

# **Eletromioestimulação de Corpo Inteiro: Riscos e Benefícios**

**Beatriz Linhares de Passos**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Medicina**  
(mestrado integrado)

Orientador: Prof. Doutor José Luís Ribeiro Themudo Barata

**abril de 2021**

# **Dedicatória**

Para a minha mãe.

## Agradecimentos

Para começar, um agradecimento especial à minha mãe, por todo o amor, por todo o carinho, mas acima de tudo, por nunca me deixar desistir dos meus sonhos. Agradeço ao meu pai, porque nunca duvidou das minhas capacidades. Sem eles, eu não seria o que sou hoje.

Tenho que agradecer aos meus irmãos e à minha família, sem exceção, por todo o apoio durante esta jornada.

Agradeço ao meu namorado, por ter sido o meu suporte incondicional.

E porque não podia deixar de agradecer a quem me acompanha desde sempre, obrigada a ti, Gabi, ao fim de 14 anos continuas ao meu lado para me fazer sorrir. Agradeço à Ia e Lina por toda a paciência. Ao CarnàZé, à Carol e aos Primatas por todos os bons momentos. Estes 6 anos não seriam os mesmos sem vocês.

Agradeço ao Prof. Doutor Themudo Barata por ter aceite entrar nesta maratona comigo.

Por fim, um enorme obrigada a ti, Covilhã, por todas as pessoas especiais que me deste e que vou levar comigo para a vida.

“Take care of your body,  
It’s the only place you have to live.”

**Jim Rohn (1930-2009)**

## Resumo

**Introdução:** A prática de exercício físico regular é recomendada a toda a população, devido às fortes evidências dos seus benefícios para a saúde. As recomendações universalmente aceites incluem o trabalho da massa muscular, mediante diferentes tipos de contração voluntária dos músculos. Nos últimos anos, tem-se assistido ao aparecimento de outras formas de estimulação, nomeadamente através da aplicação de estímulos elétricos, **eletromioestimulação (EMS)**, aplicada localmente para fins terapêuticos. A eletromioestimulação de corpo inteiro, surgiu recentemente como alternativa à atividade física convencional. Esta utiliza correntes elétricas de diferentes intensidades para causar a contração involuntária dos músculos esqueléticos, que pode ser combinada com movimentos ativos e dinâmicos, aumentando o número de fibras recrutadas.

**Objetivo:** Esta monografia tem como objetivo rever o que se encontra publicado sobre a influência do treino de eletromioestimulação de corpo inteiro, analisando as suas vantagens, indicações, contraindicações e potenciais complicações. Pretende-se ainda comparar esta modalidade inovadora com outras metodologias de treino convencional da força, sem recurso a este tipo de equipamento.

**Metodologia:** A metodologia consistiu na revisão de artigos indexados na base de dados *PubMed*, até dezembro de 2020, nas diretrizes da Organização Mundial de Saúde e no livro da *Academy College of Sports Medicine*. Para a revisão efetuada na *PubMed*, utilizaram-se os termos ‘whole-body electromyostimulation’ ou ‘wb-ems’ ou ‘whole-body electro-myo-stimulation’. Foram selecionados apenas artigos realizados em humanos. Na pesquisa inicial, foram encontrados 72 artigos. Foram excluídos 9 artigos da pesquisa inicial, pois eram apenas referentes à ‘whole-body vibration’ com ‘electromyostimulation’, perfazendo um total de 65 artigos analisados.

**Resultados:** Os resultados dos estudos analisados, revelam que a eletromioestimulação de corpo inteiro, permite a melhoria de alguns parâmetros, tais como, aumento da força, da massa muscular e diminuição da massa gorda. Melhorando, deste modo, a aptidão física da maioria dos participantes. Não obstante, foram relatados vários casos de rabdomiólise clínica e de elevação de marcadores laboratoriais compatíveis com lesão muscular, como creatina cinase, sem complicações graves para saúde dos participantes.

**Conclusões:** A revisão da literatura científica, permitiu concluir que o treino de eletromioestimulação de corpo inteiro, apesar de requerer cuidados específicos, é considerado um método seguro, eficiente, de baixo impacto articular- Este pode ser considerado uma alternativa para pessoas desmotivadas e com menor capacidade para a prática de exercício físico. Pode ser associado ao treino convencional, para obtenção de melhores resultados.

## **Palavras chave**

Atividade física;exercício físico;eletromioestimulação de corpo inteiro;sistema músculo esquelético;rabdomiólise.

## Abstract

**Introduction:** The practice of regular physical exercise is recommended for the entire population due to the evidence of its health benefits. The universally accepted recommendations include muscle strengthening activities through different types of voluntary muscle contraction. However, in the last few years, other forms of stimulation have appeared, such as the application of electrical stimuli, called **electromyostimulation (EMS)**. However, whole-body electromyostimulation has recently emerged as an alternative to conventional physical activity. It uses electric currents of different intensities, to cause the involuntary contraction of skeletal muscles, which can be combined with active and dynamic movements, increasing the number of recruited fibers.

**Objective:** The aim of this review is to summarize what has been published about the influence of whole-body electromyostimulation, analyzing its advantages, indications, contraindications, and potential complications. It is also intended to compare this innovative approach with other methodologies of conventional strength training, without resorting to this type of equipment.

**Methodology:** The methodology consisted of reviewing articles indexed in the PubMed database, until december 2020, in the guidelines of the World Health Organization and in the book of the Academy College of Sports Medicine. For the review performed at PubMed, the terms ‘whole-body electromyostimulation’ or ‘wb-ems’ or ‘whole-body electro-myo-stimulation’ were used. Only human related articles were selected. In the initial search, 72 articles were found. Nine articles were excluded from the initial research, as they were only referring to ‘whole-body vibration’ with ‘electromyostimulation’, making a total of 65 articles analyzed.

**Results:** The results of the analyzed studies reveal that the whole-body electromyostimulation allows the improvement of some parameters, such as increased strength, muscle mass and decreased fat mass. In this way, the improvement of physical fitness is observed in most of the participants. Nevertheless, several cases of clinical rhabdomyolysis and elevation of laboratory markers compatible with muscle damage, such as creatine kinase, have been reported, without serious complications for the health of the participants.

**Conclusions:** The review of the scientific literature allowed to conclude that whole-body electromyostimulation, despite requiring specific care, is considered a safe and efficient method, with low joint impact, and can be considered as an alternative for the practice of physical exercise among unmotivated and less capable people. It can be associated with conventional training, to obtain better results.

## **Key words**

Physical activity;physical exercise;whole-body electromyostimulation;skeletal muscle system;rhabdomyolysis.

