

# *EFEITOS DA ESTIMULAÇÃO DIAFRAGMÁTICA ELÉTRICA TRANSCUTÂNEA SOBRE A FUNÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA DE INDIVÍDUOS COM DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA*

## *EFFECTS OF TRANSCUTANEOUS ELECTRICAL DIAPHRAGMATIC STIMULATION ON CARDIORESPIRATORY FUNCTION IN INDIVIDUALS WITH CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE*

**Ricardo Bach da Fonseca<sup>1</sup>, Lais Gomes Pereira Bassan<sup>2</sup>, Thamires Barcelos Tosta<sup>2</sup>, Alba Barros Souza Fernandes<sup>3</sup>.**

<sup>1</sup>Docente do Curso de Graduação em Fisioterapia do UNIFESO, <sup>2</sup>Discente do Curso de Graduação em Fisioterapia do UNIFESO, <sup>3</sup>Docente do Curso de Graduação em Medicina do UNIFESO, Coordenadora de Pesquisa do UNIFESO.

### RESUMO

A Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) é definida como uma doença prevenível e tratável, caracterizada por sintomas respiratórios persistentes e limitação do fluxo de ar. Embora a DPOC comprometa o sistema respiratório, também produz consequências para os sistemas muscular e cardiovascular, sendo o diafragma o músculo inspiratório mais acometido. Apesar da escassez dos estudos relacionados à Estimulação Diafragmática Elétrica Transcutânea (EDET), este recurso vem sendo utilizado para estimular o principal músculo inspiratório, o diafragma, através da aplicação de estímulos elétricos rítmicos de curta duração. Objetivo: Verificar se a EDET influencia a função cardiorrespiratória de indivíduos com DPOC. Metodologia: Foram selecionados indivíduos com DPOC, de ambos os sexos, que foram avaliados em relação à força muscular respiratória, resistência das vias aéreas, mobilidade torácica e tolerância ao exercício antes e após serem submetidos a 10 sessões de EDET, realizadas duas vezes por semana, através do aparelho Ibramed, modelo Neurodyn Compact, com os seguintes parâmetros de aplicação: 25 a 30 Hz de frequência de pulso, 1,0 segundo de tempo de subida, de contração e de descida, 2,0 segundos de tempo de relaxamento; tempo de estimulação de 30 minutos e intensidade variável de acordo com a sensibilidade do voluntário. Resultados: Após o protocolo de tratamento com a EDET, observamos redução da frequência cardíaca, aumento na Saturação Periférica de O<sub>2</sub>, melhora nas sensações de dispnéia e fadiga, aumento da força muscular respiratória e do pico de fluxo expiratório e aumento da distância percorrida no Teste de Caminhada de Seis Minutos.

**Palavras-chave:** Doença pulmonar obstrutiva crônica; Estimulação Elétrica Nervosa Transcutânea; Diafragma.

### ABSTRACT

Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) is defined as a preventable and treatable disease characterized by persistent respiratory symptoms and airflow limitation. Although COPD compromises the respiratory system, it also has consequences for the muscular and cardiovascular systems, with the diaphragm being the most affected inspiratory muscle. Despite the scarcity of studies related to Transcutaneous Electric Diaphragmatic Stimulation (EDET), this feature has been used to stimulate the main inspiratory muscle, the diaphragm, through the application of short-term rhythmic electrical stimuli. Objective: To verify if EDET influences the cardiorespiratory function of individuals with COPD. Methodology: We selected individuals of both sexes with COPD who were evaluated for respiratory muscle strength, airway resistance, chest mobility and exercise tolerance before and after 10 sessions of EDET twice a week. using the Ibramed Neurodyn Compact model with the following application parameters: 25 to 30 Hz pulse rate, 1.0 second rise, contraction and descent time, 2.0 seconds relaxation time; stimulation time of 30 minutes and intensity varying according to the sensitivity of the volunteer. Results: Following the EDET treatment protocol, we observed a reduction in heart rate, increased O<sub>2</sub> peripheral saturation, improved dyspnea and fatigue, increased respiratory muscle strength and peak expiratory flow, and increased test distance. Minute Walk.

**Keywords:** Chronic obstructive pulmonary disease; Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation; Diaphragm.

