

**Eletroestimulação e treinamento físico: uma revisão narrativa**

**Electrostimulation and physical training: a narrative review**

**Electroestimulación y entrenamiento físico: una revisión narrativa**

Recebido: 27/12/2020 | Revisado: 28/12/2020 | Aceito: 29/12/2020 | Publicado: 30/12/2020

**Maguino Santos da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0495-6344>

Universidade Federal da Bahia, Brasil

E-mail: [maguino.silva13@gmail.com](mailto:maguino.silva13@gmail.com)

**Francisco José Gondim Pitanga**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1033-8684>

Universidade Federal da Bahia, Brasil

E-mail: [pitanga@lognet.com.br](mailto:pitanga@lognet.com.br)

**Jorge Medeiros Gomes**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9795-5986>

Universidade Federal da Bahia, Bahia, Brasil.

E-mail: [jorge.medeiros@yahoo.com](mailto:jorge.medeiros@yahoo.com)

**Úrsula Paula Renó Soci**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9356-3069>

Universidade de São Paulo, Brasil

E-mail: [ursula.soci@usp.br](mailto:ursula.soci@usp.br)

**Alex Cleber Improta Caria**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8779-1188>

Universidade Federal da Bahia, Brasil

E-mail: [aleximprotacaria@gmail.com](mailto:aleximprotacaria@gmail.com)

**Resumo**

A Eletroestimulação é uma técnica utilizada por profissionais da área da saúde em tratamentos para diversas doenças e treinamentos esportivos. Pode ser aplicada em academias de ginástica, clínicas de fisioterapia e ambientes esportivos como clubes de futebol, corridas, entre outros. Existem diversas nomenclaturas no mercado relacionando a eletroestimulação, mas todas elas são tecnicamente conhecidas como estimulação neuromuscular elétrica

transcutânea (ENET). A ENET de corpo inteiro é uma técnica relativamente nova, e entrou no mercado para potencializar o tratamento e treinamento que já eram utilizados por estimuladores elétricos locais, como a corrente russa, galvânica e outras. Os resultados dos estudos relacionados ao tema divergem bastante, portanto, percebe-se a necessidade de mais pesquisas relacionadas ao tema. Assim, o objetivo da presente revisão é, identificar e discutir os efeitos benéficos da ENET no tratamento de doenças cardiovasculares e neuromusculares, inclusive no auxílio do treinamento físico convencional e os potenciais riscos para saúde humana.

**Palavras-chave:** Eletroestimulação; Eletromioestimulação; Treinamento físico; Exercício físico.

### **Abstract**

Electrostimulation is a technique used by health professionals in treatments for various diseases and sports training. It can be applied in gyms, physiotherapy clinics and sports environments such as football clubs, races, among others. There are several nomenclatures on the market relating to electrical stimulation, but all of them are technically known as transcutaneous electrical neuromuscular stimulation (TENS). Full-body TENS is a relatively new technique, and has entered the market to enhance the treatment and training that were already used by local electrical stimulators, such as Russian, galvanic and other currents. The results of studies related to the theme differ widely, therefore, there is a need for more research related to the theme. Thus, the objective of this review is to identify and discuss the beneficial effects of TENS in the treatment of cardiovascular and neuromuscular diseases, including in the aid of conventional physical training and the potential risks to human health.

**Keywords:** Electrostimulation; Electromyostimulation; Physical training; Physical exercise.

### **Resumen**

La electroestimulación es una técnica utilizada por los profesionales de la salud en tratamientos de diversas enfermedades y entrenamiento deportivo. Se puede aplicar en gimnasios, clínicas de fisioterapia y entornos deportivos como clubes de fútbol, carreras, entre otros. Existen varias nomenclaturas en el mercado relacionadas con la estimulación eléctrica, pero todas ellas se conocen técnicamente como estimulación neuromuscular eléctrica transcutánea (ENET). La ENET de cuerpo completo es una técnica relativamente nueva y ha entrado en el mercado para mejorar el tratamiento y el entrenamiento que ya utilizaban los estimuladores eléctricos locales, como las corrientes rusas, galvánicas y otras. Los resultados

de los estudios relacionados con el tema difieren ampliamente, por lo que es necesario realizar más investigaciones relacionadas con el tema. Por lo tanto, el objetivo de esta revisión es identificar y discutir los efectos beneficiosos de ENET en el tratamiento de enfermedades cardiovasculares y neuromusculares, incluida la ayuda del entrenamiento físico convencional y los riesgos potenciales para la salud humana.