# Índice

Dedicatória .....	ii
Agradecimentos .....	iii
Resumo .....	v
Palavras chave .....	vi
Abstract.....	vii
Key words .....	viii
Índice.....	ix
Lista de Figuras .....	x
Lista de Tabelas .....	xi
Lista de Acrónimos .....	xii
1. Introdução .....	1
2. Enquadramento teórico.....	3
3. Métodos .....	7
3.1 Estratégia de pesquisa.....	7
4. Resultados e Discussão.....	8
4.1 Indicações .....	8
4.2 Vantagens .....	10
4.3 Desvantagens.....	14
4.4 Contraindicações .....	16
4.5 Comparação com diferentes metodologias de treino .....	17
5. Perspetivas para o futuro.....	19
6. Conclusões .....	20
7. Referências Bibliográficas .....	21

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> - Treino de WB-EMS com supervisão do treinador .....	4
<b>Figura 2</b> - Fato e regulador de WB-EMS .....	4
<b>Figura 3</b> - Aplicação de WB-EMS em posição de <i>flower</i> .....	5
<b>Figura 4</b> - Exercícios isométricos com a utilização do fato de WB-EMS.....	5
<b>Figura 5</b> - Diferenças das manifestações psicofisiológicas após uso de WB-EMS .....	12

## **Lista de Tabelas**

<b>Tabela 1</b> - Protocolo de WB-EMS utilizado.....	6
--	---

## Lista de Acrónimos

<b>ACSM</b>	<i>Academy College of Sports Medicine</i>
<b>AF</b>	Atividade física
<b>CK</b>	Creatinina cinase
<b>DIU</b>	Dispositivo intrauterino
<b>DM</b>	Diabetes <i>mellitus</i>
<b>DPOC</b>	Doença pulmonar obstrutiva crónica
<b>DRC</b>	Doença renal crónica
<b>EMS</b>	Eletromioestimulação
<b>GH</b>	Hormona do crescimento
<b>HIIT</b>	<i>Hight Intensive Interval Training</i>
<b>HOMA-IR</b>	<i>Homeostatic model assessment for insulin resistance</i>
<b>HTA</b>	Hipertensão arterial
<b>IPDJ</b>	Instituto Português do Desporto e Juventude
<b>IMC</b>	Índice de massa corporal
<b>NRS</b>	<i>Numeric rating scale</i>
<b>ODI</b>	<i>Oswestry disability index</i>
<b>OMS</b>	Organização Mundial de Saúde
<b>PT</b>	<i>Personal trainer</i> / treinador pessoal
<b>VO<sub>2</sub></b>	Consumo de oxigénio
<b>WB – EMS</b>	<i>Whole-body electromyostimulation</i> / Eletromioestimulação de corpo inteiro
<b>µs</b>	Microssegundos

## 1. Introdução

Nos tempos atuais, numa ótica de saúde e de bem-estar, já não se coloca em causa a necessidade da prática regular de atividade física (AF) e de exercício físico. Estes dois termos são diferentes, mas relacionados, e a sua definição é universalmente aceite. (1,2)

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS) (1) e com a *American School of Sports Medicine* (2), a atividade física tem a capacidade de diminuir a mortalidade, diminuir a prevalência de múltiplas doenças, melhorar a função cognitiva e, ainda, a qualidade do sono. Esta deve ser praticada regularmente por todos as faixas etárias, logo desde a infância. (1)

O treino de força, é parte integrante das recomendações universalmente aceites sobre exercício e saúde, dado que alguns dos benefícios salutogénicos do exercício apenas são atingíveis por esta forma de exercício. (1) Porém, apesar de todas as vantagens da sua prática, ele é pouco motivante para grande número de praticantes, pelo que têm surgido tentativas de o abreviar em termos da sua duração, tentando manter os mesmos efeitos. O treino intervalado de alta intensidade (HIIT) e a eletromioestimulação de corpo inteiro (WB-EMS) representam duas dessas tentativas, que podem ter especial impacto na população feminina ou na mais idosa, consideradas aquelas a quem menos agradam os treinos de força. (3,4) A WB-EMS é método inovador de exercício físico (5), não invasivo, que estimula a contração muscular e amplifica as contrações voluntárias. Esta tecnologia não é recente, uma vez que a eletromioestimulação local, é utilizada há vários anos, focada principalmente, na terapia de reabilitação, com a finalidade de reforço da massa muscular e analgesia. (6)

A eletromioestimulação local, começou por recrutar apenas um grupo muscular de cada vez, evoluiu para eletromioestimulação de corpo inteiro (WB-EMS), ao conseguir estimular, em simultâneo, 14 a 18 regiões, o equivalente a 8-12 grupos musculares, até uma área total de 2.800cm<sup>2</sup>.(6)

Na WB-EMS, as correntes utilizadas podem ter diferentes frequências, intensidades, amplitudes e durações de estimulação. Os parâmetros supracitados devem ser adaptados a cada pessoa. Acresce ainda que não se estimulam apenas vários grupos musculares em simultâneo, como cada grupo pode ser estimulado com uma intensidade diferente. A WB-EMS tanto pode ser realizada com movimentos dinâmicos, como representado na figura 1, como de uma forma mais simplificada, em repouso, como na figura 3.

As entidades comerciais que executam a WB-EMS, retratam-na como uma técnica milagrosa, que promete resultados inigualáveis, poupando tempo em relação ao treino convencional (7) e altamente individualizada.

O protocolo adotado pela maioria dos praticantes de WB-EMS, é de 2 ou 3 treinos por semana, com duração média de 20 minutos cada. (3) É utilizada uma intensidade de estímulo adaptada a cada pessoa. A partir de certas intensidades, a passagem da corrente causa contração muscular demasiado intensa, dolorosa para o utilizador. Assim, autores recomendam utilizar cerca de 70% do valor máximo suportável, para possibilitar o movimento dinâmico. (9,10)

Na literatura analisada, as opiniões de alguns autores acerca da WB-EMS são discrepantes. (5) Por um lado, existe um elevado número de artigos que mostram os seus benefícios, nomeadamente o aumento de massa muscular e diminuição de massa gorda, úteis no tratamento da obesidade e sarcopenia.(3) Por outro lado, há autores menos otimistas quanto aos benefícios desta metodologia de treino, não encontrando vantagens na sua prática. (5)

Analisaram-se os resultados da WB-EMS em diferentes faixas etárias diferentes, e contextos de saúde, desde saudáveis até à obesidade sarcopénica ou cancro avançado. (3)

Esta monografia, através da revisão de artigos pretende constatar os benefícios, as complicações, cuidados a ter na prática de WB-EMS, e ainda, compará-la a outras modalidades de treino convencional, que visam os mesmos objetivos, neste caso, o aumento ou a preservação da força e /ou massa muscular. (3,8) Alguns autores observaram o aumento de creatina cinase (CK) (6,11–16) e episódios rabdomiólise. (3,5,10,11,13–18)

A lesão de um elevado número de fibras musculares, pode resultar na libertação de conteúdo intracelular para a circulação, nomeadamente de CK, assim, é considerada um ótimo marcador de lesão das fibras musculares. A creatina cinase possui três isoenzimas, a CK-MM localizada no músculo esquelético, e em parte no miocárdio, a CK-MB principalmente do miocárdio e a CK-BB encontrada no cérebro, estômago e cólon.

## **2. Enquadramento teórico**

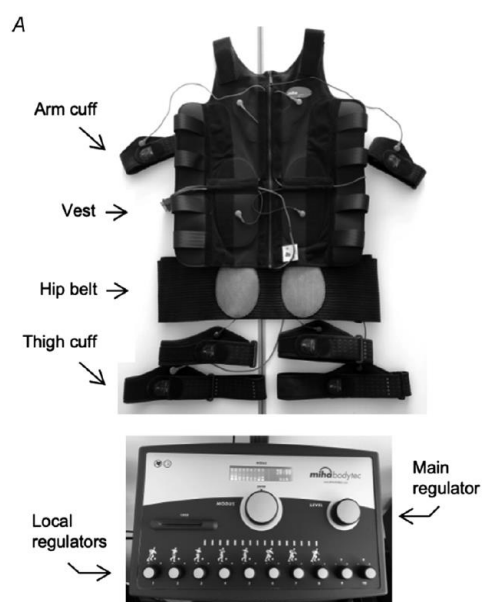
A OMS, indica que os adultos devem praticar AF aeróbia pelo menos 150 a 300 minutos de intensidade moderada ou, 75 a 150 minutos de atividade física vigorosa, ou equivalente ao longo da semana. E ainda trabalhar os principais grupos musculares pelo menos duas vezes por semana.(1)

A ACSM, para além da AF diária, recomenda a prática de exercícios com carga, para a manutenção da saúde óssea. O treino de força é um fator essencial para prevenir a sarcopenia, perda de massa muscular, que ocorre durante processo de envelhecimento. Acresce que, o treino de força é fundamental, não somente para o desenvolvimento de massa muscular e aumento da força, como ainda para a manutenção da densidade mineral óssea. (2) Nas suas formas convencionais, a força treina-se quer recorrendo a cargas externas, como halteres, pesos, barras, elásticos, etc., quer usando o próprio peso corporal.

