

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

Karina Segatto

**Eletroestimulação de corpo inteiro em
indivíduos obesos: uma revisão
sistemática de ensaios clínicos
randomizados**

UFCSPA
Universidade Federal de Ciências da Saúde
de Porto Alegre

Porto Alegre

2024

Karina Segatto

Eletroestimulação de corpo inteiro em indivíduos obesos: uma revisão sistemática de ensaios clínicos randomizados

Dissertação 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 Mestre.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Jociane Schardong

Porto Alegre

2024

Catálogo na Publicação

Segatto, Karina

Eletroestimulação de corpo inteiro em indivíduos obesos: uma revisão sistemática de ensaios clínicos randomizados / Karina Segatto. -- 2024.

88 p. : 30 cm.

Dissertação (mestrado) -- Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, 2024.

Orientador(a): Prof^a. Dra. Jociane Schardong.

1. Estimulação Elétrica. 2. Obesidade. 3. Revisão sistemática. 4. Metanálise. I. Título.

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

**Eletroestimulação de corpo inteiro em indivíduos obesos:
uma revisão sistemática de ensaios clínicos randomizados**

BANCA AVALIADORA

Dr. Rodrigo Della Méa Plentz

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre – Porto Alegre

Dr. Gilson Pires Dorneles

Hospital Moinhos de Vento – Porto Alegre

Dra. Bruna Eibel

Universidade de Caxias do Sul – Caxias do Sul

Porto Alegre

2024

Dedicatória

A Deus e a minha família por estarem presentes em todos os momentos de minha vida.

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus por estar presente em minha vida em todos os momentos e por colocar pessoas especiais em meu caminho.

Aos meus pais, Ernesto e Catharina, por se fazerem presentes em todos os momentos, pela boa educação que me proporcionaram, por me ensinarem valores como honestidade, humildade e ética acima de tudo. Palavras não seriam suficientes para descrever o tamanho do meu amor e gratidão. Vocês são os melhores exemplos que eu poderia ter. Em especial, à minha mãe que não mediu esforços para ser a minha rede de apoio com meu filho Vicente.

Às minhas irmãs, Fernanda e Michele, por serem minhas verdadeiras amigas, incentivadoras e rede de apoio. Obrigada pelas experiências, alegrias e angústias compartilhadas ao longo de nossas vidas. A convivência com vocês me torna uma pessoa melhor.

Aos meus cunhados, Giovani e Cristiano, por estarem presentes em minha vida e celebrarem comigo minhas conquistas.

Aos meus sobrinhos, Joaquim, Catherine, Ana Carolina e Maria Antônia, obrigada por trazerem leveza a minha vida.

Ao meu companheiro de vida, meu marido e amigo Diego, obrigada por sonhar esse sonho comigo, por estar sempre ao meu lado, apoiando e estimulando a desenvolver minha vida profissional. Obrigada por compreender minhas ausências. Viver ao teu lado é gratificante.

Ao meu filho Vicente, palavras não seriam suficientes para te agradecer. Obrigada pela compreensão nos momentos de ausência, por ser, além de um filho maravilhoso, meu verdadeiro amigo.

À querida amiga e colega de profissão Ms. Renata, obrigada pela amizade e apoio constantes. Obrigada pelos ensinamentos de vida. Obrigada pela escuta quando meu coração apertou. Obrigada por sempre estar ao meu lado.

Ao prof. Dr. Rodrigo Della Méa Plentz que, durante a graduação, tive a honra e o orgulho de ter como professor e orientador de iniciação científica. Obrigada por me ensinar com dedicação os primeiros passos no âmbito da pesquisa clínica. Pelo exemplo de pesquisador e profissional que és. Tens minha admiração.

À Natiele Righi, por todos os conhecimentos compartilhados, pela paciência e pela ajuda em todos os momentos. À Andriele Garlet, por ter me auxiliado nessa trajetória.

À minha orientadora, Jociane Schardong, por ter acreditado no meu potencial e aceitado o desafio de ser minha orientadora. Obrigada por confiar no meu trabalho, por me devolver perguntas quando eu buscava respostas, foi assim que aprendi a caminhar sozinha.

Epígrafe

“Educação não transforma o mundo.
Educação muda as pessoas.
Pessoas mudam o mundo.”
(Paulo Freire)

RESUMO

A obesidade é classificada como uma doença crônica que apresenta diversos fatores de risco associados. A eletroestimulação de corpo inteiro (EECI) trata-se de uma tecnologia capaz de ativar diversos grupos musculares de maneira sincronizada e surgiu como alternativa para indivíduos que são incapazes ou que não se sentem motivados para realizar o exercício convencional. Para tanto, este estudo teve como objetivo revisar sistematicamente com metanálise o efeito da EECI sobre os desfechos composição corporal, força muscular de quadríceps, capacidade funcional, força de preensão palmar e marcadores cardiometabólicos em indivíduos obesos. Esta revisão incluiu três comparadores, sendo controle, placebo e exercícios resistidos. Cinco bases de dados foram pesquisadas e 10 ensaios clínicos randomizados (ECR's) foram incluídos. Os resultados indicaram que a EECI aumenta a capacidade funcional quando avaliada pelo teste de caminhada de seis minutos (TC6M) em indivíduos obesos no comparador placebo. A EECI, quando comparada ao controle, também parece reduzir o percentual de gordura e os níveis de colesterol e aumentar a força muscular de quadríceps e de preensão palmar, sem alterações para outros desfechos. Conclui-se que a EECI aplicada em indivíduos obesos pode melhorar a capacidade funcional e a força de preensão palmar. Os efeitos sobre a força muscular de quadríceps parecem promissores, porém precisam ser melhor investigados, assim como os efeitos sobre a composição corporal e sobre marcadores cardiometabólicos.

Palavras-chave: Estimulação Elétrica; Obesidade; Revisão sistemática; Metanálise.

ABSTRACT

Obesity is classified as a chronic disease that has several associated risk factors. Whole body electrical stimulation (EECI) is a technology capable of activating several muscle groups in a synchronized manner and has emerged as an alternative for individuals who are unable or do not feel motivated to perform conventional exercise. To this end, this study aimed to systematically review with meta-analysis the effect of EECI on the outcomes of body composition, quadriceps muscle strength, functional capacity, handgrip strength and cardiometabolic markers in obese individuals. This review included three comparators: control, placebo and resistance exercise. Five databases were searched and 10 randomized clinical trials (RCTs) were included. The results indicated that EECI increases functional capacity when assessed by the six-minute walk test (6MWT) in obese individuals in the placebo comparator. EECI, when compared to control, also appears to reduce fat percentage and cholesterol levels and increase quadriceps and handgrip muscle strength, without changes to other outcomes. It is concluded that EECI applied to obese individuals can improve functional capacity and handgrip strength. The effects on quadriceps muscle strength seem promising, but need to be further investigated, as do the effects on body composition and cardiometabolic markers.