**Palabras clave:** Electroestimulación; Electromioestimulación; Entrenamiento físico; Ejercicio físico.

## 1. Introdução

A ENET é uma técnica utilizada em terapias cardiovasculares, neuromusculares, ósseas, neurológicas, e que também auxilia no treinamento físico (TF) de diversas modalidades esportivas, promovendo estímulos transcutâneos para o sistema nervoso periférico (SNP) e estímulos transcranianos para o sistema nervoso central (SNC). A estimulação neuromuscular (transcutânea) consiste em uma técnica que utiliza a eletricidade para gerar torque e provocar contrações artificiais das células musculares (Pinfild, et al., 2018).

A ENET é um recurso utilizado com os objetivos principais de melhorar a função muscular pelo aumento da força e da massa muscular, podendo ser realizada em segmentos específicos ou no sistema muscular como um todo. Estas adaptações associadas ao TF ou à fisioterapia, são induzidos por estímulos elétricos gerando contrações musculares involuntárias, através de eletrodos posicionados no ventre muscular, ativando neurônios motores e posteriormente fibras músculo-esqueléticas a eles associados (Botter, et al., 2011).

O cientista russo Yakov Kots no final da década de 1970 foi um dos primeiros pesquisadores a evidenciar que a ENET seria uma estratégia interessante para auxiliar o TF de atletas de alto rendimento, obtendo resultados significativos nos jogos olímpicos (Ward, et al., 2002). Posteriormente, adicionaram este tipo de intervenção ao TF convencional.

Em relação ao TF, a utilização da ENET é bem investigada por pesquisadores e marcas que associam o seu produto a vantagens comparando com os treinamentos convencionais, inclusive, na ENET do corpo inteiro combinada com o TF de força (Evangelista, et al., 2019), no TF de alto rendimento para o voleibol (Maffioletti, et al., 2002) e no tratamento de pacientes com diabetes mellitus (Van Buuren, et al., 2015).

Além de auxiliar no TF, a ENET também pode ser utilizada isoladamente em outras doenças, com melhoras de desempenho e qualidade de vida de pacientes com diversas

doenças, promovendo aumento da capacidade máxima de captar, transportar e utilizar o oxigênio e melhora na função do ventrículo esquerdo de pacientes com insuficiência cardíaca (IC) (Van Buuren, et al., 2013), combate a osteoporose, pois melhora a densidade mineral óssea do quadril (Von Stengel, et al., 2015) atenua a obesidade e risco cardiometabólico (Kemmler, et al., 2018), além de conservar a massa muscular de indivíduos paraplégicos (Gerovasili, et al., 2009).

Portanto, o objetivo desta revisão é discutir a importância, benefícios e os potenciais riscos da ENET associada ou não ao TF sobre o sistema cardiovascular e neuromuscular.

## **2. Metodologia**

O presente trabalho foi fundamentado e realizado a partir de buscas nas bases de dados: Pubmed e Scielo, nos idiomas inglês e português abrangendo publicações de 1980 à 2020. A natureza desta revisão é qualitativa, onde são destacadas a interpretação e opiniões do pesquisador sobre o respectivo objeto de estudo (Pereira, et al., 2018). Os critérios de inclusão utilizados foram trabalhos disponíveis online. Foi realizada a pesquisa nos DeCS (Descritores em Ciências da Saúde), e para escolha dos descritores: “Eletroestimulação”, “Eletromioestimulação”, “Treinamento Físico” e “Exercício Físico”. Posteriormente, os títulos foram selecionados pelo resumo e por importância dos resultados da pesquisa, sendo excluídos os trabalhos indisponíveis para acesso na íntegra e artigos que estavam fora da delimitação temporal pré-estabelecida.

A pesquisa continuou seu desenvolvimento considerando os objetivos específicos de acordo com os tópicos: (1) Principais tipos de Eletroestimulação; (2) Aplicabilidade da Eletroestimulação associada ao Treinamento Físico Convencional; (3) Aplicabilidade da Eletroestimulação em indivíduos patológicos; (4) Benefícios e riscos da Eletroestimulação. Desta forma, foram incluídos 32 artigos científicos e através destes o presente trabalho traz o atual entendimento e elucidação sobre eletroestimulação e treinamento físico.