No treino de eletromioestimulação de corpo inteiro (Figura 1- (19)), utiliza-se um fato com elétrodos (Figura 2 - (20)), que provocam a estimulação e contração passiva dos músculos, levando a uma estimulação das fibras musculares de contração rápida tipo 2. Estas são as menos solicitadas nas tarefas da vida diária, pelo que são as que mais requerem o treino de força. A WB-EMS através da estimulação das estruturas nervosas, estimula indiretamente os músculos. (43)



**Figura 1** – Treino de WB-EMS com supervisão do treinador – retirado de (19)



**Figura 2-** Fato e regulador de WB-EMS  
- retirado de (20)

A WB-EMS é altamente individualizada e pode ser realizada tanto em situações de repouso (Figura 3), como também pode ser combinada com movimentos dinâmicos ou exercícios isométricos (Figura 4).



**Figura 3-** Aplicação de WB-EMS em posição de *flower* – retirado de (26)



**Figura 4** – Exercícios isométricos realizados com a utilização do fato de WB-EMS - retirado de (51)

A eletromioestimulação de corpo inteiro pode ser realizada com diferentes protocolos, quer sejam utilizados estímulos intervalados, como representado um exemplo na tabela 1, ou com estimulação contínua, com menor intensidade, ao longo de todo o treino.

**Tabela 1** - Protocolo de WB-EMS utilizado - adaptado de (7)

<b>Protocolo de WB-EMS utilizado</b>	
Frequência da estimulação	85 Hz
Duração dos impulsos	4 s
Pausa entre impulsos	4 s
Amplitude dos impulsos	350 $\mu$ s
Tipo de impulso	Bipolar
Duração	16 minutos

O HIIT (*high intensity interval training*) é um treino intervalado de alta intensidade, em que ocorrem períodos de exercícios intensos, intercalados com períodos de repouso. Este pode ser realizado de diversas maneiras, seja a correr/sprints, seja a fazer exercícios de força isolados ou a nadar, etc. Assim, podemos aplicar a WB-EMS num treino de HIIT, em que o praticante usa o fato durante o treino intervalado. (61)

Um autor refere atingir-se um “plateau” de valores de intensidade máxima, ao fim de 3 sessões de adaptação (21), explicando este que pode ocorrer habituação à estimulação de corrente elétrica. (21)

## **3. Métodos**

### **3.1 Estratégia de pesquisa**

A metodologia desta dissertação, consiste na revisão de artigos indexados na base de dados *PubMed*, até dezembro de 2020. Além disso, utilizaram-se as diretrizes da Organização Mundial de Saúde (OMS) referentes à atividade física e o livro da *Academy College of Sports Medicine* (ACSM).

Para a pesquisa efetuada na *PubMed*, utilizaram-se as seguintes palavras chave: ‘whole-body electromyostimulation’ ou ‘wb-ems’ ou ‘whole-body electro-myostimulation’.

Da pesquisa inicial, resultaram 72 artigos, tendo sido excluído um artigo, por não se referir a estudos realizados em humanos. Adicionalmente, foram excluídos 9 artigos da pesquisa inicial, porque apenas abordavam ‘whole body vibration’ e ‘electromyostimulation’, sem referir o tema pretendido, restando 63 artigos da *PubMed*, perfazendo um total de 65 referências analisadas.

A revisão foi realizada de outubro de 2020 a fevereiro de 2021.

## 4. Resultados e Discussão

Para uma análise mais completa, foi feita a seguinte divisão.

### 4.1 Indicações

Para a realização do treino de WB-EMS, todos os participantes devem sempre estar acompanhados por um *personal trainer* (PT) especializado e certificado, não apenas por motivos de segurança, como também, para uma maior eficiência na obtenção dos resultados. (22)

Em Portugal, para se exercer funções como treinador de WB-EMS, além de ser obrigatória a cédula profissional de técnico de exercício físico, é necessária, a realização de uma formação específica, que atualmente, está ao cuidado das entidades patronais respetivas.

Os treinadores deve fazer a monitorização constante do treino, com correções sobre a postura e execução dos movimentos, deve ter em atenção a intensidade de estimulação, de modo a evitar sobrecarga. (3,18) Devem reger-se pelo Princípio da Sobrecarga Progressiva, e incluir uma fase de adaptação à corrente elétrica ao longo dos treinos (5), de maneira a prevenir possíveis episódios de rabiólise. A frequência de estímulos utilizada, deve ser delineada mediante o condicionamento físico do praticante. (23)

Por um lado, a WB-EMS é indicada para indivíduos desmotivados, sedentários, com pouco tempo disponível para treinar. (7,24–26) Esta pode ser realizada nas diversas faixas etárias, incluindo pessoas com alguma patologia que os impossibilite de realizar os treinos convencionais, como a doença pulmonar obstrutiva crónica (DPOC), insuficiência cardíaca, doentes críticos ou com cinesiofobia (medo de se movimentarem, devido ao elevado grau de dor que advém deste). (27,28) Os estudos realizados em mulheres pós-menopáusicas, mostraram que estas podem recorrer a esta metodologia inovadora, para prevenção/atraso da sarcopenia, provocada pelas alterações hormonais características desta fase. (29)

Por outro lado, mesmo em praticantes do treino convencional, a WB-EMS pode ser uma alternativa em situações de lesão, de modo a evitar a diminuição da aptidão física. (6)

Todos os treinos, para além de serem sempre supervisionados, devem também, ser cuidadosamente adaptados a cada indivíduo, mediante o volume e intensidade dos treinos realizados ao longo da semana do praticante. (30) Não obstante, existem estudos onde não se verificam modificações dos resultados, com a utilização de diferentes frequências de estimulação. (42)

## 4.2 Vantagens

A eletromioestimulação de corpo inteiro, é um método de treino seguro, atrativo (26) e de fácil execução. (31) Tem a capacidade de causar uma tensão muscular superior à gerada com um treino de força convencional (3,5), pois a EMS tem a capacidade de estimular fibras que não contraem voluntariamente, exceto em treinos voluntários de muito elevada intensidade.

Alguns autores têm observado elevada adesão (>90%) e baixa desistência (<10%) (32), tornando-se assim um bom método de treino para a prática a longo prazo.

Sendo o tempo despendido, o impedimento mais frequentemente apresentado à prática de exercício físico, a maior vantagem apresentada pela WB-EMS, é o facto de as sessões serem de aproximadamente 20 minutos, sendo por isso, um incentivo à sua prática e manutenção.