## INTRODUÇÃO

“A Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) é definida como uma doença prevenível e tratável, caracterizada por sintomas respiratórios persistentes e limitação ao fluxo de ar, que ocorrem devido a alterações nas vias respiratórias e/ou alveolares, geralmente causadas por exposição significativa a partículas ou gases nocivos” (GOLD, 2017).

Alterações patológicas da doença, como a obstrução ao fluxo expiratório e destruição do parênquima pulmonar levam à hiperinflação pulmonar e à limitação progressiva ao fluxo aéreo, aumentando a carga sobre os músculos inspiratórios (CHUANG et al., 2017), fazendo com que pacientes com DPOC apresentem, na maioria das vezes, fraqueza muscular respiratória e resistência muscular reduzida (OROZCO-LEVI, 2003). O diafragma é o músculo inspiratório mais acometido, pois o mesmo torna-se retificado, diminuindo a zona de aposição e restringindo sua função (TREVISAN et al., 2010).

Sabe-se que a Estimulação Diafragmática Elétrica Transcutânea (EDET) tem como objetivo estimular e recrutar o principal músculo inspiratório, o diafragma, através da aplicação de estímulos elétricos rítmicos de curta duração, por meio de eletrodos de superfície, alterando a pressão intrapleural, de forma a torná-la mais negativa, influenciando tanto na ventilação pulmonar quanto no retorno venoso e débito cardíaco (FERREIRA et al., 2015). Além de interferir no ganho de força e resistência muscular respiratória, a EDET garante a prevenção de hipotrofia muscular (SANTOS et al., 2013).

A estimulação diafragmática elétrica transcutânea (EDET) é considerada um recurso da fisioterapia respiratória, que tem como objetivo aumentar e/ou restaurar a força muscular respiratória, por meio de contrações musculares obtidas através de estímulos elétricos (FORTI, 2008). A EDET é utilizada com a finalidade de recrutar o maior número de

fibras musculares íntegras, gerando uma contração muscular específica e promovendo o fortalecimento da musculatura (MARTINELLI et al., 2016). Dessa forma, o objetivo desse estudo é verificar se a estimulação diafragmática elétrica transcutânea influencia a função cardiorrespiratória de indivíduos com DPOC.

## METODOLOGIA

### Desenho do estudo

A presente pesquisa trata-se de um estudo do tipo clínico, transversal, prospectivo, com abordagem quantitativa, que teve como objetivo comparar as variáveis cardiorrespiratórias de indivíduos com DPOC após aplicação da EDET.

Foram selecionados pacientes com DPOC encaminhados para a Clínica-Escola de Fisioterapia do Centro Universitário Serra dos Órgãos (UNIFESO). Após selecionados, os voluntários realizaram uma avaliação cardiorrespiratória e foram submetidos ao protocolo de aplicação da EDET.

Foram obtidas assinaturas de todos os voluntários através do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O protocolo obedeceu aos critérios da Resolução nº 466/12 (BRASIL, 2012), sendo encaminhado para o Comitê de Ética em Pesquisa do UNIFESO, via Plataforma Brasil, e aprovado em 13 de Novembro de 2017 sob o parecer de número 2.379.782.

### Critérios de inclusão

Foram incluídos na pesquisa indivíduos portadores de DPOC, de ambos os sexos, sem nenhuma outra comorbidade, que concordaram com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), de acordo com a resolução 466/12.

### Critérios de exclusão

Foram excluídos da pesquisa indivíduos com incapacidade cognitiva que impossibilitasse a compreensão/realização das avaliações; pacientes com limitação da amplitude de movimento nas articulações dos

membros inferiores; com deformidade em membros inferiores; cirurgias recentes; indivíduos com marcapasso, doença vascular periférica (especialmente quando há possibilidade de deslocamento de trombos), tecido neoplásico, seio carotídeo, áreas de infecção ativa nos tecidos e insuficiência cardíaca descompensada; angina instável e infarto agudo do miocárdio recente; indivíduos com alterações de sensibilidade; indivíduos com outras comorbidades, como cardiopatias.