## **3. Resultados e Discussão**

A literatura demonstrou que existem três diferentes tipos de ENET, por exemplo: Fukuda e colaboradores apresentam em seu estudo três tipos de correntes: uma em média frequência que pode ser modulada em baixa frequência conhecida por corrente russa e duas correntes em baixa frequência, ou seja, sem intervalo interpulso, e outra com intervalo

interpulso (Fukuda, et al., 2013). Outros autores abordam a corrente polarizada conhecida como contínua ou galvânica para induzir analgesia e efeito anti-inflamatório (Artioli, et al., 2011).

Todos estes são estimuladores elétricos transcutâneos, por serem aplicados através da pele com o objetivo fisiológico de ativar nervos periféricos. Portanto, qualquer estimulador é uma unidade de ENET se utilizar eletrodos de superfície e estimular os nervos periféricos (Fukuda, et al., 2013).

### **3.1 Treinamento com ENET e Treinamento Físico convencional**

O TF convencional como treinamento resistido com peso, treinamento com molas, elásticos e até mesmo com o próprio corpo são eficientes para melhorar a saúde cardiovascular, neurológica e neuromuscular (Improta-Caria et al., 2020; American College of Sports Medicine, 2009).

Manter-se ativo fisicamente é fundamental para a saúde humana, entretanto, os benefícios da associação do TF convencional com a ENET ainda precisam ser mais elucidados. A ENET isoladamente é uma técnica utilizada para tratamento de algumas doenças e lesões, como por exemplo a IC (Van Buuren, et al., 2013), acidente vascular encefálico (Zheng, et al., 2018), atrofia muscular e lesão (Hudson & Franklin, 2002), lesão medular (Chou, et al., 2020) mas também pode ser associada ao TF convencional para melhorar a performance (Wirtz, et al., 2020).

Um estudo comparou a ENET ao TF isocinético e demonstrou que o isocinético e a ENET aumentam a potência muscular do mecanismo extensor do joelho, contudo, o isocinético foi superior em aumentar a força (Halbach, 1980). A dor e a sensação de queimação foram os principais fatores limitantes para um melhor desempenho que um atleta poderia obter com a ENET. Pesquisas verificam os tipos de correntes e a relação com o incômodo na aplicação prática, a corrente russa foi a mais indicada para as primeiras aplicações (Fukuda, et al., 2013).

Acredita-se também que associar a ENET com o TF convencional para melhorar o desempenho físico e qualidade de vida é uma boa alternativa, pois a ENET estimula a regeneração de células satélites, auxiliando no aumento da função e massa muscular (Adams, 2018).

A ENET pode também auxiliar no TF de pessoas que tenham dificuldades em realizar atividades que dependem muitas vezes de movimentos físicos complicados ou cargas

excessivas. Alguns pesquisadores analisaram os efeitos da ENET com a contração isométrica voluntária em homens com 65 anos ou mais. O estudo mostrou que a ENET tem o mesmo potencial que o exercício convencional de fornecer aumento de força para homens idosos (Caggiano, et al., 1994), mostrando que o treinamento com a ENET pode auxiliar e substituir determinados tipos de TF, caso os indivíduos tenham dificuldades em realizar exercícios tradicionais.

Outra questão a ser ressaltada é a importância da ENET para o sistema de saúde e seus benefícios clínicos, uma vez que os participantes podem ser instruídos a realizar seu próprio tratamento em suas residências ou no hospital, o que acarreta em redução de custos médicos e de tempo clínico (Kramer & Mendryk, 1982).

Outro estudo associando o TF de força com pesos e o treinamento com ENET de corpo inteiro (ENET-CI), evidenciou melhora significativa na força dos membros inferiores dos indivíduos que realizaram TF de força vestindo o colete de ENET-CI comparados aos indivíduos que realizaram somente o TF de força (Evangelista, et al., 2019) demonstrando que a técnica é uma potencial estratégia para aumentar a força sem exigir mais exercícios voluntários.