Os resultados dos estudos permitem constatar, na sua maioria, um aumento significativo da força e da massa muscular (6,8,17,20,25,28,30,32-46) , seja em **indivíduos sedentários**, ou **em indivíduos que treinavam** previamente à realização dos mesmos. Relatou-se uma desaceleração na redução da força muscular ao longo da vida, e ainda um aumento significativo da força na anca e pernas **em homens dos 27 aos 89 anos**. (33)

Após 8 semanas, os treinos de força convencional combinados com a WB-EMS aumentaram a força máxima. (34) Verificou-se melhoria das capacidades físicas importantes para outros desportos, tais como, nas capacidades de *sprint*, pontapés, saltos e agachamentos. (7,14,22)

Os estudos realizados para investigar a influência da WB-EMS na postura dos indivíduos, demonstrou que apesar de melhorar a força de tronco, não se verificou melhoria postural. (47)

Alguns autores, constataram nos seus resultados uma diminuição da gordura corporal (8-9,12,14,24), e diminuição do índice de massa corporal (IMC). (48) Esta diminuição de gordura pode ser explicada, pelos efeitos de curto e de longo prazo, da aplicação regular de WB-EMS, que tem a capacidade de aumentar o gasto energético dos praticantes. (49)

Em **adultos não atletas**, após 16 semanas com a utilização de WB-EMS com baixa intensidade de estímulo, observou-se uma melhoria do Z-score do Síndrome Metabólico (cálculo de severidade do síndrome metabólico). (17)

Além do exposto, em **adultos saudáveis**, existem autores que documentaram um aumento de 17% do gasto de energia com a utilização de corrente, em comparação com o grupo controle, sem a utilização de WB-EMS. (7) Na verdade, através da calorimetria indireta, constatou-se, não só um aumento do metabolismo basal em repouso, assim como do número de calorias totais gastas contabilizadas imediatamente, e de 12 em 12 horas, até perfazer as 72 horas após a aplicação de WB-EMS. (49)

Alguns autores verificam, que a utilização de WB-EMS em **pacientes com cancro avançado**, é seguro e eficaz na manutenção da massa muscular (36). Observaram, não somente, a estimulação da apoptose das células cancerígenas *in vitro*, como também, uma inibição da proliferação destas. (20) Desta forma, com o aumento de p53 e p21, e com a diminuição de Bcl-2 (20), demonstraram que os genes associados à viabilidade destes cancros, podem ser regulados pelo exercício, onde está incluída a WB-EMS. Após 12 semanas de WB-EMS neste grupo de pacientes, em combinação com nutrição adequada, constataram o aumento da massa muscular, do peso corporal, do comprimento da passada, da velocidade da marcha e da distância em 6 minutos.(37) O teste da marcha em 6 minutos não identifica os mecanismos da limitação do exercício, contudo pode ser considerado um correlato da funcionalidade geral dos indivíduos.

A maioria dos estudos realizados não referem modificações significativas dos parâmetros hemáticos, como por exemplo, alterações da concentração de eritrócitos, das plaquetas, dos leucócitos ou da hemoglobina. Um estudo apenas constatou um aumento do tamanho dos eritrócitos e uma maior deformabilidade destes. (5) Porém, não foi descrito, pelos autores, nenhum processo explicativo desta situação.

Nos ensaios clínicos realizados em **pacientes com síndrome metabólico**, observaram a diminuição da resistência à insulina, avaliada através do índice HOMA-IR (homeostatic model assessment for insulin resistance). (50), e ainda, diminuição do valor dos triglicédeos. (50) Por um lado, existem autores que não observaram alterações dos seguintes parâmetros: triglicédeos, glicose, colesterol (26), testosterona ou hormona de crescimento (GH) após treino com WB-EMS (5). Por outro lado, existe uma referência que reportou um aumento ligeiro de GH. (6) Assim sendo, é necessária a realização de mais estudos confirmatórias para esclarecer algumas destas questões.

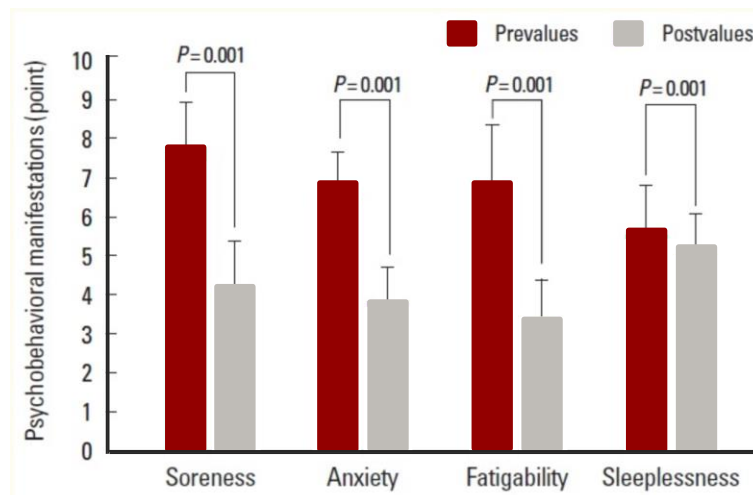
Estudos realizados em **atletas** que utilizaram WB-EMS, para além do aumento de 17% de consumo de energia (5), constataram a melhoria dos seguintes parâmetros, aumento do VO<sub>2</sub> máximo (17,51) em corredores (30), e ainda, aumento da velocidade do *sprint* e altura do salto. (46)

Num estudo realizado com **mulheres sedentárias entre os 55-69 anos**, esta técnica conseguiu, não somente, melhorar significativamente os parâmetros de força dos membros inferiores, como também, aumentou a velocidade da marcha e melhorou a resistência cardiovascular, avaliada pela distância percorrida em 6 minutos. (40)

Em **mulheres pós-menopáusicas**, após 14 semanas de treino, constatou-se que a WB-EMS tem a capacidade de manter o metabolismo basal, aumentar a força isométrica do tronco e dos músculos extensores da perna, diminuir as pregas cutâneas e as circunferências da cintura e da anca, enquanto que no grupo controle se observou o inverso. (4)

Em **pacientes com obesidade sarcopénica e idade superior a 70 anos**, a utilização da associação de WB-EMS com proteína de soro de leite (26), resultou no aumento da velocidade de marcha e no aumento da força extensora da perna, com melhoria da razão massa muscular/massa gorda, demonstrando ser eficaz e segura no tratamento da sarcopenia. (13,24) No entanto, apesar de haver aumento da massa muscular nestes (52), num dos estudos, a utilização de WB-EMS, causou uma ligeira diminuição da massa gorda, não significativa, em comparação com o grupo controle (52), são necessários mais estudos para confirmar os benefícios. (53)

Para além das vantagens acima descritas, um autor constatou ainda, após 6 semanas com a utilização de WB-EMS, uma melhoria das manifestações psicofisiológicas, como o caso da ansiedade, do desconforto muscular, da fatigabilidade e das insónias. (51)



**Figura 5** – Diferenças das manifestações psicofisiológicas após uso de WB-EMS – adaptado de (51)

Em **pacientes com lombalgia**, a WB-EMS resultou na redução da dor, com diminuição de 2 pontos na escala de dor NRS, e um decréscimo da incapacidade, com diminuição de 19 pontos na escala de ODI. Deste modo, conclui-se que a eletromioestimulação de corpo inteiro, pode ser equacionada como parte integrante do tratamento multidisciplinar da lombalgia. (19,54)

Por fim, estudos demonstraram que o uso de WB-EMS aumentou do fluxo sanguíneo nos músculos após o treino, e teve a capacidade de melhorar a sensação subjetiva de bem-estar, diminuindo assim, o desconforto muscular. Deste modo, os praticantes manifestam a percepção de recuperação muscular. (55) Contudo, não só não se verifica a diminuição do lactato sanguíneo (56), como também se observou um ligeiro aumento deste. (55)

### 4.3 Desvantagens

Como a WB-EMS tem a capacidade de gerar uma tensão muscular superior à gerada num treino de força convencional (3,5), após a realização do treino inicial, foram apresentados casos de desconforto muscular, (11) Foram também descritos, em inúmeros estudos, diversos episódios de rabdomiólise (3,5,10,11,13–18) e/ou aumento da concentração plasmática de CK após a primeira sessão (6,12–16). A explicação de um autor sobre este aumento, é que pode ser resultante de uma estimativa errada das intensidades de corrente utilizadas (12), porém ao longo das sessões seguintes, esta é corrigida, e o valor de CK regressa à normalidade. Diferentemente, outro autor elucida que pode ser devido ao período de habituação. (5)

A rabdomiólise é caracterizada pela rotura e necrose das fibras musculares, resultando na libertação de produtos intracelulares do músculo, no espaço extracelular e na corrente sanguínea. Sendo que em casos severos, uma das complicações da rabdomiólise é a insuficiência renal aguda, causando diminuição da função renal e podendo implicar a necessidade de realização de hemodiálise.

