

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE PORTO ALEGRE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO

**Natiele Camponogara Righi**

**ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA DE  
CORPO INTEIRO NA DOENÇA  
PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA**

**UFCSPA**

Universidade Federal de Ciências da Saúde  
de Porto Alegre

Porto Alegre

2025

**Natiele Camponogara Righi**

# **ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA DE CORPO INTEIRO NA DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre como requisito para a obtenção do grau de Doutor.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Della Méa  
Plentz

Coorientadora: Dra. Jociane Schardong

Porto Alegre

2025

#### Catálogo na Publicação

Camponogara Righi, Natiele  
ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA DE CORPO INTEIRO NA DOENÇA  
PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA / Natiele Camponogara Righi.  
-- 2025.  
64 p. : il., graf., tab. ; 30 cm.  
Tese (doutorado) -- Universidade Federal de  
Ciências da Saúde de Porto Alegre, Programa de Pós-  
Graduação em Ciências da Reabilitação, 2025.  
Orientador(a): Rodrigo Della Méa Plentz ;  
coorientador(a): Jociane Schardong. 1. Doença  
Pulmonar Obstrutiva Crônica. 2. Estimulação elétrica. I.  
Título.

Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da UFCSPA com os dados  
fornecidos pelo(a) autor(a).

# ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA DE CORPO INTEIRO NA DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA

## BANCA AVALIADORA

---

Dr. Bruno Manfredini Baroni  
Departamento de Fisioterapia  
Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

---

Dr. Richard Eloin Liebano  
Department of Rehabilitation Sciences  
University of Hartford

---

Dra. Audrey Borghi Silva  
Departamento de Fisioterapia  
Universidade Federal de São Carlos

---

Dr. João Luiz Quagliotti Durigan  
Departamento de Fisioterapia  
Universidade de Brasília

Porto Alegre

2025

## RESUMO

Pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) apresentam, além de sintomas respiratórios, disfunção muscular periférica, que contribui para o comprometimento funcional. A estimulação elétrica de corpo inteiro (EECI) pode ter efeitos benéficos nessa população. Os objetivos do estudo foram investigar a segurança e os efeitos da EECI para pacientes com DPOC. Para isso, foram realizados dois ensaios clínicos randomizados (ECR). O primeiro ECR investigou a segurança de dois protocolos de EECI, um de 32 contrações musculares (oito minutos) e um de 64 contrações musculares (16 minutos). Foi utilizada corrente pulsada bifásica simétrica, duração de pulso de 400 $\mu$ s, frequência de 75Hz, tempo de contração de cinco segundos e tempo de repouso de 10 segundos. Foram avaliadas a saturação periférica de oxigênio (SpO<sub>2</sub>), frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR) e sensação de fadiga e dispnéia (escala de BORG), controle autonômico (variabilidade da frequência cardíaca – VFC), dor (escala numérica visual), dano muscular (creatina quinase), nível de lactato sérico, força muscular e ocorrência de eventos adversos. Oito pacientes participaram do estudo, com média de idade de 64 $\pm$ 10 anos. Ambos os protocolos de EECI demonstraram ser seguros para pacientes com DPOC. O segundo ECR comparou os efeitos do treinamento de força convencional com a EECI na força muscular periférica e respiratória, capacidade funcional, espessura muscular, qualidade de vida, perfil inflamatório e estresse oxidativo de pacientes com DPOC em fase de manutenção de um programa de reabilitação pulmonar. Os pacientes seguiram realizando todos os componentes do programa de reabilitação pulmonar duas vezes por semana, em dias alternados. Em substituição aos exercícios de fortalecimento de membros superiores e inferiores, os pacientes do grupo EECI realizaram um protocolo de oito semanas, com progressão no número de contrações musculares após a segunda (de 64 para 96) e quinta semanas (de 96 para 120). A EECI teve duração de 16 a 20 minutos e foi realizada em associação com agachamentos, flexão e extensão de cotovelo, subir e descer degraus e exercícios abdominais. A EECI demonstrou resultados semelhantes na força e funcionalidade de pacientes com DPOC em manutenção de reabilitação pulmonar podendo ser uma alternativa na reabilitação desses pacientes.

Palavras-chave: Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica; Estimulação elétrica; Ensaio clínico.

