânica.

Não foi evidenciado nesta pesquisa aumento da atividade eletromiográfica do músculo ECM, visto que se configurou em um estudo observacional, entretanto, observou-se uma associação direta entre a obstrução das vias aéreas e a demanda inspiratória nos indivíduos analisados. Algumas limitações do estudo devem ser ressaltadas, como a dificuldade em manter a orientação do eletrodo em relação às fibras musculares e a interferência de fatores existentes entre o músculo avaliado e o posicionamento do eletrodo, como por exemplo, a gordura subcutânea e as captações cruzadas da ativação de músculos adjacentes. Além disso, não foram avaliados sintomas como a dispneia, que é um importante indicador da ativação dos músculos respiratórios acessórios. Ressalta-se que, considerando a complexidade da respiração, avaliar a associação entre o nível de obstrução das vias aéreas e a atividade eletromiográfica dos músculos respiratórios é um tema que deve ser explorado por análises mais complexas como a eletromiografia por método invasivo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nosso estudo demonstrou associação entre a ativação eletromiográfica do músculo ECM e a relação VEF<sub>1</sub>/CVF<sub>%pred</sub>, que é um importante preditor do grau de obstrução das vias aéreas, permitindo concluir que pacientes com DPOC que apresentam maior obstrução ao fluxo aéreo manifestam também maior ativação do músculo esternocleidomastoideo. Mais pesquisas que abordem a relação da atividade eletromiográfica da musculatura acessória da respiração e a obstrução ao fluxo aéreo são necessárias para fortalecer tais achados.

## REFERÊNCIAS

1. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Global Strategy for the Diagnoses, management, and prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. 2022. Disponível em: <https://goldcopd.org/2022-gold-reports-2/>.
2. Langer D, Ciavaglia C, Faisal A, Webb KA, Neder JA, Gosselink R, et al. Inspiratory muscle training reduces diaphragm activation and dyspnea during exercise in COPD. *J Appl Physiol*. 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29543134/>. doi: 10.1152/japplphysiol.01078.2017.
3. Kennedy E, Albert M, Nicholson H. The fascicular anatomy and peak force capabilities of the sternocleidomastoid muscle. *Surg Radiol Anat*. 2016;1-17. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27807639/>. doi: 10.1007/s00276-016-1768-9.
4. Iwakura M, Wakasa M, Okura K, Kawagoshi A, Sugawara K, Takahashi H, et al. Functionally relevant threshold of inspiratory muscle strength in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Med*. 2021;188:106625. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34592537/>. doi: 10.1016/j.rmed.2021.106625.
5. Oliveira MJP, Rodrigues F, Machado JF, Ladeira IT, Lima R, Conde SD, et al. Assessment of respiratory muscle weakness in subjects with neuromuscular disease. *Respir Care*. 2018 Oct; 63(10):1223-1230. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30065077/>. doi: 10.4187/respcare.06136.
6. Zhang Q, Sheng Z, Moore-Clingenpeel F, Kim K, Sharma N. Ankle Dorsiflexion Strength Monitoring by Combining Sonomyography and Electromyography. 2019 IEEE 16th International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR). 2019:240-245. doi: 10.1109/ICORR.2019.8779530.
7. Lin L, Guan L, Wu W, Chen R. Correlation of surface respiratory electromyography with esophageal diaphragm electromyography. *Respir Physiol Neurobiol*. 2019 Jan; 259:45-52. doi: 10.1016/j.resp.2018.07.004.
8. Cardoso DM, Fregonezi GAF, Jost RT, Gass R, Alberton CL, Albuquerque IM, Paiva DN, Barreto SSM. 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. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/fp/a/4zY3ChxMDHhq6WwtsTnFdqg/?lang=en>. doi: 10.1590/1809-2950/19009727022020.