Embora não haja explicação para o processo, existem autores que descrevem que, ao aplicar o Princípio da Sobrecarga Progressiva, não se verifica o aumento acentuado da CK. Não obstante, quando há incumprimento deste princípio, pode ocorrer um aumento de CK, que geralmente normaliza após 4 sessões, findo o período de habituação (5). Na WB-EMS, o Princípio da Sobrecarga Progressiva consiste no aumento progressivo da intensidade de estimulação ao longo do tempo, permitindo ao sistema musculoesquelético que se adapte à estimulação com corrente elétrica.

Associado ao aumento da creatina cinase, nomeadamente da isoenzima CK-MB, observou-se um ligeiro aumento de troponina T. Não obstante, de acordo com o valor de NT-proBNP (péptido natriurético B), não se verificou relação com o risco de desenvolvimento de insuficiência cardíaca. (13) Assim, importa alertar a classe médica para as diferentes causas não isquémicas de elevação da troponina, particularmente, a prática de exercício físico extremo.

Um cuidado essencial para prevenir as complicações por rabdomiólise, é ter uma atenção especial à cor da urina e às dores musculares pós-treino. Caso seja observada uma urina escura, diferente da normalidade, tumefação e dor muscular, os pacientes devem dirigir-se a um médico para serem observados. Assim, os praticantes poderão prevenir complicações, principalmente quando já existem patologias que diminuem a função renal, tais como: *diabetes mellitus* tipo 2 (DM), hipertensão arterial (HTA), doença renal crónica (DRC), que possam levar a insuficiência renal aguda (16) Contudo,

é essencial a hidratação oral em todos os tipos de atividade física, para prevenção da necrose muscular aguda.

Existem estudos que relatam que a rabdomiólise é facilmente prevenida, tendo estes, definido *guidelines* para o treino com WB-EMS, iniciar com uma baixa intensidade elétrica e aumentá-la progressivamente ao longo do tempo. (6,57)

Num estudo, foram reportados, em cerca de 50% dos participantes, sintomas inespecíficos após a utilização de WB-EMS, tais como: febre, mal estar generalizado, taquicardia, náuseas e vômitos (14). Porém, estes sintomas também se podem associar à prática de exercício de grande intensidade, de desidratação, diminuição do fluxo sanguíneo no trato gastrointestinal ou, devido à acumulação de ácido láctico nos músculos.

No que concerne à densidade mineral óssea, um estudo constatou não se verificarem alterações com o uso de WB-EMS. (35) Para além desta, não se evidenciaram alterações imunológicas, nem da testosterona, nem do cortisol sérico. (6)

Por fim, apesar das desvantagens supracitadas, o maior impedimento para a prática desta metodologia de treino é o seu preço elevado. (58) Após consulta de tabelas de preços dos estabelecimentos portugueses, constatou-se uma média de 20€ por sessão.

## 4.4 Contraindicações

Apesar de ser utilizada nas diversas faixas etárias, existem situações em que o seu uso não é recomendado. A realização de WB-EMS não é indicada sem supervisão de um profissional especializado e certificado. As entidades que operam em Portugal, quando contactadas, referem não existir uma entidade formadora generalizada a todas. Deste modo, os treinadores dos centros de WB-EMS, são formados pela própria entidade patronal. No entanto, no futuro, poderia ser vantajoso a criação de normas e protocolos gerais, regulamentados pelo IPDJ, para uma execução uniforme e segura desta metodologia inovadora.

Para a prática segura da WB-EMS é necessário excluir várias patologias. Por um lado, as contra-indicações absolutas são pessoas grávidas; temperatura axilar superior a 38°C; distúrbios neurológicos graves, como o caso da epilepsia; doenças cancerígenas há menos de 5 anos; doenças cardiovasculares e neuromusculares; hérnias inguinais ou da parede abdominal; mulheres com dispositivos intra uterinos (DIU) de cobre; e por fim, utilizadores de *pacemakers*. Por outro lado, existem patologias relativas, que carecem de consentimento médico, tais como a HTA, a DM, cicatrizes cutâneas nas zonas dos eléctrodos e tromboflebitas.

Além das contra-indicações supracitadas, um episódio de rabdomiólise prévia é contra-indicação relativa, não consensual, à prática desta técnica. (11,14). Na bibliografia apresentada, são também contabilizadas como contra-indicações absolutas, todos os dispositivos eletrónicos implantados, como desfibriladores e neuroestimuladores com bomba de infusão de fármacos intratecal (14).

Quanto à utilização da WB-EMS, em mulheres grávidas ou lactantes, ainda existem incertezas quanto à sua utilização. Deverão ser realizados mais estudos para confirmar o risco, tanto para a mãe, como para o filho.

## 4.5 Comparação com diferentes metodologias de treino

Para uma melhor compreensão dos efeitos da WB-EMS, foram realizados estudos que compararam os seus efeitos com outras metodologias de treino.

Na análise dos resultados, um estudo realizado a **jogadores de futebol de elite**, com duração de 10 semanas, constatou que a WB-EMS em combinação com treino de força, aumentou significativamente a força (8-33%) nos músculos das pernas, anca e tronco, em comparação com o grupo que apenas realizou o treino de força (>4%). (12)

Nos **praticantes mais idosos**, apesar da adesão aos treinos de HIIT ser limitada (17), esta tipologia mostrou ser mais eficaz que a WB-EMS, no que toca aos ganhos de força no exercício de *legpress*<sup>1</sup> (força do membro inferior). (17) Não obstante, num protocolo de 16 semanas, o HIIT<sup>2</sup> e WB-EMS obtiveram resultados significativos no aumento da massa muscular, sem diferenças significativas entre si, rejeitando assim, a hipótese de que o treino de HIIT é mais eficiente. (59)

Na análise da influência da WB-EMS em **mulheres desportistas estudantes**, no que concerne à força muscular, à velocidade de *sprint*, mudança de direção, salto vertical e horizontal, a associação de WB-EMS com treino de força não mostrou superioridade em relação ao treino de força isolado. (10)

No que concerne à alimentação, nos grupos que praticaram HIIT e WB-EMS, verificou-se uma diminuição da ingestão de fibras, e um aumento da densidade energética ingerida. (60) A explicação dada pelos autores para esta situação é, ao treinarem, os participantes aumentam o valor do desejo por comer comidas processadas, principalmente doces, optando por estes, em relação a alimentos proteicos ou ricos em fibras.

Após 12 semanas, também se verificou um aumento da taxa metabólica basal com HIIT (exercícios força)+ WB-EMS (61).

Na análise comparativa de grupos que realizaram HIIT, HIIT + WB-EMS e prática de EF com base nas normas da OMS (grupo controlo), todos os grupos mostraram uma diminuição da massa gorda, do IMC e do tecido visceral adiposo. (62) Porém, apenas nos grupos de HIIT e HIIT + WB-EMS se observou aumento da massa muscular, (63) Apesar das diversas metodologias serem eficazes na diminuição de massa gorda, com a associação de HIIT<sup>3</sup> + WB-EMS obtém-se melhores resultados.(35)

<sup>1</sup> *Leg press*: é um exercício, realizado na posição sentada, em que se empurra uma carga variável com a força dos membros inferiores.

<sup>2</sup> Alguns autores referem a tipologia de HIIT, porém não especificam o tipo de metodologia realizada.

<sup>3</sup> Neste caso referem-se, não só a treino de exercícios de força (agachamento, peso morto, flexões, pranchas, etc ) como a exercício aeróbio de corrida na passadeira.