### **3.2 Benefícios cardiovasculares da ENET isoladamente ou associada ao treinamento físico convencional**

Existem diversas evidências sobre os efeitos benéficos da ENET na capacidade funcional em diversas patologias, entre elas, as cardiovasculares e principalmente na IC (Deley, et al., 2005). A diminuição da capacidade física de indivíduos que passaram por um processo cirúrgico ou por tratamento de IC faz com que a ENET seja uma estratégia interessante para estes pacientes.

Pacientes com IC não são facilmente inseridos em um programa de TF devido a diminuição da capacidade funcional e intolerância ao esforço físico. Um estudo envolvendo pacientes com IC demonstrou que um trabalho com ENET de corpo inteiro, promoveu um aumento significativo no consumo de oxigênio de pico no limiar anaeróbio, melhora da fração de ejeção, diminuição da pressão arterial diastólica, redução da glicemia após 20 minutos de tratamento e um aumento de massa muscular, melhorando a aptidão física geral (Figura 1) (Van Buuren, et al., 2013).

Outro estudo comparou o tratamento de reabilitação convencional com a reabilitação convencional associada à ENET em indivíduos com IC, os autores demonstraram que os

participantes que realizaram o tratamento convencional associado com a ENET tiveram melhora significativa no teste de caminhada de 6 minutos, obtiveram redução do lactato sanguíneo em 34% e redução da saturação venosa de oxigênio em 12%, melhorando assim, sua capacidade funcional (De Araújo, et al., 2012).

Em um estudo de caso, foi aplicado um protocolo de ENET com duração de 60 minutos, três vezes por semana, por 4 semanas em um indivíduo com IC devido à doença de Chagas. Neste trabalho, os autores evidenciaram que após este período de tratamento, o indivíduo aumentou a distância percorrida no teste de caminhada de 6 minutos e relatou menor esforço percebido na escala de Borg, mostrando que a ENET pode ser uma estratégia eficiente e segura para aumentar a capacidade cardiorrespiratória e capacidade de realização de exercício físico durante a reabilitação cardíaca nestes pacientes (Bittencourt, et al., 2011).

Um estudo que avaliou a frequência cardíaca, pressão arterial sistólica e diastólica em uma sessão de TF de força com e sem ENET em pacientes com IC, identificou que exercícios de força com utilização da ENET não exacerba a sobrecarga hemodinâmica nestes pacientes, evidenciando que a ENET pode ser utilizada para fortalecimento muscular na IC sem riscos à saúde cardiovascular (Carvalho, et al., 2010).

Outro estudo com o objetivo de verificar a eficiência da ENET em pacientes críticos, com doenças cardiovasculares, neurológicas, entre outras, observou que a técnica aplicada da ENET obteve efetividade na manutenção ou ganho de força muscular para os respectivos pacientes (Pereira, et al., 2016).

Além dos cardiopatas, deve-se mencionar a população idosa, que apresentam maior probabilidade de eventos cardiovasculares e que muitas vezes não se exercitam por insegurança, falta de mobilidade e falta de estrutura adaptada nos ambientes para treinamento físico (Ribeiro, et al., 2016). Um problema frequente em pessoas idosas é a obesidade sarcopênica, esta disfunção está relacionada a problemas cardiovasculares, metabólicos, inflamatórios e associa-se a alto índice de gordura corporal e pouca massa muscular (Batsis, et al., 2018).

Neste contexto, um estudo realizado com idosas em idade maior ou igual a 70 anos, com síndrome metabólica e obesidade sarcopênica utilizou a ENET, colocando os idosos na posição deitada e com movimentos leves, encontrando resultados significativos, melhorando alterações dos parâmetros selecionados que constituem o escore Z da síndrome metabólica, como: redução da circunferência da cintura, atenuação da pressão arterial média, aumento da lipoproteína de alta densidade (HDL) e diminuição dos triglicérides (Wittmann, et al., 2016).

Desta forma o treinamento com a ENET parece ser uma alternativa bastante viável para prevenção e tratamento de doenças cardiovasculares e metabólicas para o público idoso.

Assim, a ENET associada ao TF ou a reabilitação convencional, pode ser uma importante ferramenta para melhorar a capacidade cardiorrespiratória, funcional e qualidade de vida de indivíduos com doenças cardiovasculares e com fraqueza muscular (Jones, et al., 2016; Hill, et al., 2018).