Keywords: Electrical Stimulation; Obesity; Systematic review; Meta-analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama de fluxo	46
Figura 2 - Metanálise para desfecho capacidade funcional avaliada por TC6M (EECI vs placebo)	47
Figura 3 - Metanálise para desfecho capacidade funcional avaliada por ergoespirometria (EECI vs placebo)	47
Figura 4 - Metanálise para desfecho massa livre de gordura (EECI vs placebo)	47
Figura 5 - Metanálise para desfecho porcentagem de gordura corporal (EECI vs placebo)	48
Figura 6 - Metanálise para desfecho porcentagem de gordura corporal (EECI vs controle)	48
Figura 7 - Metanálise para desfecho força muscular de quadríceps (EECI vs controle)	48
Figura 8 - Metanálise para desfecho glicose (EECI vs controle)	49
Figura 9 - Metanálise para desfecho HDL (EECI vs controle)	49
Figura 10 - Metanálise para desfecho triglicérido (EECI vs controle)	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características dos estudos incluídos	50
Tabela 2 - Resultados para composição corporal, força muscular de quadríceps, força de preensão palmar e marcadores cardiometabólicos (EECI versus controle)	60
Tabela 3 - Avaliação do risco de viés pela ferramenta RoB 2.0	63
Tabela 4 - Avaliação da certeza da evidência pelo sistema GRADE	65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BIA	Bioimpedância elétrica
DXA	Raios-x de dupla energia
ECR	Ensaio clínico randomizado
EECI	Eletroestimulação de corpo inteiro
HDL	Lipoproteína de alta densidade
LDL	Lipoproteína de baixa densidade
OMS	Organização Mundial da Saúde
PRISMA	Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses
RM	Ressonância magnética
TC6M	Teste de caminhada de seis minutos
TMR	Taxa metabólica de repouso

SUMÁRIO

1 CONTEXTUALIZAÇÃO	14
1.1 Obesidade	14
1.2 Eletroestimulação de corpo inteiro	17
1.3 Referências	20
2 OBJETIVOS	26
2.1 Objetivo geral	26
2.2 Objetivos específicos	26
3 ARTIGO	27
3.1 Resumo	29
3.2 Introdução	30
3.3 Metodologia	31
3.4 Resultados	33
3.5 Discussão	38
3.6 Conclusão	41
3.7 Referências.....	42
4 CONCLUSÃO GERAL	74
5 IMPACTOS DO TRABALHO	75
6 ANEXO	76

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

1.1 Obesidade

Sobrepeso e obesidade são definidos como acúmulo anormal ou excessivo de tecido adiposo que pode levar a prejuízos para a saúde (OMS, 1998). A origem da obesidade é multifatorial, porque resulta de uma complexa interação entre fatores comportamentais, culturais, genéticos, fisiológicos e psicológicos (WHO, 2000). Atualmente, apresenta-se como um problema de saúde pública mundial de grande magnitude, devido ao aumento da sua prevalência de maneira epidêmica em todas as faixas etárias nas últimas quatro décadas (SAÚDE, 2022a).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) define obesidade e sobrepeso através do Índice de Massa Corporal (IMC), obtido a partir do cálculo do peso do sujeito (em quilos) dividido pela altura ao quadrado (em metros), onde $IMC \geq 25$ até $29,9 \text{ kg/m}^2$ determina sobrepeso e $IMC > 30 \text{ kg/m}^2$ obesidade. Para cada aumento de 5 unidades no IMC acima de 25 kg/m^2 , a mortalidade geral aumenta em 29%, a mortalidade vascular em 41% e a mortalidade relacionada ao diabetes em 210% (APOVIAN, 2014).

A Pesquisa Nacional de Saúde de 2020 apontou que mais da metade dos adultos apresentam excesso de peso, com maior prevalência no público feminino (62,6%) e que a condição de obesidade atinge 25,9% da população, atingindo 41,2 milhões de adultos (GUEDES et al., 2019). O valor gasto para o tratamento de doenças crônicas em 2019 foi de 6 milhões de reais no Brasil e, aproximadamente 22% ou 1,5 bilhão foram atribuídos ao excesso de peso e à obesidade. Além disso, existem custos que não são contabilizados, como a perda da qualidade de vida, perda de produtividade no trabalho e mortalidade precoce (SAÚDE, 2022b).

A obesidade é considerada uma doença inflamatória crônica sistêmica de baixo grau (FRIKKE-SCHMIDT et al., 2016), com aumento de substâncias como interleucina-6, fator de necrose tumoral alfa e proteína C reativa (LEE et al. 2019). O aumento destas substâncias estimula o catabolismo na ausência de ambiente anabólico (redução das atividades físicas e dieta inadequada), podendo contribuir para perda de massa e força muscular (LOPES et al., 2013). Além disso, a obesidade eleva o risco de doença cardiovascular (HERGENROEDER et al., 2011), diabetes tipo

2 e certos tipos de câncer (ENGLISH et al., 2020; HERGENROEDER et al., 2011; LEE et al., 2019). É comumente associada a comorbidades devido à alteração da função metabólica, inatividade física, disfunção musculoesquelética e dislipidemia (BERGGREN et al., 2008). Os prejuízos na capacidade funcional e na qualidade de vida são consequências dessas alterações fisiopatológicas.

A capacidade funcional está associada ao nível de atividade física. Orsi et al. (JOEL et al., 2008a) propuseram avaliar a capacidade funcional em mulheres eutróficas, com sobrepeso e obesas e concluiu que mulheres obesas apresentaram redução da aptidão física e da capacidade funcional em relação às eutróficas e às aquelas com sobrepeso, e isto leva a um pior prognóstico para doenças cardiovasculares dessas pacientes (JOEL et al., 2008b). A avaliação da capacidade funcional através da ergoespirometria utiliza protocolos incrementais de carga, sendo útil para detectar a tolerância máxima ao exercício e seus possíveis fatores limitantes. Apesar da sua importância, apresenta fatores limitantes para o uso em larga escala como alto custo do equipamento e a necessidade de um examinador especializado (ATS, 2003).

Em 1963, Balke (ATS, 2002) desenvolveu um teste simples para avaliar a capacidade funcional pela mensuração da distância caminhada em um intervalo de tempo definido. O TC6M é um teste simples, seguro, baixo custo e apresenta boa correlação com as atividades de vida diária, além de ter boa avaliação da resposta ao treinamento físico (ENRIGHT, 2003; SOLWAY et al., 2001). É considerado o teste que mais reflete as necessidades de vida diária, pois é um teste submáximo e a maioria das atividades do dia a dia ocorrem neste nível de esforço (JOHNSON, 2004; TURNER et al., 2004), em suma, TC6M é uma importante ferramenta de avaliação da funcionalidade.