## ABSTRACT

Patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) present, in addition to respiratory symptoms, peripheral muscle dysfunction, which contributes to functional impairment. Whole-body electrical stimulation (WBES) may have beneficial effects in this population. The objectives of the study were to investigate the safety and effects of WBES for patients with COPD. For this purpose, two randomized clinical trials (RCTs) were conducted. The first RCT investigated the safety of two WBES protocols, one of 32 muscle contractions (eight minutes) and one of 64 (16 minutes). Symmetrical biphasic pulsed current, pulse duration of 400  $\mu$ s, frequency of 75 Hz, contraction time of five seconds, and rest time of 10 seconds were used. Peripheral oxygen saturation (SpO<sub>2</sub>), heart rate (HR), respiratory rate (RR), sensation of fatigue and dyspnea (BORG scale), autonomic control (heart rate variability – HRV), pain (visual numerical scale), muscle damage (creatine kinase), serum lactate level, muscle strength, and occurrence of adverse events were evaluated. Eight patients participated in the study, with a mean age of  $64 \pm 10$  years. Both WBES protocols were shown to be safe for patients with COPD. The second RCT compared the effects of conventional strength training with WBES on peripheral and respiratory muscle strength, functional capacity, muscle thickness, quality of life, inflammatory profile, and oxidative stress in patients with COPD undergoing maintenance of a pulmonary rehabilitation program. Patients continued to perform all components of the pulmonary rehabilitation program twice a week, on alternate days. In place of upper and lower limb strengthening exercises, patients in the WBES group performed an eight-week protocol, with progression in muscle contractions after the second (from 64 to 96) and fifth weeks (from 96 to 120). WBES lasted 16 to 20 minutes and was performed with squats, elbow flexion, and extension, climbing up and down stairs, and abdominal exercises. The WBES demonstrated similar results in the strength and functionality of COPD patients undergoing pulmonary rehabilitation and may be an alternative in the rehabilitation of these patients.

Keywords: Pulmonary Disease, Chronic Obstructive; Electric Stimulation; Clinical Trial.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Traje com eletrodos .....	12
Figure 1 (Artigo 1) – Flowchart .....	27
Figure 2 (Artigo 1) – A: Serum CK Levels; B: Muscle soreness .....	28
Figure 1 (Artigo 2) – WBES electrodes .....	41
Figure 1 (Artigo 3) – WBES protocol exercises .....	54
Figure 2 (Artigo 3) – Flowchart .....	54

## LISTA DE TABELAS

Table 1 (Artigo 1) – Baseline characteristics .....	29
Table 2 (Artigo 1) – SpO <sub>2</sub> , HR, RR, SBP, DBP, dyspnea and fatigue reported	30
Table 3 (Artigo 1) – Heart rate variability .....	31
Table 1 (Artigo 2) – WBES Protocol .....	41
Table 2 (Artigo 2) – Progression of contractions .....	41
Table 1 (Artigo 3) – Baseline characteristics .....	55
Table 2 (Artigo 3) – Peripheral muscle strength .....	56
Table 3 (Artigo 3) – Respiratory muscle strength, functional capacity, muscle thickness, and quality of life .....	57
Table 4 (Artigo 3) – Inflammatory profile and oxidative stress .....	58

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DPOC	Doença pulmonar obstrutiva crônica
VEF <sub>1</sub>	Volume expiratório forçado em um segundo
CVF	Capacidade vital forçada
EENM	Estimulação elétrica neuromuscular
EECI	Estimulação elétrica de corpo inteiro
CK	Creatina kinase

## SUMÁRIO

<b>1 CONTEXTUALIZAÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>15</b>
<b>3 ARTIGO 1 .....</b>	<b>16</b>
<b>4 ARTIGO 2.....</b>	<b>32</b>
<b>5 ARTIGO 3.....</b>	<b>42</b>
<b>6 CONCLUSÃO GERAL.....</b>	<b>59</b>
<b>7 IMPACTOS DO TRABALHO .....</b>	<b>60</b>

## 1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) faz parte do grupo de doenças que afetam o pulmão e as suas estruturas, sendo a causa mais comum de mortes atribuíveis a doenças respiratórias crônicas, com 41,9 mortes por 100.000 indivíduos (5,7% do total de mortes por todas as causas) (GOLD, 2025). A Organização Mundial da Saúde prevê que até 2030 a DPOC será a terceira principal causa de morte no mundo (WORLD HEALTH ORGANIZATION).