### **3.3 Benefícios neuromusculares da ENET associada ao treinamento físico convencional**

Existem diversas estratégias para melhorar a saúde, qualidade de vida e ganho de força e massa muscular. Estas estratégias envolvem tanto o tipo de TF escolhido, bem como suplementação e nutrição adequada. Inclusive, o ganho de força e massa muscular através do tratamento com a ENET associada ao TF convencional vem sendo estudado nos últimos anos.

Neste contexto, a ENET foi associada ao TF convencional isométrico e excêntrico. Os autores identificaram que o perfil do dano muscular após 40 contrações isométricas dos extensores do joelho é semelhante ao da ENET de corrente pulsada com modulações de frequência de 75 Hz e largura de pulso de 400  $\mu$ s, e corrente alternada com frequência de 2,5 kHz modulada a 75 Hz com largura de pulsos de 400  $\mu$ s (Nosaka, et al., 2011). Acredita-se que esses danos musculares realizados junto com contrações voluntárias estão relacionados a melhoria da força muscular.

Outro estudo com a ENET mostra eficiência similar aos exercícios dinâmicos convencionais, com relação a força muscular, adaptação endócrina e metabólica. Neste estudo, foram comparados os níveis do GH, cortisol e testosterona em participantes de treinamento com a ENET de alta intensidade (85hz), baixa (30hz) intensidade e exercícios convencionais. Eles encontraram que os valores são semelhantes, tanto no treino de ENET de alta intensidade, baixa intensidade ou exercícios convencionais, podendo modular beneficemente estes hormônios e melhorar significativamente a força muscular e a performance dos indivíduos no TF específico (Mester, et al., 2009).

### **3.4 Potenciais riscos cardiovasculares e neuromusculares da ENET**

O crescimento no mundo da modalidade ENET-CI, gerou ainda mais preocupações sobre a eficiência e o benefício sobre a saúde cardiovascular e neuromuscular, assim como os



potenciais efeitos colaterais (Stöllberger & Finsterer, 2019). Os estudos são controversos quando se tratam de riscos à saúde através do tratamento com a ENET-CI.

Um dos prováveis problemas que a ENET-CI pode gerar é a rabdomiólise. Um estudo de caso realizado em dois jogadores de futebol profissional, realizou treinamento com ENET e estes jogadores tiveram sintomas de rabdomiólise, sendo que um deles precisou ficar internado e ambos tiveram valores de creatina fosfo-quinase (CPK) elevadíssimos (Kästner, et al., 2015).

A rabdomiólise pode ser definida como uma condição aguda de lesão muscular esquelética e liberação de toxinas produzidas pelos miócitos que pode ocorrer tanto com a utilização de medicamentos, como no exercício físico extenuante, com uma média de morte de 20% dos casos (Kästner, et al., 2015).

Em indivíduos saudáveis, a ENET-CI associada a exercício de flexão de joelhos promoveu a rabdomiólise, com elevação da CPK indicando grande dano muscular (Hong, et al., 2016) contudo, para pacientes com IC esta informação pode ser imprecisa, pois estes já possuem a CPK elevada no sangue em função de miopatia esquelética, que induz a diminuição da capacidade neuromuscular e respiratória, fadiga e intolerância ao esforço físico (Stöllberger & Finsterer, 2019), porém somente um estudo analisou a CPK depois do tratamento com a ENET-CI em indivíduos com IC, e mostraram que esta enzima não aumenta significativamente após o tratamento com ENET (Fritzsche, et al., 2010).

Portanto, mais estudos são necessários para a população com doenças cardiorrespiratórias uma vez que esta população apresenta diversas alterações cardiometabólicas decorrente da patologia, e a possível aplicação tanto da ENET-CI como de outro tipo de ENET carecem de resultados mais consistentes.

#### **4. Conclusão**

Em conclusão a ENET, seja ela localizada utilizando diferentes tipos de correntes ou a ENET-CI, são técnicas interessantes para melhorar a força muscular e saúde cardiovascular em diferentes públicos, tanto em pacientes com patologias, potencializando seus tratamentos, quanto em indivíduos saudáveis, podendo ser associado ao TF convencional ou não, bem como pode auxiliar no TF em esportes de alto rendimento.