Indivíduos com obesidade apresentam alterações na composição corporal, mais especificamente, aumento da gordura corporal (CERCATO, 2019), podendo também apresentar alterações no perfil metabólico e lipídico (URANGA, 2019), principalmente por níveis elevados de triglicerídeos, redução de HDL e presença de lipoproteínas de baixa densidade (LDL) pequenas e densas (GUTIERREZ, 2009), representando um fator de risco para aumento da mortalidade. A dislipidemia na obesidade é definida por altos níveis de lipoproteínas ricas em triglicerídeos e diminuição dos níveis de colesterol de lipoproteína de alta densidade, e é considerada

um dos principais fatores de risco para doenças cardiovasculares ao promover o surgimento da arteriosclerose (RASHID, 2007).

A elevação do LDL também contribui para ocorrência de doenças cardiovasculares, pois é ele o principal transportador de colesterol no sistema circulatório para periferia, sendo apontado como preditor de risco cardíaco e alvo para reduzir doenças cardiovasculares (NOGUEIRA et al., 2021). A perda de peso obtida através do exercício é mais eficaz no aumento dos níveis de HDL do que a dieta isolada, bem como interfere parcialmente os efeitos positivos nos níveis de HDL, através de alterações nas enzimas do metabolismo do HDL (RASHID, 2007).

A obesidade está frequentemente associada com a Síndrome Metabólica (GRUNDY et al., 2004) e é um importante fator de risco de evolução para o diabetes mellitus tipo 2. Este fato foi ratificado pelo Diabetes Prevention Program (KNOWLER, 2002) ao demonstrar que, após três anos de acompanhamento, os indivíduos alocados no grupo de mudança do estilo de vida (dieta e exercício) tiveram uma diminuição do risco de evoluir para o diabetes de 58% que foi significativamente superior (58% vs. 31%) aos que utilizaram medicamentos.

Além da glicose, a obesidade está associada a elevados níveis de triglicerídeos (RAVEL, 1997), os quais possuem papel primário na formação de aterosclerose (RAPP, 2002). A hipertrigliceridemia é o distúrbio lipídico de mais fácil controle, pois os níveis de triglicérides podem ser satisfatoriamente controlados por mudanças nos hábitos de vida, dieta equilibrada, aumento da atividade física e restrição ao álcool. Raramente encontra-se hipertrigliceridemia isolada, sendo frequentemente acompanhada por aumento no colesterol total, no LDL-colesterol e diminuição no HDL-colesterol (SCHIAVO et al., 2003).

A força muscular é um importante componente para a saúde (KRAEMER et al., 2002). Quanto menor a força muscular, maior o risco de mortalidade por todas as causas (ARTERO et al., 2012). A massa livre de gordura é responsável pelos maiores níveis de força muscular em obesos, apresentando associação direta e significativa com força muscular absoluta dos membros superiores (MMSS) (KRAEMER et al., 2002). Ao comparar a força muscular de membros inferiores (MMII) e MMSS entre adolescentes obesas e não obesas, evidencia-se que a obesidade afeta a força muscular absoluta de MMSS e MMII em adolescentes, com maior significância deste efeito nos MMII (LOPES et al., 2013).

O tratamento da obesidade é complexo e multidisciplinar, compreendendo intervenções medicamentosas e não medicamentosas (ABESO, 2010). O Colégio Americano de Medicina do Esporte (KRAEMER et al., 2002) indicou que a mudança no estilo de vida, através de aumento no volume de atividade física praticada e reeducação alimentar consiste no tratamento mais eficaz (DONNELLY et al., 2009).

A restrição calórica é uma prática para diminuir a magnitude da obesidade, porém, quando isolada, leva à diminuição da taxa metabólica de repouso (TMR) através da diminuição de massa muscular e do efeito térmico da comida, tornando-se uma estratégia pouco eficaz ao longo do tempo. No entanto, a combinação de restrição calórica com exercício físico ajuda a manter a TMR, melhorando os resultados de programas de redução de peso a longo prazo, porque o exercício físico eleva a TMR após a sua realização, pelo aumento da oxidação de substratos, níveis de catecolaminas e estimulação de síntese proteica (GOMES et al., 2004).

A decisão sobre a intensidade adequada para o exercício no controle de peso e da gordura corporal é importante, pois a utilização de fontes energéticas está relacionada com a intensidade adotada no treinamento (MCMURRAY, 2005). O exercício é um dos principais elos entre os moduladores hormonais da ingestão e produção de energia e, à medida que se aumenta a intensidade da atividade, há uma diminuição da utilização dos lipídios como fonte de energia e um aumento do consumo energético proveniente da glicose e do glicogênio (MCMURRAY, 2005).

Combinar estilo de vida saudável e treinamento físico parece ser uma excelente intervenção não farmacológica para o tratamento da obesidade. Entretanto, a literatura revela que a adesão a programas de exercícios como tratamento conservador em pacientes obesos é baixa, falhando em quase 90% dos casos (CASTELLO et al., 2011; ENGLISH et al., 2018; HERGENROEDER et al., 2011; RICCI et al., 2020), assim, faz-se necessária a inclusão de novas tecnologias, sendo a estimulação elétrica neuromuscular de corpo inteiro (EECI) uma estratégia para atrair e manter estes indivíduos em programas de reabilitação e emagrecimento saudável.

1.2 Eletroestimulação de corpo inteiro

Estimulação elétrica neuromuscular (EENM) é definida como aplicação de uma série de estímulos intermitentes aos músculos esqueléticos superficiais através da utilização de eletrodos próximos aos pontos motores musculares para gerar o estímulo

elétrico. Seu principal objetivo é desencadear contrações musculares visíveis devido à ativação dos ramos nervosos intramusculares (MAFFIULETTI, 2010).

A EECI é uma tecnologia que surgiu da evolução da EENM aplicada localmente (PANO-RODRIGUEZ et al., 2019). Gobbo et al. (GOBBO et al., 2014) descreveram que a EECI é capaz de ativar uma grande área e vários grupos musculares de maneira sincronizada. Permite, também, a estimulação muscular simultânea de até 18 regiões com área total de 2.800 cm², com intensidade seletiva para cada região (AMARO-GAHETE et al., 2018).