#### Instrumentos de avaliação

A avaliação da força da musculatura respiratória foi obtida através das medidas de pressão inspiratória máxima (PI<sub>máx</sub>) e pressão expiratória máxima (PE<sub>máx</sub>), por meio de um manovacuômetro, com escala operacional em cmH<sub>2</sub>O. Para avaliação da PI<sub>máx</sub>, foi solicitado que o paciente realizasse uma expiração máxima, chegando ao volume residual (VR) e, em seguida, conectasse ao bocal e realizasse um esforço inspiratório máximo. Essa pressão foi sustentada por, no mínimo, 1,5 segundos (BESSA et al., 2015). Para avaliação da PE<sub>máx</sub>, foi solicitado que o paciente fizesse uma inspiração máxima, chegando até o nível da capacidade pulmonar total (CPT) e, em seguida, conectasse ao bocal e realizasse uma expiração máxima, que também foi sustentada por, no mínimo, 1,5 segundos. Foram realizadas três medidas para cada uma das pressões (inspiratória e expiratória), e o maior valor alcançado foi registrado (COELHO et al., 2012; BESSA et al., 2015).

A limitação de fluxo expiratório foi obtida através do medidor de pico de fluxo expiratório denominado *Peak Flow Meter*, que forneceu o resultado em L/min. Foi solicitado que o paciente, em posição sentada, realizasse uma inspiração máxima seguida de uma expiração forçada máxima e rápida através da peça bocal acoplada ao aparelho. Três manobras foram realizadas com uma pausa de 10 segundos entre elas, e o maior valor foi utilizado (CAIXETA & CONTATO, 2011).

A mobilidade torácica foi verificada através da cirtometria torácica, também

conhecida como perimetria tóraco-abdominal. Consiste em medidas das circunferências de tórax e abdômen, utilizando uma fita métrica em centímetros (cm), sendo avaliada em três níveis: perímetro axilar, perímetro xifoide e perímetro umbilical (LEHMKUHL et al., 2005). Primeiramente, a medida foi realizada em repouso; logo em seguida, na inspiração máxima ao nível da capacidade pulmonar total (CPT) e, depois, na expiração máxima ao nível do volume residual (VR), nas três regiões citadas anteriormente (CALDEIRA et al., 2007). Para a análise da mobilidade torácica, foi calculado o índice de amplitude de movimento (IA), que permite avaliar a expansibilidade tóraco-abdominal (JAMAMI et al., 1999), através da seguinte fórmula:

$$IA = \left( \frac{\frac{INS - EXP}{INS} + \frac{INS - EXP}{EXP}}{2} \right) \times 100$$

A tolerância ao exercício foi avaliada por meio do Teste de Caminhada de Seis Minutos (TC6M), um teste de esforço submáximo simples de ser realizado, que avalia a capacidade de realização das atividades diárias, ou seja, a capacidade funcional dos indivíduos (MARINO et al., 2007).

Para a realização do teste, os voluntários caminharam em um terreno plano com comprimento de 30 metros, livre de circulação de pessoas, sem obstáculos e demarcado a cada metro (BRITO & SOUSA, 2006). Antes da realização do teste, foram aferidos os sinais vitais, como frequência cardíaca (FC), pressão arterial (PA), saturação periférica de oxigênio (SpO<sub>2</sub>), frequência respiratória (FR) e sensações de dispneia e fadiga por meio da escala de Borg (AMERICAN THORACIC SOCIETY, 2002).

Os pacientes realizaram o teste utilizando um oxímetro portátil, colocado no dedo indicador da mão direita, para que a SpO<sub>2</sub> e a FC fossem monitoradas durante todo o teste.

A cada dois minutos de caminhada, foram registrados os valores de FC e SpO<sub>2</sub> e das sensações de dispneia e fadiga. Após um minuto do término do teste, todos os sinais vitais foram novamente aferidos e registrados.

O teste foi baseado nas normas proposta pela *American Thoracic Society* (ATS), utilizando estimulação a cada minuto com frases padronizadas como: "Você está indo bem, continue assim!" ou "Continue assim, faltam três minutos para terminar a caminhada." para que o participante não perdesse a motivação durante o teste. Segundo a ATS

(2002), o teste deve ser interrompido imediatamente caso o paciente apresente dor torácica, dispneia intolerável, sudorese excessiva, palidez, tontura e/ou câimbras nos membros inferiores.