Acresce ainda, que ao utilizar a associação de HIIT + WB-EMS, alguns autores, observaram o aumento da massa muscular, a diminuição de LDL e dos triglicérides, o aumento do HDL (62), o aumento do tempo total de sono e a diminuição do número de despertares noturnos, culminando, assim, na melhoria da qualidade do sono, em comparação com o grupo controlo. Todavia, estas últimas melhorias não foram estatisticamente significativas. (64)

Na avaliação das pregas cutâneas, observou-se uma maior redução da massa gorda, na combinação da WB-EMS com treino aeróbio, em comparação com o treino aeróbio isolado. (5)

Em **mulheres idosas com osteopenia, com elevado risco de fraturas**, não se observou nenhuma alteração da densidade mineral óssea com a utilização de WB-EMS, sendo preferido o treino de força convencional, para prevenção das fraturas neste grupo de risco. (65)

Tal como observado com o treino convencional, a WB-EMS é eficaz no tratamento da dorsalgia. (28)

Ao contrário do tempo reduzido das sessões de WB-EMS, um treino convencional de força, demora em média, cerca de 60 minutos. Ainda assim, o treino de força tem um papel essencial na manutenção da densidade mineral óssea (65) e é fundamental para a prevenção e atraso do aparecimento da osteoporose. Papel este, que a WB-EMS não conseguiu mostrar eficácia significativa. (65) Os estudos realizados com WB-EMS para avaliação da densidade mineral óssea, foi utilizada apenas a estimulação de corrente, não tendo sido adicionada carga externa.

## **5. Perspetivas para o futuro**

A WB-EMS tem um elevado potencial, porém devem ser realizados mais estudos no futuro, com uma amostra populacional maior, com um período de análise superior a 6-12 meses, para uma melhor perceção dos efeitos de WB-EMS a longo prazo.

É aconselhada a criação de normas e certificação comum dos instrutores, para o uso correto de WB-EMS, de modo a impedir lesões e outras complicações devidas à má utilização dos aparelhos.

Devem realizar-se estudos em doentes com patologias onde a prática de exercício convencional não é facilmente exequível, como a esclerose múltipla, a hipertonia e as doenças cancerígenas.

Por último, importa apostar em estudos mais direcionados, de modo a conhecer os possíveis benefícios da WB-EMS nas diferentes patologias. A título de exemplo, considero interessante relacionar os efeitos protetores desta técnica com a sarcopenia observada em doentes em coma induzido, internados nas Unidade de Cuidados Intensivos. A imobilização prolongada e a sedação profunda, provocam uma diminuição severa da massa muscular, que dificulta a recuperação e a normalização do quotidiano destes doentes. Assim, a WB-EMS poderá ser um aliado à prática clínica, se observados resultados positivos.

## 6. Conclusões

A eficácia e eficiência da WB-EMS, são ainda, bastante controversas e são necessários mais estudos para se obterem conclusões mais fiáveis.

Pode concluir-se, que após o primeiro treino com WB-EMS, apesar de se reportarem alguns casos onde há aumento da concentração de CK e casos de rabdomiólise, nenhum autor referiu complicações graves à saúde dos participantes. Conclui-se, portanto, que é um método de treino eficaz, com boa adesão e com elevada taxa de retenção, sendo um bom complemento à prática de exercício físico.

Assim, não tendo sido encontrados outros efeitos adversos relevantes, podemos considerar a WB-EMS, um método seguro de treino, que necessita de pouco tempo despendido e é eficaz no ganho de massa muscular. Pode ser uma boa alternativa de treino, não só para pessoas desmotivadas, como com menores capacidades físicas para o exercício convencional, bem como, para todas as que queiram mudar de rotina e experimentar novas sensações e desafios durante a prática de exercício físico.

Idealmente, a WB-EMS deve ser cuidadosamente supervisionada, não apenas por motivos de segurança, como também para se obter uma melhor eficácia. Deve ser complementada com treinos de resistência, força, flexibilidade e de relaxamento. O treino de força, além de todas as suas vantagens descritas, é essencial para a manutenção da densidade mineral óssea, essencial para a prevenção da osteoporose.

Deste modo, desde que estejam salvaguardadas as condições de segurança acima referidas e se respeitem contra-indicações, é uma metodologia segura e eficaz para a prática de exercício físico. Assim, apesar do elevado custo por sessão, é um complemento útil à prática de exercício convencional.

Como esta tipologia de treino é inovadora, e ainda não está contemplada nas recomendações de organizações científicas como a OMS, ACSM, etc. Por esta razão, não se pode dizer que se deva realizar, porém, até ao momento, apresenta diversas vantagens descritas.

Para concluir, como cada indivíduo é um ser único, será uma opção apelativa e/ou vantajosa para uns e não o será para outros. Ainda não se poderá dizer que deve ser integrada, como se de uma recomendação se tratasse, mas poderá ser permitida, desde que seja bem aplicada, monitorizada e que as contra-indicações sejam respeitadas.

## 7. Referências Bibliográficas

1. World Health Organization. WHO Guidelines on physical activity and sedentary behaviour [Internet]. World Health Organization. 2020. 104 p. Available from: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/325147/WHO-NMH-PND-2019.4-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttp://www.who.int/iris/handle/10665/311664%0Ahttps://apps.who.int/iris/handle/10665/325147>
2. Riebe D, Ehrman JK, Liguori G, Magal M. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription [Internet]. 10th ed. Wolters Kluwer, editor. 2018. 472 p. Available from: [www.acsm.org](http://www.acsm.org)
3. Kemmler W, Bebenek M, Engelke K, Von Stengel S. Impact of whole-body electromyostimulation on body composition in elderly women at risk for sarcopenia: The Training and ElectroStimulation Trial (TEST-III). *Age (Omaha)*. 2014;36(1):395–406.
4. Kemmler W, Schliffka R, Mayhew JL, Von Stengel S. Effects of whole-body electromyostimulation on resting metabolic rate, body composition, and maximum strength in postmenopausal women: The training and electrostimulation trial. *J Strength Cond Res*. 2010;24(7):1880–7.
5. Pano-Rodriguez A, Beltran-Garrido JV, Hernández-González V, Reverter-Masia J. Effects of whole-body ELECTROMYOSTIMULATION on health and performance: A systematic review. *BMC Complement Altern Med*. 2019;19(1):1–14.
6. Teschler M, Mooren FC. (Whole-Body) Electromyostimulation, Muscle Damage, and Immune System: A Mini Review. *Front Physiol*. 2019;10(November):1–7.
7. Kemmler W, Von Stengel S, Schwarz J, Mayhew JL. Effect of whole-body electromyostimulation on energy expenditure during exercise. *J Strength Cond Res*. 2012;26(1):240–5.
8. Kemmler W, von Stengel S. Whole-body electromyostimulation as a means to impact muscle mass and abdominal body fat in lean, sedentary, older female adults: Subanalysis of the TEST-III trial. *Clin Interv Aging*. 2013;8:1353–64.
9. Micke F, Kleinöder H, Dörmann U, Wirtz N, Donath L. Effects of an Eight-Week Superimposed Submaximal Dynamic Whole-Body Electromyostimulation Training on Strength and Power Parameters of the Leg Muscles: A Randomized Controlled Intervention Study. *Front Physiol*. 2018;9(December).