Algumas vantagens descritas na literatura científica sobre EECI são sessões de treinamentos relativamente curtas (em média 20 minutos), alternativa com grande eficiência em termos de relação tempo-benefício em indivíduos que são incapazes ou não estão dispostos a participar de programas de treinamento convencionais extenuantes e demorados; frequência de treinamento considerada baixa (três sessões em duas semanas) e sessões dinâmicas que estimulam a adesão para a atividade proposta (KEMMLER et al., 2016a). Além disso, a EECI permite a coativação dos músculos agonistas-antagonistas e estimular um músculo antagonista pode contribuir para a melhora da força e capacidade aeróbica sem prejudicar o padrão motor (FILIPOVIC et al., 2016; KEMMLER et al., 2018).

Diversos estudos têm mostrado melhora da força muscular com o uso de EECI em diferentes populações: em jogadores de futebol de elite (FILIPOVIC et al., 2016), em mulheres na pós-menopausa (KEMMLER et al., 2010) e em homens de meia-idade saudáveis e não treinados (KEMMLER et al., 2016b). De fato, observa-se que EECI é uma técnica eficiente para aumentar tanto a força como a capacidade de exercício físico. Esta tecnologia também é capaz de melhorar a capacidade regenerativa dos músculos esqueléticos, aumentando a proliferação de células miogênicas e acelerando a união entre novas fibras e fibras maduras (SARA et al., 2017).

Alguns estudos ainda associam o uso da EECI à diminuição da gordura corporal com concomitante aumento de massa magra (KEMMLER et al., 2018a), à reabilitação em pacientes com dificuldades de locomoção (PAILLARD, 2008), à aplicação de intensidades supra máximas sem esforço intenso e sem sobrecarga às articulações; (KEMMLER et al., 2016a), à melhora em variáveis psicológicas (JEE, 2018) e à redução de dores musculares em atividades do dia a dia (KEMMLER et al., 2017a; WEISSENFELS et al., 2019). Reliic et al. (RELJIC et al., 2020) reforçaram a

importância do exercício durante as intervenções de perda de peso na melhoria dos resultados de saúde.

O efeito positivo que a EECI desempenha na composição corporal e na força muscular é evidenciada em idosas sarcopênicas (KEMMLER et al., 2014, 2016a), bem como em mulheres obesas com síndrome metabólica (RELJIC et al., 2020; WITTMANN et al., 2016), proporcionando melhoria na saúde geral. Observa-se, ainda, que a aplicação da EECI associada à dieta restrita de calorias em pacientes previamente hígidos com síndrome metabólica é potencialmente benéfica para o estado de saúde cardiometabólica, composição corporal e força muscular, em programas de intervenção com apenas duas sessões de 20 minutos por semana (RELJIC et al., 2020).

Os principais mecanismos ligados ao consumo energético induzido por EECI a curto e longo prazo são consumo de energia aguda durante o exercício; efeito pós-exercício induzido pela restauração de energia, reparo e adaptação de processos e mudanças na taxa metabólica de repouso (FRITZSCHE et al., 2010).

Kemmler et al., (KEMMLER et al., 2016b), desenvolveram um protocolo de treinamento de EECI em sujeitos obesas sarcopênicas, onde se recomendou a utilização de corrente pulsada bifásica de baixa frequência com largura de pulso moderada (350 μ s) e uma relação de contração/repouso de 4-6/4 segundos respectivamente. Ou seja, 10 a 12 minutos sob carga com 8 a 10 minutos de descanso, com intensidade avaliada pela escala de percepção subjetiva de esforço de Borg entre 6 a 8 (KEMMLER et al., 2014; KEMMLER et al., 2013). Este protocolo demonstrou efetividade no desempenho funcional e no aumento de massa muscular em mulheres idosas com obesidade sarcopênica.

A associação da EECI com suplementação proteica tem por objetivo elevar o valor biológico das proteínas da refeição (MENON, 2012) e é considerada uma intervenção segura e eficaz para tratar homens idosos com obesidade sarcopênica (KEMMLER et al., 2017b). A ingestão moderada/alta de proteína quando combinada com EECI pode ser uma escolha viável para diminuir o risco cardiometabólico em homens idosos com obesidade sarcopênica incapazes ou desmotivados para o exercício convencional (KEMMLER et al., 2018c). Esta combinação também tem efeito positivo na melhoria da distribuição muscular e de gordura local e geral, bem como no funcionamento dos MMII (KEMMLER et al., 2018b).

A prática de exercícios físicos aliada à mudança de estilo de vida em programas de emagrecimento está bem estabelecida na literatura, porém, apresentam baixa adesão dos indivíduos (CASTELLO et al., 2011; ENGLISH et al., 2018; HERGENROEDER et al., 2011; RICCI et al., 2020). Aliar tecnologia como a EECI neste processo pode ter efeito positivo sobre a adesão e o emagrecimento.

1.3 Referências

ABESO. Atualização das Diretrizes para o Tratamento Farmacológico da Obesidade e do Sobrepeso. **Associação brasileira para o estudo da obesidade e da síndrome metabólica**, out. 2010.

AMARO-GAHETE, F. J. et al. Functional exercise training and undulating periodization enhances the effect of whole-body electromyostimulation training on running performance. **Frontiers in Physiology**, v. 9, n. JUN, 13 jun. 2018.

APOVIAN, C. M. **Obesity: Definition, Comorbidities, Causes, and Burden**. THE AMERICAN JOURNAL OF MANAGED CARE, v. 22, p.176-185, 2014.

ARTERO, E. G. et al. **Effects of muscular strength on cardiovascular risk factors and prognosis**. **Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention**. Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention, v. 32, p. 351-358, nov. 2012.

ATS. ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. **American journal of respiratory and critical care medicine**, v. 167, n. 2, p. 211–277, 2003.

ATS - American Thoracic Society ATS Statement: Guidelines for the Six-Minute Walk Test . Am J Respir Crit Care Med. V. 166. pp 111–117, 2002.

BERGGREN, J. R. et al. Skeletal muscle lipid oxidation and obesity: Influence of weight loss and exercise. **American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism**, v. 294, n. 4, abr. 2008.

CASTELLO, V. et al. Impact of aerobic exercise training on heart rate variability and functional capacity in obese women after gastric bypass surgery. **Obesity Surgery**, v. 21, n. 11, p. 1739–1749, nov. 2011.

CERCATO, C.; FONSECA, F. A. **Cardiovascular risk and obesity**. **Diabetology and Metabolic Syndrome**. Diabetology and Metabolic Syndrome, v. 11, p. 1-15, 28 ago. 2019.

DONNELLY, J. E. et al. **Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults**. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 42, p. 459-471, fev. 2009.

ENGLISH, W. J. et al. American Society for Metabolic and Bariatric Surgery estimation of metabolic and bariatric procedures performed in the United States in 2016. **Surgery for Obesity and Related Diseases**, v. 14, n. 3, p. 259–263, 1 mar. 2018.