Ao final do teste, o número e o tempo de paradas (caso aconteça), assim como a distância percorrida, também foram registrados. Os valores da distância percorrida durante o teste (DP6M) foram comparados aos seus respectivos valores preditos, de acordo com as equações propostas por Enright & Sherrill em 1998 (TABELA 1):

TABELA 1 - Equações que foram utilizadas para encontrar os valores preditos do TC6M

HOMENS	$DTC6m = (7,57 \times \text{estatura}_{cm}) - (5,02 \times \text{idade}_{anos}) - (1,76 \times \text{peso}_{kg}) - 309_m$
MULHERES	$DTC6m = (2,11 \times \text{estatura}_{cm}) - (2,29 \times \text{peso}_{kg}) - (5,78 \times \text{idade}_{anos}) + 667_m$

DTC6m: Distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos; cm: centímetros; kg: kilograma; m: metros

Desenvolvida para avaliar o grau de percepção do esforço ou dispneia durante o exercício, a Escala de Borg Modificada é uma adaptação da Escala de Borg original (MARTINS et al., 2014) e a mesma foi utilizada durante o TC6M. Trata-se de uma escala vertical, quantificada de 0-10, onde 0 representa nenhum sintoma e 10 representa sintoma máximo (CAVALLAZZI et al., 2005).

Desenvolvido originalmente em inglês, o questionário Duke Activity Status Index (DASI) é um método para avaliação da capacidade funcional (COUTINHO-MYRRHA et al., 2014). O questionário consiste em 12 itens que tem por objetivo avaliar a capacidade do indivíduo em realizar atividades da vida diária, tais como higiene pessoal, andar dentro de casa, subir escadas ou ladeiras e funções sexuais, sendo respondidas com "sim ou não". Cada item é pontuado de acordo com custo metabólico (MET) já preestabelecido pelo questionário (COUTINHO-MYRRHA et al., 2014; GEREZ, 2015).

### Procedimento experimental

A aplicação da EDET foi realizada em um aparelho de corrente FES (Functional Electrical Stimulation) Ibramed, modelo Neurodyn Compact. O indivíduo permaneceu deitado em posição de decúbito dorsal com a cabeça elevada em 30°. Os pontos motores são essenciais para a resposta eficaz da contração do diafragma e foram descritos por vários autores como sendo encontrados na linha axilar média, ao nível dos sexto, sétimo e oitavo espaços intercostais, nos quais as fibras musculares diafragmáticas estão superficiais; e na região paraxifoidea direita e esquerda, no terceiro espaço intercostal (CANCELLIERO, 2013).

O protocolo da EDET foi composto pelos seguintes parâmetros: 25 a 30 Hz de frequência de pulso, 1,0 segundo de tempo de subida, de contração e de descida, tempo de relaxamento de 2,0 segundos; tempo de estimulação de 30 minutos e intensidade variável de acordo com a sensibilidade do paciente (CANCELLIERO, 2013).

Esse protocolo foi aplicado em 10 sessões, duas vezes por semana, com duração de 30 minutos cada sessão.

#### Análise dos dados

Os dados obtidos foram comparados estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade, através do software SigmaStat 3.5 (Systat Software, Inc., 2006). Para a aplicabilidade da correlação linear simples e comparação entre os grupos, foi testada a normalidade dos dados pelo Teste de Normalidade Kolmogorov-Smirnov. Em seguida, foi aplicado o teste da mediana de Levene para verificar a homogeneidade das variâncias. A comparação dos dados obtidos antes e após o protocolo de tratamento foi realizada por meio do Test T pareado.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quatorze pacientes com DPOC completaram o protocolo de tratamento baseado na EDET. Os pacientes possuíam idade média de  $66,22 \pm 5,71$  anos. Quando houve falta, a sessão foi repostada na mesma semana. Os resultados apresentados a seguir são referentes a esses dados.

Com relação aos sinais vitais e níveis de fadiga e dispneia, observa-se que as medidas de FR e SpO<sub>2</sub>, assim como as sensações percebidas de dispneia e fadiga apresentaram melhora com o tratamento, conforme mostra a Tabela 2.

TABELA 2: Sinais Vitais

	ANTES	APÓS
PAS	$125,71 \pm 11,58$	$122,85 \pm 12,04$
PAD	$78,57 \pm 10,99$	$74,29 \pm 7,59$
FC	$86,29 \pm 9,23$	$80,14 \pm 14,96$
FR	$19,93 \pm 3,20$	$17,36 \pm 1,98^*$
SPO <sub>2</sub>	$92,43 \pm 3,23$	$94,57 \pm 4,31^*$
BD	$2,14 \pm 2,35$	$0,86 \pm 1,51^*$
BF	$2,50 \pm 2,21$	$0,86 \pm 1,51^*$

Dados expressos em média  $\pm$  desvio padrão. PAS: Pressão Arterial Sistólica; PAD: Pressão Arterial Diastólica; FC: Frequência Cardíaca; FR: Frequência Respiratória; SPO<sub>2</sub>: Saturação Periférica de Oxigênio; BD: Borg Dispneia; BF: Borg Fadiga; \*: Significativamente diferente dos dados obtidos antes do tratamento.