10. Dörmann U, Wirtz N, Micke F, Morat M, Kleinöder H, Donath L. The effects of superimposed whole-body electromyostimulation during short-term strength training on physical fitness in physically active females: A randomized controlled trial. *Front Physiol.* 2019;10(JUN).
11. Stöllberger C, Finsterer J. Side effects of whole-body electro-myo-stimulation. *Wiener Medizinische Wochenschrift.* 2019;169(7–8):173–80.
12. Ludwig O, Berger J, Schuh T, Backfisch M, Becker S, Fröhlich M. Can a superimposed whole-body electromyostimulation intervention enhance the effects of a 10-week athletic strength training in youth elite soccer players? *J Sport Sci Med.* 2020;19(3):535–46.
13. Kemmler W, von Stengel S, Kohl M, Rohleder N, Bertsch T, Sieber CC, et al. Safety of a combined WB-EMS and high-protein diet intervention in sarcopenic obese elderly men. *Clin Interv Aging.* 2020;15:953–67.
14. Stöllberger C, Finsterer J. Side effects of and contraindications for whole-body electro-myo-stimulation: A viewpoint. *BMJ Open Sport Exerc Med.* 2019;5(1):1–5.
15. Amaro-Gahete FJ, De-la-O A, Jurado-Fasoli L, Espuch-Oliver A, Robles-Gonzalez L, Navarro-Lomas G, et al. Exercise training as S-Klotho protein stimulator in sedentary healthy adults: Rationale, design, and methodology. *Contemp Clin Trials Commun [Internet].* 2018;11(February):10–9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.conctc.2018.05.013>
16. Hong JY, Oh JH, Shin JH. Rhabdomyolysis caused by knee push-ups with whole body electromyostimulation. *Br J Hosp Med.* 2016;77(9):542–3.
17. Kemmler W, Weissenfels A, Willert S, Shojaa M, von Stengel S, Filipovic A, et al. Efficacy and safety of low frequency Whole-Body Electromyostimulation (WB-EMS) to improve health-related outcomes in non-athletic adults. A systematic review. *Front Physiol.* 2018;9(MAY).
18. Kemmler W, Kleinöder H, Fröhlich M. Editorial: Whole-Body Electromyostimulation: A Training Technology to Improve Health and Performance in Humans? *Front Physiol.* 2020;11(May):10–2.
19. Konrad KL, Baeyens JP, Birkenmaier C, Ranker AH, Widmann J, Leukert J, et al. The effects of whole-body electromyostimulation (WB-EMS) in comparison to a multimodal treatment concept in patients with non-specific chronic back pain—A prospective clinical intervention study. *PLoS One [Internet].* 2020;15(8 August 2020):1–21. Available from: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0236780>

20. Schwappacher R, Schink K, Sologub S, Dieterich W, Reljic D, Friedrich O, et al. Physical activity and advanced cancer: evidence of exercise-sensitive genes regulating prostate cancer cell proliferation and apoptosis. *J Physiol.* 2020;598(18):3871–89.
21. Berger J, Becker S, Backfisch M, Eifler C, Kemmler W, Fröhlich M. Adjustment effects of maximum intensity tolerance during whole-body electromyostimulation training. *Front Physiol.* 2019;10(JUL):1–7.
22. Amaro-Gahete FJ, De-la-O A, Sanchez-Delgado G, Robles-Gonzalez L, Jurado-Fasoli L, Ruiz JR, et al. Functional exercise training and undulating periodization enhances the effect of whole-body electromyostimulation training on running performance. *Front Physiol.* 2018;9(JUN):1–12.
23. Berger J, Becker S, Ludwig O, Kemmler W, Fröhlich M. Whole-body electromyostimulation in physical therapy: do gender, skinfold thickness or body composition influence maximum intensity tolerance? *J Phys Ther Sci.* 2020;32(6):395–400.
24. Kemmler W, Grimm A, Bebenek M, Kohl M, von Stengel S. Effects of Combined Whole-Body Electromyostimulation and Protein Supplementation on Local and Overall Muscle/Fat Distribution in Older Men with Sarcopenic Obesity: The Randomized Controlled Franconia Sarcopenic Obesity (FranSO) Study. *Calcif Tissue Int.* 2018;103(3):266–77.
25. Kemmler W, Von Stengel S. Alternative exercise technologies to fight against sarcopenia at old age: A series of studies and review. *J Aging Res.* 2012;2012.
26. Wittmann K, Sieber C, Von Stengel S, Kohl M, Freiburger E, Jakob F, et al. Impact of whole body electromyostimulation on cardiometabolic risk factors in older women with sarcopenic obesity: The randomized controlled FORMOSA-sarcopenic obesity study. Vol. 11, *Clinical Interventions in Aging.* 2016. p. 1697–706.
27. Weissenfels A, Teschler M, Willert S, Hettchen M, Fröhlich M, Kleinöder H, et al. Effects of whole-body electromyostimulation on chronic nonspecific low back pain in adults: A randomized controlled study. *J Pain Res.* 2018;11:1949–57.
28. Weissenfels A, Wirtz N, Dörmann U, Kleinöder H, Donath L, Kohl M, et al. Comparison of Whole-Body Electromyostimulation versus Recognized Back-Strengthening Exercise Training on Chronic Nonspecific Low Back Pain: A Randomized Controlled Study. *Biomed Res Int.* 2019;2019.

29. Pano-Rodriguez A, Beltran-Garrido JV, Hernandez-Gonzalez V, Reverter-Masia J. Effects of Whole Body Electromyostimulation on Physical Fitness and Health in Postmenopausal Women: A Study Protocol for a Randomized Controlled Trial. *Front Public Heal.* 2020;8(July):1–12.
30. Amaro-Gahete FJ, De-La AO, Sanchez-Delgado G, Robles-Gonzalez L, Jurado-Fasoli L, Ruiz JR, et al. Whole-body electromyostimulation improves performance-related parameters in runners. *Front Physiol.* 2018;9(NOV).
31. Wirtz N, Dörmann U, Micke F, Filipovic A, Kleinöder H, Donath L. Effects of Whole-Body Electromyostimulation on Strength-, Sprint-, and Jump Performance in Moderately Trained Young Adults: A Mini-Meta-Analysis of Five Homogenous RCTs of Our Work Group. *Front Physiol.* 2019;10(November).
32. Willert S, Weissenfels A, Kohl M, von Stengel S, Fröhlich M, Kleinöder H, et al. Effects of whole-body electromyostimulation on the energy-restriction-induced reduction of muscle mass during intended weight loss. *Front Physiol.* 2019;10(AUG).
33. von Stengel S, Kemmler W. Trainability of leg strength by whole-body electromyostimulation during adult lifespan: A study with male cohorts. *Clin Interv Aging.* 2018;13:2495–502.
34. Evangelista AL, Teixeira CVLS, Barros BM, de Azevedo JB, Paunksnis MRR, de Souza CR, et al. Does whole-body electrical muscle stimulation combined with strength training promote morphofunctional alterations? *Clinics.* 2019;74:1–6.
35. Amaro-Gahete FJ, De-la-O A, Jurado-Fasoli L, Ruiz JR, Castillo MJ, Gutiérrez Á. Effects of different exercise training programs on body composition: A randomized control trial. *Scand J Med Sci Sport.* 2019;29(7):968–79.
36. Schink K, Herrmann HJ, Schwappacher R, Meyer J, Orlemann T, Waldmann E, et al. Effects of whole-body electromyostimulation combined with individualized nutritional support on body composition in patients with advanced cancer: A controlled pilot trial. *BMC Cancer.* 2018;18(1):1–17.
37. Schink K, Gaßner H, Reljic D, Herrmann HJ, Kemmler W, Schwappacher R, et al. Assessment of gait parameters and physical function in patients with advanced cancer participating in a 12-week exercise and nutrition programme: A controlled clinical trial. *Eur J Cancer Care (Engl).* 2020;29(2).
38. Wirtz N, Filipovic A, Gehlert S, de Marées M, Schiffer T, Bloch W, et al. 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.* 2020;17(3):1–13.