O tabagismo é o principal fator de risco, mas a DPOC também pode ser consequência da exposição a partículas provenientes de combustíveis de biomassa, da poluição atmosférica e fatores genéticos (GOLD, 2025; MANNINO; BUIST, 2007; RABE; WATZ, 2017). O fator de risco genético está relacionado à deficiência de alfa-1 antitripsina, proteína responsável por inibir a elastase neutrofílica, uma enzima que pode atacar a elastina pulmonar e danificar a integridade das paredes brônquicas e alveolares (ABBOUD et al., 2011; STOLLER; ABOUSSOUAN, 2005).

O acúmulo de citocinas inflamatórias e espécies reativas de oxigênio contribuem para a remodelação e destruição do parênquima pulmonar. Além disso, o desequilíbrio protease-antiprotease é um mecanismo descrito para o desenvolvimento do enfisema (SHARAFKHANEH; HANANIA; KIM, 2008). Essas alterações reduzem a capacidade das vias aéreas de permanecerem abertas durante a expiração e limitam o esvaziamento dos pulmões durante a expiração forçada, diminuem o volume expiratório forçado em um segundo ( $VEF_1$ ), a capacidade vital forçada (CVF) e contribuem para o aprisionamento de gases e para a hiperinsuflação pulmonar (GOLD, 2025; RABE; WATZ, 2017).

Os sintomas característicos da DPOC incluem dispneia e tosse crônicas (GOLD, 2025), além de fraqueza muscular respiratória. Associada a isso, a disfunção muscular periférica é uma das manifestações extrapulmonares mais comuns (MAN, 2016) e contribui para o aumento dos sintomas respiratórios e para o comprometimento funcional e consequente sarcopenia nessa população (BONE et al., 2017).

O diagnóstico compreende análise do histórico médico, identificação de fatores de risco e a avaliação da função pulmonar através da espirometria (GOLD 1-4) e histórico de exacerbações (GOLD A-D). O critério espirométrico

para obstrução ao fluxo aéreo é uma relação pós-broncodilatador de  $VEF_1/CVF$  é menor que 0,7 (GOLD, 2025; KAHNERT et al., 2023). Quando isso ocorre, a gravidade da limitação do fluxo de ar é classificada com pontos de corte específicos, como leve (GOLD 1)  $VEF_1$  menor ou igual a 80% do predito, moderada (GOLD 2)  $VEF_1$  entre 50% e 80%, severa (GOLD 3)  $VEF_1$  entre 30% e 50% e muito severa (GOLD 4)  $VEF_1$  menor que 30% (GOLD, 2025).

O tratamento da DPOC envolve a redução da exposição à fatores de risco, o controle de exacerbações e dos sintomas. O manejo farmacológico varia de acordo com a gravidade, sintomatologia e risco de exacerbação, e envolve geralmente o uso de broncodilatadores, anti-inflamatórios e corticosteroides. Em alguns casos é indicada a oxigenoterapia e o suporte ventilatório não invasivo (GOLD, 2025). Além disso, estratégias não farmacológicas, como mudanças no estilo de vida são necessárias para controlar a condição (VOGELMEIER et al., 2020).

A reabilitação pulmonar é um importante componente no tratamento desses pacientes, uma vez que evitam exercícios físicos como uma estratégia de conforto imediato dos sintomas (SPRUIT, 2014; TROOSTERS et al., 2023), o que leva ao descondicionamento físico. Conseqüentemente, ocorrem adaptações no metabolismo, na função e na composição muscular que resultam em disfunção muscular. Essa leva ao agravamento dos sintomas respiratórios e está relacionada à maior mortalidade, redução da qualidade de vida e necessidade de internação hospitalar (MALTAIS et al., 2014).

Programas de reabilitação pulmonar consistem em uma avaliação multiprofissional do paciente, seguida de terapias personalizadas que incluem, mas não se limitam a exercícios físicos, educação e orientações para adequação de hábitos (MALTAIS et al., 2014; TROOSTERS et al., 2023). São recomendados pelo *National Institute for Health and Care Excellence* (NICE, 2019) e projetados para melhorar a condição física e psicológica e para promover a adesão a longo prazo a comportamentos benéficos para a saúde (SPRUIT et al., 2013). O exercício físico faz parte da reabilitação pulmonar e atua aumentando a força e resistência muscular e a capacidade ventilatória e reduzindo a dispnéia (TROOSTERS et al., 2023).