O aumento nos níveis de Saturação Periférica de Oxigênio ocorreu possivelmente pela melhora do desempenho do diafragma após a aplicação da EDET. Esse resultado se

assemelha aos encontrados por Filho et al. (2010) e Mazullo et al. (2010), visto que os mesmos também mostraram uma melhora significativa nos níveis de Saturação Periférica de Oxigênio com o protocolo da EDET.

Com relação à função pulmonar, observamos um aumento significativo em relação a PIMáx e a PEMáx, mostrando melhora da força muscular inspiratória e expiratória. Também foi observado aumento no PFE, indicando redução da resistência das vias aéreas (TABELA 3).

Em um estudo realizado por Cancelliero et al. (2012), os autores utilizaram dois protocolos diferentes para aplicação da EDET, sendo um aplicado por meio do aparelho Dualpex, modelo Phrenics, desenvolvido especificamente para aplicação da EDET com os parâmetros fixos e já modulados, e outro, aplicado por meio do aparelho Dualpex961, descrito e fundamentado por Gueddes et al. (1990). Observou-se que os dois tipos de protocolos promoveram aumento significativo nos níveis das pressões inspiratória e expiratória máximas.

Com relação à mobilidade torácica, apesar do aumento do índice de amplitude, não

houve diferença estatística antes e após a realização do tratamento proposto (TABELA 3).

Em um estudo realizado por Martins et al. (2017), em que pacientes saudáveis realizaram o protocolo da EDET por 10 sessões, foi evidenciado um aumento significativo da mobilidade torácica à nível de apêndice xifoide e linha umbilical, evidenciando que a EDET foi capaz de aumentar a expansibilidade torácica à nível de terço médio e bases pulmonares. Entretanto, em nosso estudo, não houve um aumento da mobilidade torácica em nenhum dos níveis avaliados.

TABELA 3: Função Pulmonar

	ANTES	APÓS
PIMáx	-83,14 ± 25,64	-94,36 ± 23,37*
PEMáx	78,85 ± 19,43	100,29 ± 24,05*
PFE	226,43 ± 62,83	291,43 ± 75,64*
IA linha axilar	1,36 ± 1,77	2,28 ± 1,86
IA apêndice xifoide	1,19 ± 1,63	2,32 ± 2,03
IA linha umbilical	0,05 ± 3,21	6,78 ± 27,88

Dados expressos em média ± desvio padrão. PIMáx: Pressão Inspiratória Máxima; PEMáx: Pressão Expiratória Máxima; PFE: Pico de Fluxo Expiratório; IA: Índice de amplitude; \*: Significativamente diferente dos dados obtidos antes do tratamento.

Observou-se um aumento significativo na DP6M, indicando uma melhora na tolerância ao exercício. Entretanto, não houve alterações no resultado do questionário DASI, indicando que o protocolo de tratamento não influenciou na capacidade funcional (TABELA 4).

Em relação à tolerância ao exercício, é possível que essa alteração tenha ocorrido em virtude do aumento da mobilidade torácica à nível de terço médio pulmonar, o que resultou

em melhora da ventilação alveolar e, conseqüentemente, da perfusão pulmonar bem como da relação ventilação/perfusão. Dessa forma, essas mudanças podem ter acarretado em uma melhora na oxigenação da musculatura periférica em função do aumento do suprimento de oxigênio (AIRES, 1999). Além disso, a fraqueza muscular respiratória pode contribuir para uma redução da tolerância ao exercício físico (WEINER et al., 2003). Sendo assim, o aumento da distância percorrida durante o teste de caminhada de seis minutos pode ter sido influenciado, também, pela melhora da força muscular respiratória, avaliada pelas pressões respiratórias máximas.