ENGLISH, W. J. et al. American Society for Metabolic and Bariatric Surgery 2018 estimate of metabolic and bariatric procedures performed in the United States. **Surgery for Obesity and Related Diseases**, v. 16, n. 4, p. 457–463, 1 abr. 2020.

ENRIGHT, P. L. **The Six-Minute Walk Test**. RESPIRATORY CARE, v. 48, p. 783-785, 2003.

FILIPOVIC, A. et al. **Effects of a Whole-Body Electrostimulation Program on Strength, Sprinting, Jumping, and Kicking Capacity in Elite Soccer Players**. Journal of Sports Science and Medicine, v. 15, p. 639-648, 2016.

FRITZSCHE, Dirk et al. **Elektromyostimulation (EMS) bei kardiologischen Patienten**. Herz, v. 35, p. 34-40, 2010.

FRIKKE-SCHMIDT, H. et al. **Does bariatric surgery improve adipose tissue function? Obesity Reviews**. v.17, p.795-809, 1 set. 2016.

GOBBO, M. et al. **Muscle motor point identification is essential for optimizing neuromuscular electrical stimulation use**. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, v. 11, p. 11-17, 25 fev. 2014.

GOMES, C. et al. Exercício físico e síndrome metabólica. Rev Bras Med Esporte, v. 10, p. 319-324, 2004.

GRUNDY, S. M. et al. **Definition of Metabolic Syndrome: Report of the National Heart, Lung, and Blood Institute/American Heart Association Conference on Scientific Issues Related to Definition**. Circulation, p.433-438, 27 jan. 2004.

GUEDES, R.; GUERRA, S. **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE.**, p.1-70, 2019.

GUTIERREZ, D. A.; HASTY, A. H.; PUGLISI, M. Impact of Increased Adipose Tissue Mass on Inflammation, Insulin Resistance, and Dyslipidemia. **Curr Diab Rep**, v. 9, p. 26–32, 2009.

HERGENROEDER, A. L. et al. **The Influence of Body Mass Index on Self-report and Performance-based Measures of Physical Function in Adult Women**. Cardiopulmonary Physical Therapy Journal, v.22, p. 11-20, 2011.

JEE, Y. S. The efficacy and safety of whole-body electromyostimulation in applying to human body: Based from graded exercise test. **Journal of Exercise Rehabilitation**, v. 14, n. 1, p. 49–57, 1 fev. 2018.

JOEL, C. R. et al. **Artigo Original IMPACTO DA OBESIDADE NA CAPACIDADE FUNCIONAL DE MULHERES**. Rev Assoc Med Bras, v. 54, p. 106-9, 2008.

JOHNSON, J. E. **Which exercise test should be used for patients with symptomatic COPD?** *Chest*American College of Chest Physicians, v. 126, p. 668-670, 2004.

KEMMLER, W. et al. Impact of whole-body electromyostimulation on body composition in elderly women at risk for sarcopenia: The Training and ElectroStimulation Trial (TEST-III). *Age*, v. 36, n. 1, p. 395–406, 2014.

KEMMLER, W. et al. Effects of whole-body electromyostimulation versus high-intensity resistance exercise on body composition and strength: A randomized controlled study. **Evidence-based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2016, 2016a.

KEMMLER, W. et al. Whole-body electromyostimulation – The need for common sense! rationale and guideline for a safe and effective training. **Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin**, v. 67, n. 9, p. 218–221, 2016b.

KEMMLER, W. et al. **Ganzkörper-Elektromyostimulation und Sarcopenic Obesity Ergebnisse der randomisierten kontrollierten FORMOsA-Sarcopenic Obesity Studie.** *Osteologie*, p. 204-211, 2016.

KEMMLER, W. 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. **Osteoporosis International**, v. 27, n. 11, p. 3261–3270, 1 nov. 2016d.

KEMMLER, W. 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 Complementary and Alternative Medicine**, v. 2017, 2017a.

KEMMLER, W. et al. Whole-body electromyostimulation and protein supplementation favorably affect sarcopenic obesity in community-dwelling older men at risk: The randomized controlled FranSO study. **Clinical Interventions in Aging**, v. 12, p. 1503–1513, 21 set. 2017b.

KEMMLER, W. et al. 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 Geriatrics**, v. 18, n. 1, 9 mar. 2018a.

KEMMLER, W. 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. **Frontiers in Physiology**, v. 9, n. MAY, 23 maio 2018b.

KEMMLER, W. et al. 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. **Calcified Tissue International**, v. 103, n. 3, p. 266–277, 1 set. 2018c.

KEMMLER, W. et al. **EFFECTS OF WHOLE-BODY ELECTROMYOSTIMULATION ON RESTING METABOLIC RATE, BODY COMPOSITION, AND MAXIMUM STRENGTH IN POSTMENOPAUSAL WOMEN: THE TRAINING AND ELECTROSTIMULATION TRIAL.** *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 24, p. 1880-1887, 2010.

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. **Clinical Interventions in Aging**, v. 8, p. 1353–1364, 7 out. 2013.

LEE, C. H.; LAM, K. S. L. **Obesity-induced insulin resistance and macrophage infiltration of the adipose tissue: A vicious cycle.** *Journal of Diabetes Investigation*, v. 10, p. 29-31, 1 jan. 2019.

LOPES, W. et al. Influência da obesidade na força muscular de membros inferiores e superiores em adolescentes. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 18, n. 06, 30 nov. 2013.

MAFFIULETTI, N. A. **Physiological and methodological considerations for the use of neuromuscular electrical stimulation.** *European Journal of Applied Physiology*, v. 110, p. 223-234, set. 2010.

MCMURRAY, R. G.; HACKNEY, A. C. **Interactions of Metabolic Hormones, Adipose Tissue and Exercise***Sports Med*, v. 35, p. 393-412, 2005.

MENON JACQUELINE SCHAURICH DOS SANTOS, D. **CONSUMO DE PROTEÍNA POR PRATICANTES DE MUSCULAÇÃO QUE OBJETIVAM HIPERTROFIA.** *Rev Bras Med Esporte*, v. 18, p. 8-12, 2012.

NOGUEIRA DE SÁ, A. C. M. G. et al. Factors associated with high ldl-cholesterol in the brazilian adult population: National health survey. **Ciencia e Saude Coletiva**, v. 26, n. 2, p. 541–553, 2021.

OMS. Obesity- Preventing and managing the global epidemic. **Bibliotheque OMS - WHO library**, 19 jun. 1998.

PAILLARD, T. **Combined Application of Neuromuscular Electrical Stimulation and Voluntary Muscular Contractions***Sports Med*, v. 38, p. 161-177, 2008.