9. Florencio LL, Oliveira AS, Will-Lemos T, Pinheiro CF, Marçal JCDS, Dach F, et al. Muscle endurance and cervical electromyographic activity during submaximal efforts in women with and without migraine. *Clin Biomech.* 2021;82:105276. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33561677/>. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2021.105276.
10. Wu W, Guan L, Li X, Lin L, Guo B, Yang Y, et al. Correlation and compatibility between surface respiratory electromyography and transesophageal diaphragmatic electromyography measurements during treadmill exercise in stable patients with COPD. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.* 2017;12:3273-3280. doi: 10.2147/COPD.S148980.
11. Soumagne T, Guillien A, Roux P, Laplante JJ, Botebol M, Laurent L, et al. Quantitative and qualitative evaluation of spirometry, for COPD screening in general practice. *Respir Med Res.* 2019. doi: 10.1016/j.resmer.2019.07.004.
12. Huprikar NA, Skabelund AJ, Bedsole VG, Sjulin TJ, Karandikar AV, Aden JK, et al. Comparison of the forced and slow vital capacity maneuvers in defining airway obstruction. *Respir Care.* 2019; 64(7):786-792. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30890630/> (acesso em 22 de jun 2022). doi: 10.4187/respcare.06419.
13. Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A. G\*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods.* 2007; 39:175-191.
14. Faul F, Erdfelder E, Buchner A, Lang AG. Statistical power analyses using G\*Power 3.1: tests for correlation and regression analyses. *Behav Res Methods.* 2009 Nov;41(4):1149-60. Doi: 10.3758/BRM.41.4.1149.
15. Pereira CAC. Valores de referência para a espirometria em uma amostra da população brasileira adulta. *J Bras Pneumol.* 2007;18(1):10-22. doi: <https://doi.org/10.1590/S1806-37132007000400008>.
16. American Thoracic Society. ATS Statement: Guidelines for the Six-Minute Walk Test. This Official Statement of The American Thoracic Society Was Approved by the ATS Board of Directors. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166(1):111-117. doi: 10.1164/ajrccm.166.1.at1102.
17. Merletti R. Standards for Reporting EMG data. *J Electromyogr Kinesiol.* 1999;9(1):III-IV.
18. Santana PY, Prina E, Albuquerque ALP, Carvalho CRR, Caruso P. Identifying decreased diaphragmatic mobility and diaphragm thickening in interstitial lung disease: The utility of ultrasound imaging. *J Bras Pneumol.* 2016;42(2):88-94. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jbpneu/a/BfvK4Qf5KXWV4BMW44jCg4C/abstract/?lang=en>. doi: <https://doi.org/10.1590/S1806-37562015000000266>.
19. Souza RMP, Cardim AB, Maia TO, Rocha LG, Bezerra SD, Marinho PEM. Inspiratory muscle strength, diaphragmatic mobility, and body composition in chronic obstructive pulmonary disease. *Physiother Res Int.* 2019;24(2):e1766. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30628141/>. doi: 10.1002/pri.1766.
20. Tout R, Tayara L, Halimi M. The effects of respiratory muscle training on improvement of the internal and external thoraco-pulmonary respiratory mechanism in COPD patients. *Ann Phys Rehabil Med.* 2013;56(3):193-211. doi:10.1016/j.rehab.2013.01.008.

21. Cardoso DM, Gass R, Sbruzzi G, Berton DC, Knorst MM. Effect of the expiratory positive airway pressure on dynamic hyperinflation and exercise capacity in patients with COPD: a meta-analysis. *Sci Rep.* 2020;10:13292. doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-70250-4>.
22. Ekström M, Bornefalk-Hermansson A, Wysham N, Currow DC, Macintyre N. Spirometric volumes and breathlessness across levels of airflow limitation : the COPD gene study. *Am J Respir Crit Care Med.* 2018;198(5). doi: 10.1164/rccm.201803-0594LE.
23. Chuang HY, Chang HY, Fang YY, Guo SE. The effects of threshold inspiratory muscle training in patients with chronic obstructive pulmonary (COPD) disease: a randomized experimental study. *J Clin Nurs.* 2017;26(23-24):4830-8. doi: 10.1111/jocn.13841.
24. Sá RB, Pessoa MF, Cavalcanti AGL, Campos SL, Amorim C, Andrade AD. Immediate effects of respiratory muscle stretching on chest wall kinematics and electromyography in COPD patients. *Respir Physiol Neurobiol.* 2017;242:1-7. doi: 10.1016/j.resp.2017.03.002.
25. Lee EN, Kim MJ. Meta-análise do efeito de um programa de reabilitação pulmonar em força muscular respiratória em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. *Soc Nurs Sci.* 2019;13(1):1-10. doi:10.1016/j.anr.2018.11.005.
26. Domnik NJ, Phillips DB, James MD, Ayoo GA, Taylor SM, Schereen SE, et al. Compensatory responses to increased mechanical abnormalities in COPD during sleep. *Eur J Appl Physiol.* 2022;122:663-676. doi: <https://doi.org/10.1007/s00421-021-04869-0>.
27. Roesthuis LH, Hoeven JG, Hees HWH, Schellekens WM, Doorduin J, Heunks LMA. Recruitment pattern of the diaphragm and extradiaphragmatic inspiratory muscles in response to different levels of pressure support. *Ann Intensive Care.* 2020;10(1):67. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32472272/>. doi: 10.1186/s13613-020-00684-6.
28. Tobin MJ, Laghi F, Brochard L. Role of the respiratory muscles in acute respiratory failure of COPD: lessons from weaning failure. *J Appl Physiol.* 1985. 2009;107(3):962-970. doi:10.1152/japplphysiol.00165.2009.
29. Peche R, Estenne M, Gevenois PA, Brassinne E, Yernault JC, De Troyer A. Sternomastoid muscle size and strength in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 1996;153(1):422-5. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8542153/>. doi: 10.1164/ajrccm.153.1.8542153.
30. Bureau C, Dres M, Morawiec E, et al. Dyspnea and the electromyographic activity of inspiratory muscles during weaning from mechanical ventilation. *Ann Intensive Care.* 2022;12(50). Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13613-022-01025-5>.