A estimulação elétrica neuromuscular (EENM) é uma estratégia recomendada pela *American Thoracic Society* para indivíduos descondicionados

com limitação ventilatória grave, pois gera contração muscular efetiva sem causar dispneia ou grande demanda cardiocirculatória, além de ignorar aspectos motivacionais envolvidos no exercício convencional que podem dificultar ou impedir a realização efetiva de exercícios (SPRUIT et al., 2013). De forma isolada e também associada à reabilitação pulmonar, a EENM aumenta a capacidade funcional (GONG et al., 2018; HILL et al., 2018; MEKKI et al., 2019; WU et al., 2020), a força muscular (GONG et al., 2018; HILL et al., 2018; MEKKI et al., 2019) e a massa muscular (GONG et al., 2018), além de melhorar o equilíbrio (MEKKI et al., 2019), a qualidade de vida (HILL et al., 2018; WU et al., 2020), e reduzir a dispneia (MEKKI et al., 2019; WU et al., 2020) de pacientes com DPOC. No entanto, cabe destacar que as recomendações se referem ao uso da EENM em grupos musculares isolados, principalmente em membros inferiores. No melhor do nosso conhecimento, ainda não há estudos que utilizem a EENM em grandes grupos musculares e de forma simultânea em pacientes com DPOC.

As tecnologias e equipamentos disponíveis nos dias de hoje permitem estimular simultaneamente vários grupos musculares de forma individualizada ou em conjunto, o que permitiu o desenvolvimento da estimulação elétrica de corpo inteiro (EECI). Essa envolve a contração simultânea da maioria dos grupos musculares que formam o corpo humano (músculos do tórax e abdômen, dos membros superiores e inferiores). Alguns equipamentos possuem trajes compostos por coletes e cintas com eletrodos internos (Figura 1), que possibilitam a associação à exercícios. A contração dos músculos agonistas e antagonistas pode ser realizada ao mesmo tempo, gerando um exercício com componentes concêntricos e excêntricos, proporcionando uma nova forma de tratamento e treinamento físico.



Figura 1. Traje com eletrodos

Por se tratar de uma nova terapia e por envolver o componente excêntrico do exercício, há uma preocupação quanto ao aumento nos níveis de creatina kinase (CK) após a utilização da EECl (STÖLLBERGER; FINSTERER, 2019). No entanto, já foi evidenciado que indivíduos saudáveis, que realizaram a EECl uma vez por semana, durante 10 semanas, apresentaram elevação dos níveis de CK após a primeira sessão, com subsequente redução ao final do protocolo, demonstrando adaptação fisiológica ao exercício (TESCHLER et al., 2016). Ainda, em indivíduos idosos que realizaram um protocolo de oito semanas de EECl, foi apresentado aumento nos níveis de CK apenas na primeira semana, sem outros sinais de rabdomiólise (BLOECKL et al., 2022).

As evidências sobre a EECl aumentaram na última década, acompanhando o avanço das tecnologias de eletroestimulação e sua aplicação em diferentes áreas da saúde. Os estudos investigam os efeitos dessa técnica em diferentes populações, como idosos, adultos sedentários, atletas e pacientes com doenças crônicas. Recentes revisões sistemáticas demonstraram efeitos benéficos da EECl na força muscular de adultos não atletas (KEMMLER et al., 2021) e idosos (DE OLIVEIRA et al., 2022), bem como na sarcopenia (DE OLIVEIRA et al., 2022).

A obesidade também é uma condição estudada, com evidências sugerindo que a EECl melhora a composição corporal e o desempenho físico de mulheres obesas (SALHI et al., 2024). Pode ser considerada uma opção para a reabilitação após cirurgia bariátrica, uma vez que preveniu a perda de força e resistência muscular (ANDRÉ et al., 2021) e melhorou a capacidade funcional (RICCI et al., 2020) após o procedimento. Além disso, a EECl demonstrou efeitos positivos na redução do risco cardiometabólico em adultos com risco moderado a alto de síndrome metabólica (GURETZKI et al., 2024). Tais evidências sugerem que a EECl pode ser uma opção viável para pessoas com dificuldades de aderência ao exercício convencional.