TABELA 4: Capacidade Funcional

	ANTES	APÓS
DP6M	23,20 ± 9,75	368,64 ± 74,53*
DASI	23,20 ± 9,75	26,49 ± 10,50

Dados expressos em média ± desvio padrão. DP6M: Distância Percorrida no Teste de Caminhada de seis minutos; DASI: *Duke Activity Status Index*.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do presente estudo mostraram que a estimulação diafragmática elétrica transcutânea foi eficaz em aumentar os níveis de saturação periférica de oxigênio, diminuir a sensação de dispneia e fadiga, melhorar a força muscular respiratória, aumentar o pico de fluxo expiratório, bem como a melhorar a tolerância ao exercício físico.

Sendo assim, aplicação da EDET pode ser uma ferramenta efetiva para a fisioterapia respiratória, promovendo melhora no desempenho do músculo diafragma. Além disso, o uso dessa ferramenta pode contribuir para a melhora da função pulmonar e do condicionamento cardiorrespiratório de indivíduos portadores de DPOC.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIRES, M. M. *Fisiologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999.

AMERICAN THORACIC SOCIETY. **Guidelines for the Six-Minute Walk Test. American Journal of Respiratory And Critical Care Medicine**, [s.l.], v. 166, n. 1, p.111-117, jul. 2002.

BESSA, E. J. C., LOPES, A.G., RUFINO, R. **A importância da medida da força muscular respiratória na prática da pneumologia. Pulmão Rj**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 24, p.37-41, 24 jan. 2015.

BRITTO, R. R., SOUSA, L. A. **Teste de caminhada de seis minutos uma normatização brasileira**. *Fisioterapia em*

*Movimento*, Curitiba, v. 4, n. 19, p.49-54, dez. 2006.

CAIXETA, F., CONTATO, C. **Avaliação do pico de fluxo expiratório máximo e da capacidade inspiratória em trabalhadores expostos a agentes agressivos ao sistema respiratório. Revista Mineira de Ciências da Saúde**, Patos de Minas, v. 3, n. 3, p.45-51, ago. 2011.

CALDEIRA, V. S., STARLING, C. C. D., BRITTO, R. R., MARTINS, J. A., SAMPAIO, R. F., PARREIRA, V. F. **Precisão e acurácia da cirtometria em adultos saudáveis. J Bras Pneumol**, Minas Gerais, v. 5, n. 33, p.519-526, jan. 2007.

CANCELLIERO, K. M., IKE, D., SAMPAIO, L. M., SANTOS, V. L., STIRBULOV, R., COSTA, D. **Estimulação diafragmática elétrica transcutânea (EDET) para fortalecimento muscular respiratório: estudo clínico controlado e randomizado. Fisioterapia e Pesquisa**, Piracicaba (sp), v. 4, n. 19, p.303-308, nov. 2012.

CANCELLIERO, K. M., IKE, D., PANTONI, C. B. F., MENDES, R. G., SILVA, A. B., COSTA, D. **Efeito da eletroestimulação diafragmática elétrica transcutânea em parâmetros respiratórios de pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica. Revista Brasileira de Fisioterapia**, Piracicaba (sp), v. 20, n. 4, p.322-329, out. 2013.