## **DECLARAÇÕES**

### **Contribuições dos autores**

#### **Diogo Fanfa Bordin**

Mestre em Ciências Pneumológicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

<https://orcid.org/0000-0003-1056-5155> • diogofanfabordin2@gmail.com

Contribuição: Escrita – Primeira Redação; Conceituação; Validação - Análise Formal - Investigação

#### **Litiele Evelin Wagner**

Doutoranda em Ciências Pneumológicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

<https://orcid.org/0000-0002-3727-5732> • liti\_wagner95@hotmail.com

Contribuição: Escrita – Primeira Redação; Conceituação; Validação - Análise Formal - Investigação

#### **Nicolas de Almeida Ziemann**

Graduando em Fisioterapia na Universidade de Santa Cruz do Sul

<https://orcid.org/0000-0003-3836-1525> • nicolasdealmeidaziemann@gmail.com

Contribuição: Escrita – Primeira Redação; Conceituação; Validação - Análise Formal - Investigação

#### **Alexander Romão Vieira Morinélli**

Mestrando em Promoção da Saúde na Universidade de Santa Cruz do Sul

<https://orcid.org/0000-0001-9559-6641> • alexandervieira2013@hotmail.com

Contribuição: Escrita – Primeira Redação; Conceituação; Validação - Análise Formal - Investigação

#### **Jéssica Luiza Pedroso da Silva**

Graduanda em Fisioterapia na Universidade de Santa Cruz do Sul

<https://orcid.org/0000-0002-3365-0750> • jlpedroso@mx2.unisc.br

Contribuição: Escrita – Primeira Redação; Conceituação; Validação - Análise Formal - Investigação

#### **Bruna Eduarda Diehl**

Graduanda em Fisioterapia na Universidade de Santa Cruz do Sul

<https://orcid.org/0000-0002-1160-135X> • brunadiehl1@mx2.unisc.br

Contribuição: Escrita – Primeira Redação; Conceituação; Validação - Análise Formal - Investigação



### **Fabiana Rafaela Santos de Mello**

Graduanda em Medicina na Universidade de Santa Cruz do Sul

<https://orcid.org/0000-0001-6268-1815> • fmello@mx2.unisc.br

Contribuição: Escrita – Primeira Redação; Conceituação; Validação - Análise Formal - Investigação

### **Isabella Martins de Albuquerque**

Docente do Departamento de Fisioterapia na Universidade Federal de Santa Maria

<https://orcid.org/0000-0002-7256-1881> • albuisa@gmail.com

Contribuição: Escrita – Revisão e Edição ; Metodologia ; Supervisão; Administração do Projeto

### **Dannuey Machado Cardoso**

Doutora em Ciências Pneumológicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

<https://orcid.org/0000-0003-2891-1028> • dannuey@yahoo.com.br

Contribuição: Escrita – Revisão e Edição ; Metodologia ; Supervisão; Administração do Projeto

### **Dulciane Nunes Paiva**

Doutora em Ciências Médicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

<https://orcid.org/0000-0001-5629-3285> • dulciane@unisc.br

Contribuição: Escrita – Revisão e Edição ; Metodologia ; Supervisão; Administração do Projeto

### **Conflito de Interesse**

Os autores declararam não haver conflito de interesses.

### **Disponibilidade de dados de pesquisa e outros materiais**

Dados de pesquisa e outros materiais podem ser obtidos entrando em contato com os autores.

### **Direitos Autorais**

Os autores dos artigos publicados pela Revista Saúde (Santa Maria) mantêm os direitos autorais de seus trabalhos e concedem à revista o direito de primeira publicação, sendo o trabalho simultaneamente licenciado sob a Licença Creative Commons Atribuição (CC BY-NC-ND 4.0), que permite o compartilhamento do trabalho com reconhecimento da autoria e publicação inicial nesta revista.

### **Verificação de Plágio**

A revista mantém a prática de submeter todos os documentos aprovados para publicação à verificação de plágio, utilizando ferramentas específicas, como Turnitin.

### **Editora-chefe**

Rosmari Horner