Entretanto, alguns estudos demonstram que a ENET-CI está associada ao aumento significativo da CPK e à rabdomiólise, que são fatores prejudiciais à saúde. Assim, mais estudos são necessários utilizando a ENET associada ao treinamento físico tanto em

indivíduos saudáveis e atletas, bem como em portadores de doenças para elucidar estas questões, com a perspectiva de uma futura aplicação segura e eficaz dos diferentes métodos de ENET como tratamento e treinamento.

### **Agradecimentos**

Agradecemos a todos os colegas do Departamento de Educação Física em Cardiologia do Estado da Bahia (DEFIC-BA) da Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC).

### **Referências**

Adams, V. (2018). Electromyostimulation to fight atrophy and to build muscle: facts and numbers. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*. Wiley Blackwell; 9, 631–4. Retrieved from: [/pmc/articles/PMC6104107/?report=abstract](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36104107/)

American College of Sports Medicine. (2009). Progression models in resistance training for healthy adults. Vol. 41, *Medicine and Science in Sports and Exercise*. *Med Sci Sports Exerc*; 687–708. Retrieved from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19204579/>

Artioli, D. P., Nascimento, E. S. P., dos Santos, J. C., dos Celeste, L. F., do N, Santini, L., Andrade Junior, M. C., et al. (2011). O uso da corrente polarizada na fisioterapia. 9, *Rev. Soc. Bras. Clín. Méd.* 2011.

Batsis, J. A., & Villareal, D. T. (2018). Sarcopenic obesity in older adults: aetiology, epidemiology and treatment strategies [Internet]. Vol. 14, *Nature Reviews Endocrinology*. Nature Publishing Group; 513–37. Retrieved from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30065268/>

Bittencourt, H. S., Rodrigues, E. de S., da Cruz, C. G., Mezzani, A., dos Reis, F. J. F. B., & Carvalho, V. O. (2011). Neuromuscular electrical stimulation in a patient with chronic heart failure due to chagas disease: A case report. *Clinics*. 66(5):927–8. Retrieved from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3109399/>

Botter, A., Oprandi, G., Lanfranco, F., Allasia, S, Maffiuletti, N. A., & Minetto, M. A. (2011).

Atlas of the muscle motor points for the lower limb: Implications for electrical stimulation procedures and electrode positioning. *Eur J Appl Physiol*. 111(10), 2461–71. Retrieved from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00421-011-2093-y>

Caggiano, E., Emrey, T., Shirley, S., & Craik, R. L. (1994). Effects of electrical stimulation or voluntary contraction for strengthening the quadriceps femoris muscles in an aged male population. *J Orthop Sports Phys Ther*. 20(1), 22–8. Retrieved from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8081406/>

Carvalho, V. O., Roque, J. M., Bocchi, E. A., Ciolac, E. G., Guimaraes, G. V. (2011). Hemodynamic response in one session of strength exercise with and without electrostimulation in heart failure patients: A randomized controlled trial. *Cardiol J*, PubMed. 18(1), 39-46. Retrieved from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21305484/>

Chou, R. C., Taylor, J. A., & Solinsky, R. (2020). Effects of hybrid-functional electrical stimulation (FES) rowing whole-body exercise on neurologic improvement in subacute spinal cord injury: secondary outcomes analysis of a randomized controlled trial. *Spinal Cord*. 58(8), 914–20. Retrieved from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32094516/>

Deley, G., Kervio, G., Verges, B., Hannequin, A., Petidant, M. F., Salmi-Belmihoub, S., et al. (2005). Comparison of low-frequency electrical myostimulation and conventional aerobic exercise training in patients with chronic heart failure. *Eur J Prev Cardiol* [Internet]. 12(3):226–33. Retrieved from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15942420/>

De Araújo, C. J. S., Gonçalves, F. S., Bittencourt, H. S., dos Santos, N. G., Junior, S. V. M., Neves, J. L. B., et al. (2012). Effects of neuromuscular electrostimulation in patients with heart failure admitted to ward. *J Cardiothorac Surg*. 7(1). Retrieved from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23153062/>

Evangelista, A. L., Teixeira, C. V. L. S., Barros, B. M., de Azevedo, J. B., Paunksnis, M. R. R., de Souza, C. R., et al. (2019). Does whole-body electrical muscle stimulation combined with strength training promote morphofunctional alterations? *Clinics*. 74.