Nesse sentido, a EECl pode ser um importante componente na reabilitação de pacientes com DPOC, pois essa população frequentemente apresenta perda de massa muscular e capacidade funcional reduzida, fatores que impactam negativamente sua qualidade de vida. No entanto, no melhor do nosso conhecimento, até o momento não há evidências da segurança e dos

efeitos da EECI para essa população, destacando a necessidade de estudos clínicos que avaliem seus potenciais benefícios e riscos nesse contexto.

## **2 OBJETIVOS**

### **Objetivo Geral**

Investigar os efeitos da EECl em pacientes com DPOC.

### **Objetivos Específicos**

- Investigar a segurança da EECl em pacientes com DPOC.
- Elaborar um protocolo de EECl para verificar os efeitos dessa na força muscular, capacidade funcional, espessura muscular e qualidade de vida de pacientes com DPOC.
- Comparar a EECl com o treinamento de força convencional na força muscular periférica e respiratória, capacidade funcional, espessura muscular, qualidade de vida, perfil inflamatório e estresse oxidativo de pacientes com DPOC em fase de manutenção de um programa de reabilitação pulmonar.

**3 ARTIGO 1**

“Artigo com dados inéditos não publicados”

**4 ARTIGO 2**

“Artigo com dados inéditos não publicados”

**5 ARTIGO 3**

“Artigo com dados inéditos não publicados”

## **6 CONCLUSÃO GERAL**

A EECl demonstrou ser uma intervenção segura e bem tolerada por pacientes com DPOC. Além disso, mostrou efeitos semelhantes ao treinamento de força convencional em desfechos clínicos e funcionais, como força muscular, funcionalidade e marcadores inflamatórios, quando aplicada durante a fase de manutenção da reabilitação pulmonar. Esses achados indicam que a EECl pode ser uma estratégia complementar ou alternativa viável para a reabilitação de pacientes com DPOC, especialmente para aqueles com limitações que dificultam a realização de exercícios resistidos convencionais.

## **7 IMPACTOS DO TRABALHO**

Este estudo apresenta impactos relevantes nos âmbitos clínico, científico e social. Clinicamente, a EECl demonstrou ser uma alternativa segura e semelhante ao treinamento de força convencional para pacientes com DPOC, especialmente para aqueles com limitações físicas ou intolerância ao esforço, favorecendo maior adesão à reabilitação e melhora da funcionalidade. Do ponto de vista científico, o estudo contribui para a ampliação das evidências sobre o uso da EECl em doenças crônicas. Essa pode ser incorporada aos programas de reabilitação pulmonar como um recurso complementar ou substitutivo, especialmente em contextos com restrições estruturais ou para pacientes mais frágeis. Sob a perspectiva social, a EECl pode favorecer a autonomia dos indivíduos e ampliar o acesso ao tratamento da DPOC, destacando seu potencial como uma estratégia terapêutica inovadora.

## REFERÊNCIAS

ABBOUD, R. T. et al. Alpha1-antitrypsin deficiency: a clinical-genetic overview. *The Application of Clinical Genetics*, v. 4, p. 55–65, mar. 2011.

ANDRÉ, L. D. et al. Whole-body electrical stimulation as a strategy to improve functional capacity and preserve lean mass after bariatric surgery: a randomized triple-blind controlled trial. *International Journal of Obesity*, v. 45, n. 7, p. 1476–1487, 1 jul. 2021.

BLOECKL, J. et al. Feasibility and Safety of Whole-Body Electromyostimulation in Frail Older People—A Pilot Trial. *Frontiers in Physiology*, v. 13, 24 jun. 2022.

BONE, A. E. et al. Sarcopenia and frailty in chronic respiratory disease: Lessons from gerontology. *Chronic Respiratory Disease*, v. 14, n. 1, p. 85–99, 1 fev. 2017.

DE OLIVEIRA, T. et al. Effects of whole-body electromyostimulation on health indicators of older people: Systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, v. 31, p. 134–145, 2022.

GOLD. GLOBAL STRATEGY FOR THE DIAGNOSIS, MANAGEMENT, AND PREVENTION OF CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE. 2025. Disponível em: <[www.goldcopd.org](http://www.goldcopd.org)>.

GONG, H. et al. Neuromuscular electrical stimulation improves exercise capacity in adult patients with chronic lung disease: A meta-analysis of English studies. *Journal of Thoracic Disease*, v. 10, n. 12, p. 6722–6732, 1 dez. 2018.