PANO-RODRIGUEZ, A. et al. **Effects of whole-body ELECTROMYOSTIMULATION on health and performance: A systematic review.** *BMC Complementary and Alternative Medicine*, v.19, p. 1-14 , 24 abr. 2019.

KNOWLER, W et al. **REDUCTION IN THE INCIDENCE OF TYPE 2 DIABETES WITH LIFESTYLE INTERVENTION OR METFORMIN.** *N Engl J Med*, v. 6, p. 393-402, 2002.

KRAEMER, W et al. **Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults POSITION STAND SUMMARY.** *Medicine & Science in Sports & Exercise*, p. 364-380, 2002.

RAPP, R. J. **Hypertriglyceridemia: A Review Beyond Low-Density Lipoprotein.** *CARDIOLOGY IN REVIEW*, v. 10, p. 163-172, 2002.

RASHID, S.; GENEST, J. **Effect of obesity on high-density lipoprotein metabolism.** *Obesity*, v. 15, p. 2875- 2888, dez. 2007.

RAVEL, R. **Ravel, R. Laboratório clínico: aplicações clínicas dos dados laboratoriais 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997. 6. ed. [s.l: s.n.]. v. 6**

RELJIC, D. et al. 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. **Journal of physiology and pharmacology: an official journal of the Polish Physiological Society**, v. 71, n. 1, 1 fev. 2020.

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**, v. 30, n. 10, p. 3862–3871, 1 out. 2020.

SARA, E. et al. Neuromuscular electrical stimulation improves skeletal muscle regeneration through satellite cell fusion with myofibers in healthy elderly subjects. **J Appl Physiol**, v. 123, p. 501–512, 2017.

SAÚDE, M. **O impacto da obesidade.** Disponível em: < <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-brasil/eu-quer-ter-peso-saudavel/noticias/2022/o-impacto-da-obesidade#:~:text=O%20resultado%20mostrou%20que%20dos,de%20peso%20e%20%C3%A0%20obesidade.>> Acesso em: 20.10.2022.

SAÚDE, M. DA. **ESTRATÉGIA NACIONAL PARA PREVENÇÃO E ATENÇÃO À OBESIDADE INFANTIL ORIENTAÇÕES TÉCNICAS.** 2002.

SCHIAVO, M.; LUNARDELLI, A.; RODRIGUES DE OLIVEIRA, J. **Influência da dieta na concentração sérica de triglicerídeos.** *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*, v. 39, p. 283-288, 2003.

SOARES, M. Teste de caminhada de 6 minutos valores de referência para adultos saudáveis no Brasil. *Jornal Brasileiro pneumologia*, v. 37, p. 576-583, 2011.

SOLWAY, S. et al. **A qualitative systematic overview of the measurement properties of functional walk tests used in the cardiorespiratory domain.** *Chest*, v. 119, p. 256- 270, 2001.

TURNER, S. E. et al. Physiologic responses to incremental and self-paced exercise in COPD: A comparison of three tests. **Chest**, v. 126, n. 3, p. 766–773, 2004.

URANGA, R. M.; KELLER, J. N. **The complex interactions between obesity, metabolism and the brain.** *Frontiers in Neuroscience.* *Frontiers in Neuroscience*, v. 13, p. 1-21, 2019.

WEISSENFELS, A. et al. Comparison of Whole-Body Electromyostimulation versus Recognized Back-Strengthening Exercise Training on Chronic Nonspecific Low Back Pain: A Randomized Controlled Study. **BioMed Research International**, v. 2019, p. 1-9, 2019.

WHO. **Obesity : preventing and managing the global epidemic : report of a WHO consultation.** [s.l.] World Health Organization, 2000.

WITTMANN, K. et al. Impact of whole body electromyostimulation on cardiometabolic risk factors in older women with sarcopenic obesity: The randomized controlled FORMOsA-sarcopenic obesity study. **Clinical Interventions in Aging**, v. 11, p. 1697–1706, 18 nov. 2016.

ZAMBÃO, J. RELAÇÃO ENTRE A SUPLEMENTAÇÃO DE PROTEÍNA DO SORO DO LEITE E HIPERTROFIA MUSCULAR: UMA REVISÃO. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*, v. 9, p. 179-192, 2015.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Verificar, através de uma revisão sistemática com metanálise, o efeito da EECl em pacientes obesos.

2.2 Objetivos Específicos

- Analisar os efeitos da EECl para os desfechos composição corporal e força muscular de quadríceps.
- Verificar as alterações na capacidade funcional, na força de preensão palmar e nos marcadores cardiometabólicos em pacientes submetidos à EECl.

3 ARTIGO

ELETROESTIMULAÇÃO DE CORPO INTEIRO EM INDIVÍDUOS OBESOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE ENSAIOS CLÍNICOS RANDOMIZADOS COM METANÁLISE

(Formatado conforme normas do periódico *Obesity Facts - Qualis A1, Fator de Impacto 3,6*)

Karina Segatto ⁽¹⁾, Natiele Camponogara Righi ⁽²⁾, Andrieli Barbieri Garlet ⁽³⁾, Flávia Moraes Silva ⁽⁴⁾, Jociane Schardong ⁽⁵⁾

1. Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brasil. Fisioterapeuta líder do Hospital Tacchini – Bento Gonçalves, RS, Brasil. Contribuições para o artigo: pesquisa bibliográfica, busca nas bases de dados, seleção dos estudos, extração dos dados, avaliação do risco de viés, extração dos dados para metanálise, avaliação da certeza da evidência e escrita artigo.
2. Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brasil. Supervisora de Fisioterapia do Hospital Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre – RS, Brasil. Contribuições para o artigo: busca nas bases de dados, avaliação do risco de viés, extração dos dados para metanálise, avaliação da certeza da evidência.
3. Doutoranda em Ciências da Reabilitação pela Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brasil. Fisioterapeuta no Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brasil. Contribuições para o artigo: seleção dos estudos e extração dos dados.
4. Pós-doutorado pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Professora adjunta do Departamento de Nutrição e dos Programas de Pós-Graduação em Ciências da Nutrição, Ciências da Saúde e da Residência Multiprofissional Integrada em Saúde - Intensivismo da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brasil. Contribuições para o artigo: revisão do manuscrito e planejamento do estudo.

5. Doutora em Ciências da Saúde pela Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brasil. Professora colaboradora da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brasil. Supervisora de Pesquisa do Serviço de Fisioterapia do Hospital Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre – RS, Brasil. Contribuições para o artigo: registro no PROSPERO, planejamento do estudo, metanálise e revisão do manuscrito.