Fritzsche, D., Freund, A., Schenk, S., Mellwig, K. P., Kleinöder, H., Gummert, J., et al.

(2010). Elektromyostimulation (EMS) bei kardiologischen Patienten: Wird das EMS-Training bedeutsam für die Sekundärprävention? *Herz*. 35(1), 34–40. Retrieved from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20140787/>

Fukuda, T. Y., Marcondes, F. B., Dos Anjos Rabelo, N., De Vasconcelos, R. A., & Junior, C. C. (2013). Comparison of peak torque, intensity and discomfort generated by neuromuscular electrical stimulation of low and medium frequency. *Isokinet Exerc Sci*. 2013. 21(2), 167–73.

Gerovasili, V., Stefanidis, K., Vitzilaios, K., Karatzanos, E., Politis, P., Koroneos, A., et al. (2009). Electrical muscle stimulation preserves the muscle mass of critically ill patients: A randomized study. *Crit Care*. 13(5). Retrieved from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19814793/>

Halbach, J. W. (1980). Comparison of Electro-Myo stimulation to isokinetic training in increasing power of the knee extensor mechanism. *J Orthop Sports Phys Ther* [Internet]. 2(1), 20–4. Retrieved from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18810165/>

Hill, K., Cavalheri, V., Mathur, S., Roig, M., Janaudis-Ferreira, T., Robles, P., et al. (2018). Neuromuscular electrostimulation for adults with chronic obstructive pulmonary disease [Internet]. Vol. 2018, *Cochrane Database of Systematic Reviews*. John Wiley and Sons Ltd; Retrieved from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29845600/>

Hudson, N. J., & Franklin, C. E. (2002). Maintaining muscle mass during disuse. *The J Exp Biol*, 205,2297-2303.

Hong, J. Y., Oh, J. H., & Shin, J. H. (2016). Rhabdomyolysis caused by knee push-ups with whole body electromyostimulation. *Br J Hosp Med*. 77(9), 542–3. Retrieved from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27640660/>

Improta-Caria, A. C., Nonaka, C. K. V., Cavalcante, B. R. R., De Sousa, R. A. L., Júnior, R. A., Souza, B. S. de F. (2020). Modulation of microRNAs as a potential molecular mechanism involved in the beneficial actions of physical exercise in Alzheimer disease. *Int J Mol Sci*. 21(14), 1–35.

Jones, S., Man, W. D. C., Gao, W., Higginson, I. J., Wilcock, A., & Maddocks M. (2016). Neuromuscular electrical stimulation for muscle weakness in adults with advanced disease. 2016, *Cochrane Database of Systematic Reviews*. John Wiley and Sons Ltd; Retrieved from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27748503/>

Kästner, A., Braun, M., & Meyer, T. (2015). Two cases of rhabdomyolysis after training with electromyostimulation by 2 young male professional soccer players. *Clin J Sport Med*. 25(6), e71–3. Retrieved from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25353720/>

Kemmler, W., Kohl, M., Freiburger, E., Sieber, C., Von Stengel, S. (2018). Effect of whole-body electromyostimulation and / or protein supplementation on obesity and cardiometabolic risk in older men with sarcopenic obesity: The randomized controlled FranSO trial. *BMC Geriatr*. 18(1). Retrieved from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29523089/>

Kramer, J. F., & Mendryk, S. W. (1982). Electrical stimulation as a strength improvement technique: A review. *J Orthop Sports Phys Ther*. (2), 91–8. Retrieved from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18810104/>

Maffiuletti, N. A., Dugnani, S., Folz, M., Di Pierno, E., Mauro, F. (2002). Effect of combined electrostimulation and plyometric training on vertical jump height. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. 34(10), 1638–44. Retrieved from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12370566/>

Mester, J., Kleinöder, H., Wirtz, N., De Mareés, M., Achtzehn, S., Dörmann, U., & Nowak, S. (2009). Spezifizierung der Belastungsparameter und Trainingssteuerung beim Ganzkörper-Elektrostimulationstraining. *Forschungsforderung*, 141-153.