39. Reljic D, Konturek PC, Herrmann HJ, Neurath MF, Zopf Y. Effects of whole-body electromyostimulation exercise and caloric restriction on cardiometabolic risk profile and muscle strength in obese women with the metabolic syndrome: a pilot study. *J Physiol Pharmacol.* 2020;71(1).
40. Pano-Rodriguez A, Beltran-Garrido JV, Hernandez-Gonzalez V, Reverter-Masia J. Effects of whole-body electromyostimulation on physical fitness in postmenopausal women: A randomized controlled trial. *Sensors (Switzerland).* 2020;20(5):1–16.
41. Amaro-Gahete FJ, De-La-O A, Jurado-Fasoli L, Dote-Montero M, Gutiérrez Á, Ruiz JR, et al. Changes in physical fitness after 12 weeks of structured concurrent exercise training, high intensity interval training, or whole-body electromyostimulation training in sedentary middle-aged adults: A randomized controlled trial. *Front Physiol.* 2019;10(APR):1–15.
42. Berger J, Ludwig O, Becker S, Backfisch M, Kemmler W, Fröhlich M. Effects of an impulse frequency dependent 10-week whole-body electromyostimulation training program on specific sport performance parameters. *J Sport Sci Med.* 2020;19(2):271–81.
43. Filipovic A, Kleinode H, Dorman U, Meste J. Electromyostimulation-a systematic review of the influence of training regimens and stimulation parameters on effectiveness in electromyostimulation training of selected strength parameters. *J Strength Cond Res.* 2011;25(11):3218–38.
44. Schink K, Reljic D, Herrmann HJ, Meyer J, Mackensen A, Neurath MF, et al. Whole-Body Electromyostimulation Combined With Individualized Nutritional Support Improves Body Composition in Patients With Hematological Malignancies – A Pilot Study. *Front Physiol.* 2018;9(December):1–15.
45. Schuhbeck E, Birkenmaier C, Schulte-Göcking H, Pronnet A, Jansson V, Wegener B. The Influence of WB-EMS-Training on the Performance of Ice Hockey Players of Different Competitive Status. *Front Physiol.* 2019;10(September):1–8.
46. Filipovic A, Kleinöder H, Dörmann U, Mester J. Electromyostimulation-a systematic review of the effects of different electromyostimulation methods on selected strength parameters in trained and elite athletes. *J Strength Cond Res.* 2012;26(9):2600–14.
47. Ludwig O, Berger J, Becker S, Kemmler W, Fröhlich M. The impact of whole-body electromyostimulation on body posture and trunk muscle strength in untrained persons. *Front Physiol.* 2019;10(AUG):1–11.

48. Ricci PA, Di Thommazo-Luporini L, Jürgensen SP, André LD, Haddad GF, Arena R, 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. *Obes Surg.* 2020;30(10):3862–71.
49. Teschler M, Wassermann A, Weissenfels A, Fröhlich M, Kohl M, Bebenek M, et al. Short time effect of a single session of intense whole-body electromyostimulation on energy expenditure. A contribution to fat reduction? *Appl Physiol Nutr Metab.* 2018;43(5):528–30.
50. Bellia A, Ruscello B, Bolognino R, Briotti G, Gabrielli PR, Silvestri A, et al. Whole-body Electromyostimulation plus Caloric Restriction in Metabolic Syndrome. *Int J Sports Med.* 2020;41(11):751–8.
51. Jee YS. The efficacy and safety of whole-body electromyostimulation in applying to human body: Based from graded exercise test. *J Exerc Rehabil.* 2018;14(1):49–57.
52. Kemmler W, Teschler M, Weissenfels A, Bebenek M, von Stengel S, Kohl M, et al. Whole-body electromyostimulation to fight sarcopenic obesity in community-dwelling older women at risk. Results of the randomized controlled FORMOSA-sarcopenic obesity study. *Osteoporos Int.* 2016;27(11):3261–70.
53. Poggiogalle E, Parrinello E, Barazzoni R, Busetto L, Donini LM. Therapeutic strategies for sarcopenic obesity: a systematic review. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2021;24(1):33–41.
54. Kemmler W, Weissenfels A, Bebenek M, Fröhlich M, Kleinöder H, Kohl M, et al. Effects of Whole-Body Electromyostimulation on Low Back Pain in People with Chronic Unspecific Dorsal Pain: A Meta-Analysis of Individual Patient Data from Randomized Controlled WB-EMS Trials. *Evidence-based Complement Altern Med.* 2017;2017.
55. Sañudo B, Bartolomé D, Tejero S, Ponce-González JG, Loza JP, Figueroa A. Impact of Active Recovery and Whole-Body Electromyostimulation on Blood-Flow and Blood Lactate Removal in Healthy People. *Front Physiol.* 2020;11(April):1–8.
56. De La Cámara Serrano MA, Pardos AI, Veiga ÓL. Effectiveness evaluation of whole-body electromyostimulation as a postexercise recovery method. *J Sports Med Phys Fitness.* 2018;58(12):1800–7.

57. Kemmler W, Teschler M, Bebenek M, von Stengel S. Hohe Kreatinkinase-Werte nach exzessiver Ganzkörper-Elektromyostimulation: gesundheitliche Relevanz und Entwicklung im Trainingsverlauf. *Wiener Medizinische Wochenschrift*. 2015;165(21–22):427–35.
58. Kemmler W, Teschler M, Weißenfels A, Bebenek M, Fröhlich M, Kohl M, et al. Effects of whole-body electromyostimulation versus high-intensity resistance exercise on body composition and strength: A randomized controlled study. *Evidence-based Complement Altern Med*. 2016;2016.
59. Kemmler W, Weissenfels A, Teschler M, Willert S, Bebenek M, Shojaa M, et al. Whole-body electromyostimulation and protein supplementation favorably affect sarcopenic obesity in community-dwelling older men at risk: The randomized controlled FranSO study. *Clin Interv Aging*. 2017;12:1503–13.
60. Jurado-Fasoli L, Amaro-Gahete FJ, De-la-O A, Castillo MJ. Impact of different exercise training modalities on energy and nutrient intake and food consumption in sedentary middle-aged adults: a randomised controlled trial. *J Hum Nutr Diet*. 2020;33(1):86–97.
61. Amaro-Gahete FJ, De-la-O A, Jurado-Fasoli L, Sanchez-Delgado G, Ruiz JR, Castillo MJ. Metabolic rate in sedentary adults, following different exercise training interventions: The FIT-AGEING randomized controlled trial. *Clin Nutr*. 2020;39(11):3230–40.
62. Amaro-Gahete FJ, De-la-O A, Jurado-Fasoli L, Martinez-Tellez B, R. Ruiz J, Castillo MJ. Exercise Training as a Treatment for Cardiometabolic Risk in Sedentary Adults: Are Physical Activity Guidelines the Best Way to Improve Cardiometabolic Health? The FIT-AGEING Randomized Controlled Trial. *J Clin Med*. 2019;8(12):2097.
63. Amaro-Gahete FJ, De-la-O A, Jurado-Fasoli L, Espuch-Oliver A, de Haro T, Gutierrez A, et al. Exercise training increases the S-Klotho plasma levels in sedentary middle-aged adults: A randomised controlled trial. The FIT-AGEING study. *J Sports Sci*. 2019;37(19):2175–83.
64. Jurado-Fasoli L, De-la-O A, Molina-Hidalgo C, Migueles JH, Castillo MJ, Amaro-Gahete FJ. Exercise training improves sleep quality: A randomized controlled trial. *Eur J Clin Invest*. 2020;50(3):12.
65. Von Stengel S, Bebenek M, Engelke K, Kemmler W. Whole-body electromyostimulation to fight osteopenia in elderly females: The randomized controlled training and electrostimulation trial (TEST-III). *J Osteoporos*. 2015;2015.