Autor correspondente: joci_fisioufsm@yahoo.com.br – contato: (55) 981348114

Resumo

Introdução: A obesidade é classificada como uma doença crônica que apresenta vários fatores de risco associados, tornando-se um problema de saúde pública. A eletroestimulação de corpo inteiro trata-se de uma tecnologia capaz de ativar diversos grupos musculares de maneira sincronizada e surgiu como alternativa para indivíduos que são incapazes ou que não se sentem motivados para realizar o exercício convencional. **Objetivo:** Revisar sistematicamente o efeito da eletroestimulação de corpo inteiro sobre os desfechos composição corporal, força muscular, capacidade funcional e marcadores cardiometabólicos em indivíduos obesos. **Metodologia:** As buscas foram realizadas do início da base até 14 de dezembro de 2022 nas bases MEDLINE (via PubMed), EMBASE, Cochrane CENTRAL, SPORTDiscus e Physiotherapy Evidence Database (PEDro). Foram incluídos ensaios clínicos randomizados (ECRs) que relataram os efeitos da eletroestimulação de corpo inteiro com ou sem suplementação proteica em pacientes obesos sobre os desfechos composição corporal, força muscular, capacidade funcional e marcadores cardiometabólicos. Como comparador, os estudos precisam apresentar um grupo controle, placebo ou um grupo que recebesse outro tipo de exercício resistido. Dois revisores independentes selecionaram os estudos e extraíram os dados usando um formulário pré-definido. O risco de viés foi avaliado através da ferramenta *Risk of Bias* 2.0 e a certeza da evidência pelo sistema GRADE. A metanálise foi conduzida no software R. **Resultados:** A EECl demonstrou aumento sobre a capacidade funcional avaliada pelo teste de caminhada de 6 minutos (TC6M) [MD=50,75m (IC95%:13.94; 87.56), p = 0.01, I²: 0%] comparado a placebo. Quando avaliada por ergoespirometria, não apresentou diferença entre os grupos [MD=5.96 mL.min⁻¹ (IC95%:-127.95; 139.87), p = 0.93, I²: 0%]. Também, não houve diferença nas variáveis massa livre de gordura [MD=-0,19kg (IC95%: -5.29; 4.9), p = 0.94, I²: 0%] e porcentagem de gordura corporal [MD=-1.46% (IC95%: -3.35; 0.44), I²: 33%]. Houve redução de força muscular de quadríceps nos grupos EECl e placebo ao longo do tempo, bem como redução da glicose, HDL, LDL, colesterol e triglicérides sem diferença entre os grupos. Quando a EECl foi comparada ao controle, não houve diferença entre os grupos para o percentual de gordura corporal [MD=-0,07% (IC95%: -0,69; 0,54), p = 0.81, I² = 0%], força muscular de quadríceps [SMD=0,59 (IC95%:-0,35; 1,54), p = 0.21, I² = 80%], glicose [MD=1,18 mg/dl (IC95%:-3.25; 5.61), p = 0,81, I² = 0%], HDL [MD=2,65 mg/dl (IC95%: -0.57; 5.87), p=0,10, I² = 0%] e triglicérides [MD=-4,47 mg/dl (IC95%: -21.35; 12.41), p = 0,60, I² = 0%]. Os dados que não foram metanalisados demonstraram redução do percentual de gordura e do colesterol e aumento de força muscular de quadríceps e de preensão palmar para o grupo EECl, sem alterações para outros desfechos. **Conclusões:** A EECl aplicada em indivíduos obesos melhora a capacidade funcional e a força de preensão palmar. Os efeitos sobre a força muscular de quadríceps parecem promissores, porém precisam ser melhor investigados, assim como os efeitos sobre a composição corporal e sobre marcadores cardiometabólicos.

Palavras-chave: Estimulação Elétrica; Obesidade; Revisão sistemática; Metanálise.

INTRODUÇÃO

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), sobrepeso e obesidade são definidos como acúmulo anormal ou excessivo de tecido adiposo que pode levar a prejuízos para a saúde [1]. Atualmente, a obesidade apresenta-se como um grande problema de saúde pública no mundo e, em 2019, gerou impacto financeiro de aproximadamente 1,5 bilhão para o seu tratamento no Brasil [2].

A obesidade é considerada uma doença inflamatória crônica sistêmica de baixo grau [3] com aumento de substâncias como interleucina-6, fator de necrose tumoral alfa e proteína C reativa [4]. O aumento destas substâncias pode contribuir para perda de massa e redução da força muscular [5], além de elevar o risco de doença cardiovascular [6], diabetes tipo 2 e certos tipos de câncer [4, 6, 7]. Os prejuízos sobre a capacidade funcional e a qualidade de vida são consequências da inatividade física, alteração da função metabólica, disfunção musculoesquelética e dislipidemia [8].

O tratamento da obesidade é complexo e multidisciplinar [9]. A restrição calórica é uma prática para diminuir a obesidade, porém isolada apresenta uma pobre eficácia a longo prazo [10]. Em contrapartida, a combinação de restrição calórica com exercício físico melhora os resultados dos programas de redução de peso [10].

Apesar dos resultados benéficos do exercício físico para indivíduos obesos, evidências científicas demonstram que a adesão a programas de exercícios como tratamento conservador é baixa, falhando em quase 90% dos casos [6,11, 12,13]. A inclusão de novas tecnologias, como por exemplo, a estimulação elétrica de corpo inteiro (EECI), torna-se uma opção para atrair e manter estes indivíduos em programas de emagrecimento saudável.

A EECI consiste em uma tecnologia que surgiu da evolução da estimulação elétrica neuromuscular (EENM) aplicada localmente [14]. Gobbo et al., em 2014 [15], afirmou que a EECI é capaz de ativar diversos grupos musculares de maneira sincronizada, com intensidade selecionável para cada região [16]. As sessões de treinamento são relativamente curtas, apresentando-se como alternativa para indivíduos que são incapazes ou não estão dispostos a participar de programas de treinamento convencionais, além de estimular a adesão por propiciar uma atividade dinâmica [17].

Alguns estudos associam o uso da EECI à diminuição da gordura corporal com concomitante aumento de massa magra [18]; à melhora em variáveis psicológicas

(JEE, 2018) e à redução de dores musculares em atividades do dia a dia [19, 20]. Associar suplementação proteica com EECl pode ser uma escolha viável para diminuir o risco cardiometabólico e melhorar distribuição muscular e de gordura local e geral, bem como o funcionamento dos membros inferiores de homens idosos com obesidade sarcopênica [21].

No melhor do nosso conhecimento, até o presente momento, não há revisões sistemáticas que avaliaram o impacto da EECl sobre a capacidade funcional em obesos. Considerando o alto risco cardiovascular apresentado por estes indivíduos [22] e a baixa adesão aos protocolos de exercício tradicionais, o objetivo deste estudo foi revisar sistematicamente o efeito da eletroestimulação de corpo inteiro em obesos sobre a composição corporal, força muscular, capacidade funcional e marcadores cardiometabólicos.