CAVALLAZZI, T. G. L., CAVALLAZZI, R.S., CAVALCANTE, T. M. C.,

- BETTENCOURT, A. R. C., DICCINI, S. **Avaliação do uso da Escala Modificada de Borg na crise asmática.** *Acta Paul Enfermagem*, São Paulo, v. 1, n. 18, p.39-45, jan. 2005.
- CHUANG, H. Y., CHANG, H. Y., FANG, Y., GUO, S. **The effects of threshold inspiratory muscle training in patients with chronic obstructive pulmonary (COPD) disease: A randomized experimental study.** *J Clin Nurs*, p.1-9. 2017.
- COELHO, C. M., CARVALHO, R.M., GOUVEIA, D. S. A., JUNIOR, J. M.N. **Comparação entre parâmetros de pressões respiratórias máximas em indivíduos saudáveis.** *J Bras Pneumol.* 38(5):605-613. 2012.
- COUTINHO-MYRRHA, M. A., DIAS, R. C., FERNADES, A. A., ARAUJO, C. G. HLATKY, M. A., PEREIRA, D. G., BRITTO, R. R. **Duke Activity Status Index em Doenças Cardiovasculares: Validação de Tradução em Português.** *Arq Bras Cardiol*, Rio de Janeiro, v. 102, n. 4, p.383-390, abr. 2014.
- ENRIGHT, P. L.; SHERRILL, D. L. **Reference Equations for the Six-Minute Walk in Healthy Adults.** *Am J Respir Crit Care Med*, Tucson, v. 158, p.1384-1387, 1998.
- FERREIRA, L. L., MELLO, J. R. C., BRITO, M.V. C., CAVENAGHI, O. M. **Efetividade da estimulação diafragmática elétrica transcutânea na força muscular respiratória, volumes e capacidades pulmonares: revisão sistemática.** *Medicina (ribeirão Preto)*, São José do Rio Preto, Sp, v. 5, n. 48, p.491-500, 20 fev. 2015.
- FILHO, J. B. R. M., CAMELO, F. M., RIEDEL, G. P. **Análise da eletroestimulação diafragmática em pacientes na unidade de terapia intensiva.** *Rev Bras Fisioter.* 14(Supl 1): 543, 2010.
- GEREZ, A. P. **Avaliação da qualidade de vida e capacidade funcional de indivíduos com insuficiência cardíaca isquêmica e chagásica.** 34 f. TCC (Graduação) - Curso de Fisioterapia, Universidade de Brasília-unb, Brasília, 2015.
- GOLD, **Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease.** Pocket Guide to COPD Diagnosis, Management, and Prevention. 2017.
- GUEDES L.A., VOORHEES, W.D., BOULAND, J.D. **Optimum stimulus frequency for contracting the inspiratory muscle with chestsurface electrodes to produce artificial respiration.** *Ann Biomed Eng*, 18: 103-108, 1990.
- JAMAMI, M. PIRES, V. A., OISHI, J., COSTA, D. **Efeitos da intervenção fisioterapêutica na reabilitação pulmonar de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC).** *Fisioterapia e Pesquisa*, São Paulo, v. 6, n. 2, p.140-153, dez. 1999.
- LEHMKUHL, E., NEVES, F. M., PANIZZI, E. A., PAMPLONA, C. M. A., KERKOSKI, E. **A Mobilidade Torácica Avaliada Em Diferentes Regiões Através Da Técnica De Cirtometria Em Indivíduos Saudáveis.** IX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e V Encontro Latino Americano de Pós-graduação – Universidade do Vale do Paraíba, Paraíba, v. 1, n. 1, p.1589-1592, jan. 2005.
- MARINO, D. M., MARRARA, K.T., LORENZO, V. A. P., JAMAMI, M. **Teste de caminhada de seis minutos na doença pulmonar obstrutiva crônica com diferentes graus de obstrução.** *Rev Bras Med Esporte*, Niterói, v. 13, n. 2, p.1-1, mar. 2007.
- MARTINS, E. C., FONSECA, R. B., DEMANI, L., FERNANDES, A. B. S. **Estimulação diafragmática elétrica transcutânea em indivíduos saudáveis sedentários.** *Fisioterapia SER*, v. 12, n. 4, p.319-322, Julho, 2017.
- MAZULLO FILHO, J.B.R.; CAMELO, F.M.; RIEDEL, G.P. **Análise da eletroestimulação diafragmática em pacientes na unidade de terapia intensiva.** *Rev Bras Fisioter.* 2010.

OROZCO-LEVI, M. **Structure and function of the respiratory muscles in patients with COPD: impairment or adaptation? European Respiratory Journal.** Barcelona, p. 1-1. nov. 2003.

MARTINS, R., ASSUMPÇÃO, M. S., SCHIVINSKI, C.I. S. **Percepção de esforço e dispneia em pediatria: revisão das escalas de avaliação.** Medicina, Ribeirão Preto, v. 47, n. 1, p.25-35. 2014.

SANTOS, L. A., BORGI, J. R., DAISTER, J. L. N., FORTI, E. M. P. **Efeitos da estimulação diafragmática elétrica transcutânea na função pulmonar em idosos. Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia.** Piracicaba (sp), v. 3, n. 16, p.495-502, abr. 2013.

TREVISAN, M. E., PORTO, A. S., PINHEIRO, T. M. **Influência do treinamento da musculatura respiratória e de membros inferiores no desempenho funcional de indivíduos com DPOC. Fisioter Pesq.** 2010, Rio Grande do Sul, p.209-213, 17 mar. 2010.

WEINER, P., MAGADLE, R., BECKERMAN, M., WEINER, M., BERAR-YANAY, N. **Comparison of Specific Expiratory, Inspiratory, and Combined Muscle Training Programs in COPD. CHEST.** 124:1357–1364, 2003.