Nelson, R. M., Hayes, K. W., & Currier, D. P. (2012). *Eletroterapia Clínica 3ª Edição*, São Paulo, Editora Manole. Retrieved from: <https://www.manole.com.br/eletroterapia-clinica-3-edicao/p>

Nosaka, K., Aldayel, A., Jubeau, M., & Chen, T. C. (2011). Muscle damage induced by electrical stimulation. *Eur J Appl Physiol*, 111, 2427–37. Retrieved from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21811767/>

Pereira A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [e-book]. Santa Maria: UAB/NTE/UFSM. Recuperado de [https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic\\_Computacao\\_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1).

Pinfildi, C. E., Andraus, R. A. C., Iida, L. M. & Prado, R. P. (2018). Neuromuscular electrical stimulation of medium and low frequency on the quadriceps femoris. *Acta Ortop Bras.* Sep 1; 26(5), 346–9.

Ribeiro, A. Q., Salgado, S. M. L., Gomes, I. S., Fogal, A. S., Martinho, K. O., Almeida, L. F. F., et al. (2016). Prevalence and factors associated with physical inactivity among the elderly: a population-based study. *Rev Bras Geriatr e Gerontol*, 19(3), 483–93. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-98232016019.150047>

Silva, A. C. A., Pereira, de F., Aparecida Santos, L., Pablo dos Santos, F. M., Lima, N., & Gardenghi, G. (2016). Efeitos e modos de aplicação da eletroestimulação neuromuscular em pacientes críticos. Effects and application modes of neuromuscular electrical stimulation in critical ill patients. *Assobrafir Ciência*, 7(1), 59-68. Retrieved from: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/rebrafis/article/view/21664>

Stöllberger, C., & Finsterer, J. (2019). Side effects of whole-body electro-myostimulation. 169, *Wiener Medizinische Wochenschrift. Springer-Verlag Wien*; 173–80. Retrieved from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30141113/>

Stöllberger, C., & Finsterer, J. (2019). Side effects of and contraindications for whole-body electro-myostimulation: A viewpoint. 5, *BMJ Open Sport and Exercise Medicine*. BMJ Publishing Group. Retrieved from: [/pmc/articles/PMC6937082/?report=abstract](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30141113/)

Van Buuren, F., Mellwig, K. P., Prinz, C., Körber, B., Fründ, A., Fritzsche, D., et al. (2013). Electrical myostimulation improves left ventricular function and peak oxygen consumption in patients with chronic heart failure: Results from the exEMS study comparing different stimulation strategies. *Clin Res Cardiol*. 102(7), 523–34. Retrieved from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23579764/>

Von Stengel, S., Bebenek, M., Engelke, K., & Kemmler, W. (2015). Whole-body electromyostimulation to fight osteopenia in elderly females: The randomized controlled training and electrostimulation trial (TEST-III). *J Osteoporos*. Retrieved from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25785225/>

Ward, A. R., & Shkuratova, N. (2002). Russian electrical stimulation: The early experiments. 82, *Physical Therapy. American Physical Therapy Association*; 1019–30. Retrieved from: <https://academic.oup.com/ptj/article/82/10/1019/2857684>

Wirtz, N., Filipovic, A., Gehlert, S., de Marées, M., Schiffer, T., Bloch, W., et al. (2020). Seven weeks of jump training with superimposed whole-body electromyostimulation does not affect the physiological and cellular parameters of endurance performance in amateur soccer players. *Int J Environ Res Public Health*. 17(3). Retrieved from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32050695/>

Wittmann, K., Sieber, C., Von Stengel, S., Kohl, M., Freiburger, E., Jakob, F., et al. (2016). Impact of whole body electromyostimulation on cardiometabolic risk factors in older women with sarcopenic obesity: The randomized controlled FORMOsA-sarcopenic obesity study. *Clin Interv Aging*. 11, 1697–706. Retrieved from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27920508/>

Zheng, X., Chen, D., Yan, T., Jin, D., Zhuang, Z., Tan, Z., et al. (2018). A randomized clinical trial of a functional electrical stimulation mimic to gait promotes motor recovery and brain remodeling in acute stroke. *Behav Neurol*. Retrieved from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30662575/>

#### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Maguino Santos da Silva – 20%

Francisco José Gondim Pitanga – 20%

Jorge Medeiros Gomes – 20%

Úrsula Paula Renó Soci – 20%

Alex Cleber Improta Caria – 20%