GURETZKI, E. et al. Effects of Whole-Body Electromyostimulation on Metabolic Syndrome in Adults at Moderate-to-High Cardiometabolic Risk—A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sensors*, v. 24, p. 1–13, 1 nov. 2024.

HILL, K. et al. Neuromuscular electrostimulation for adults with chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, v. 2018, n. 5, 29 maio 2018.

KAHNERT, K. et al. The Diagnosis and Treatment of COPD and Its Comorbidities. *Deutsches Ärzteblatt International*, v. 120, p. 434–444, 2023.

KEMMLER, W. et al. Efficacy of Whole-Body Electromyostimulation (WB-EMS) on Body Composition and Muscle Strength in Non-athletic Adults. A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Physiology*, v. 12, 26 fev. 2021.

MALTAIS, F. et al. An official American thoracic society/european respiratory society statement: Update on limb muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, v. 189, n. 9, p. e15–e62, 1 maio 2014.

MAN, W. D. C. Aspects of skeletal muscles in chronic respiratory disease. *Chronic Respiratory Disease*, v. 13, n. 3, p. 295–296, 1 ago. 2016.

MANNINO, D. M.; BUIST, S. Global burden of COPD: risk factors, prevalence, and future trends. *Lancet*, v. 370, p. 765–773, 2007.

MEKKI, M. et al. Effect of adding neuromuscular electrical stimulation training to pulmonary rehabilitation in patients with chronic obstructive pulmonary disease: randomized clinical trial. *Clinical Rehabilitation*, v. 33, n. 2, p. 195–206, 1 fev. 2019.

NICE. Chronic obstructive pulmonary disease in over 16s: diagnosis and management NICE guideline. , 2019. Disponível em: <[www.nice.org.uk/guidance/ng115](http://www.nice.org.uk/guidance/ng115)>

RABE, K. F.; WATZ, H. Seminar Chronic obstructive pulmonary disease. *Lancet*, v. 389, p. 1931–1940, 2017.

RICCI, P. A. et al. Effects of Whole-Body Electromyostimulation Associated with Dynamic Exercise on Functional Capacity and Heart Rate Variability After Bariatric Surgery: a Randomized, Double-Blind, and Sham-Controlled Trial. *Obesity Surgery*, 2020.

SALHI, A. et al. The Effect of Whole-Body Electromyostimulation Program on Physical Performance and Selected Cardiometabolic Markers in Obese Young Females. *Medicina*, v. 60, p. 1–14, 1 fev. 2024.

SHARAFKHANEH, A.; HANANIA, N. A.; KIM, V. Pathogenesis of emphysema: From the bench to the bedside. *Proceedings of the American Thoracic Society*, v. 5, p. 475–477, maio 2008.

SPRUIT, M. A. et al. An official American thoracic society/European respiratory society statement: Key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, v. 188, n. 8, 15 out. 2013.

SPRUIT, M. A. Pulmonary rehabilitation. *European Respiratory Review*, v. 23, n. 131, p. 55–63, 1 mar. 2014.

STÖLLBERGER, C.; FINSTERER, J. Side effects of whole-body electro-myostimulation. *Wiener Medizinische Wochenschrift*, v. 169, n. 7–8, p. 173–180, 1 maio 2019.

STOLLER, J. K.; ABOUSSOUAN, L. S.  $\alpha$ 1-antitrypsin deficiency. *Lancet*, v. 365, p. 2225–2236, 2005.

TESCHLER, M. et al. (Very) high creatine kinase (CK) levels after Whole-Body Electromyostimulation. Are there implications for health? *International Journal of Clinical and Experimental Medicine*, v. 9, n. 11, p. 22841–22850, 2016.

TROOSTERS, T. et al. Pulmonary rehabilitation and physical interventions. *European Respiratory Review*, v. 32, 30 jun. 2023.

VOGELMEIER, C. F. et al. Goals of COPD treatment: Focus on symptoms and exacerbations. *Respiratory Medicine*, v. 166, 1 maio 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Chronic obstructive pulmonary disease (COPD). Accessed by <https://www.emro.who.int/health-topics/chronic-obstructive-pulmonary-disease-copd/index.html>, [s.d.].

WU, X. et al. Effects of neuromuscular electrical stimulation on exercise capacity and quality of life in COPD patients: A systematic review and meta-analysis. *Bioscience Reports*, v. 40, n. 5, 1 maio 2020.