METODOLOGIA

Esta revisão sistemática foi conduzida de acordo com o *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* [36], relatada de acordo com *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) [37] e registrada no PROSPERO sob o número CRD42022384199.

SELEÇÃO DOS ESTUDOS

Foram selecionados ensaios clínicos randomizados (ECRs) que avaliaram os efeitos da eletroestimulação de corpo inteiro associada ou não à suplementação proteica em indivíduos obesos, sobre um dos seguintes desfechos primários: composição corporal ou força muscular de quadríceps. Os desfechos secundários foram força de preensão palmar, capacidade funcional e marcadores cardiometabólicos. Em relação à comparação, o grupo EECl precisava ser obrigatoriamente comparado a um grupo controle, placebo ou outra modalidade de exercício resistido.

A composição corporal deveria ter sido avaliada através da bioimpedância (BIA), ressonância magnética (RM) ou raios-x de dupla energia (DXA) e foram considerados para avaliação deste desfecho a porcentagem de gordura corporal e a massa livre de gordura.

A força muscular por dinamômetro isocinético, plataforma de força ou teste de repetição máxima e a força de preensão palmar através de dinamometria manual. A capacidade funcional poderia ter sido mensurada por teste de caminhada de seis minutos (TC6M) ou ergoespirometria e os marcadores cardiometabólicos dosados por espectrofotometria.

Todas as citações identificadas foram inseridas em um software para gerenciamento de referências e as duplicatas foram excluídas. Os títulos e resumos de todos os artigos identificados pela estratégia de busca foram avaliados por dois pesquisadores (KS e AG) separadamente e de forma independente. Estudos que não atenderam aos critérios de elegibilidade de acordo com o título ou resumo foram excluídos nesta primeira etapa. Como critérios de exclusão, adotaram-se estudos que avaliaram o efeito agudo da terapia (apenas uma sessão) e estudos com dados incompletos (resumo).

Para os estudos incluídos na primeira etapa foi realizada a leitura do texto completo pelos mesmos revisores, de forma independente (segunda etapa). Discordâncias nas duas etapas de seleção foram discutidas entre dois revisores (KS e AG) e, não havendo consenso, um terceiro revisor (NR) foi solicitado.

ESTRATÉGIA DE BUSCA

As buscas foram realizadas nas bases de dados MEDLINE (via PubMed), EMBASE, *Cochrane CENTRAL*, *SPORTDiscus and Physiotherapy Evidence Database* (PEDro) do início da base até dezembro de 2022. Os termos pesquisados foram “Electric Stimulation”, “Electric Stimulation Therapy”, “Whole-body Electromyostimulation”, “Whole-body Electrical Stimulation”, “Obesity” and “Obese”. Não foram impostas restrições de idioma ou de data de publicação. Palavras-chave relacionadas aos desfechos de interesse ou grupo comparador não foram incluídas na estratégia de busca para aumentar a sensibilidade.

EXTRAÇÃO DOS DADOS, RISCO DE VIÉS E CERTEZA DA EVIDÊNCIA

Os mesmos revisores (KS e AG) que realizaram a primeira e segunda etapas da seleção dos estudos, de forma independente, extraíram os dados dos estudos

incluídos usando um formulário de extração pré-definido. Os dados extraídos incluíram características dos estudos e desfechos de interesse.

Dados de identificação dos estudos (autores, ano de publicação), características da amostra (participantes, tamanho da amostra, % de homens e mulheres, idade), características da intervenção (parâmetros de eletroestimulação, tempo de sessão, frequência semanal, duração do tratamento) e os resultados foram coletados.

Em relação à qualidade metodológica dos ECR's, novamente, dois revisores (KS e NR) avaliaram independentemente o risco de viés através da ferramenta *Risk of Bias 2.0*. Se houvessem discordâncias, um terceiro revisor era requerido (JS). A certeza geral da evidência foi avaliada pelo sistema *Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation (GRADE)*.

SÍNTESE E ANÁLISE DOS DADOS

Os dados foram agrupados, sempre que possível, usando uma abordagem meta-analítica. Após a extração de dados, foram agrupadas estimativas de efeito obtidas comparando a mudança desde a linha de base até o final do estudo para cada grupo. Modelos de efeito fixo (apenas para força muscular de quadríceps) e aleatório, com DerSimonian e estimador de variância de Laird foram utilizados, e os resultados foram apresentados por diferença média e diferença média padronizada, com intervalos de confiança de 95% (IC95%). Um $p \leq 0.05$ foi considerado significativo. A heterogeneidade estatística entre os estudos foi avaliada usando estatística I^2 . Todas as metanálises foram realizadas utilizando o software estatístico R, versão 4.3.1 e os pacotes meta e metafor. Estudos não incluídos na meta-análise foram descritos.

RESULTADOS

Seleção e característica dos estudos

A estratégia de busca identificou um total de 1.731 estudos. Um total de dez estudos preencheram os critérios de inclusão para esta revisão sistemática, totalizando 691 pacientes. A Figura 1 representa o diagrama de fluxo e mostra em detalhes a seleção dos estudos. Dos dez estudos selecionados, seis deles [13, 23,

24, 25, 26, 27] foram incluídos na metanálise. Os artigos não incluídos na análise quantitativa apresentam algumas questões impeditivas: três [19, 21, 28] não possuíam um grupo EECl isolado; o estudo de Reljic et al., [25] utilizou os mesmos indivíduos do Reljic 2020 [29], mas com uma amostra maior, e o estudo de Kemmler et al. [23] não apresentou dados completos de pré e pós intervenção para o desfecho porcentagem de gordura corporal total. Fez-se contato com os autores por *e-mail* na expectativa de buscar estes dados, mas não houve retorno. Os desfechos que foram possíveis avaliar através da análise quantitativa foram: porcentagem de gordura corporal, massa livre de gordura, força muscular de membros inferiores, capacidade funcional (mensurada por TC6M e ergoespirometria), e os marcadores cardiometabólicos glicose, HDL, triglicerídeos.

Dos dez estudos incluídos nesta revisão sistemática, três recrutaram apenas homens [19, 21, 28], quatro recrutaram apenas mulheres [23, 24, 29, 26] e três estudos tinham amostras compostas por homens e mulheres [13, 27, 25]. A idade dos participantes dos estudos variou de 18 a mais de 78 anos, com amostra composta de indivíduos com obesidade sarcopênica [19, 21, 23, 24, 26, 28], síndrome metabólica [25, 29] e obesos submetidos à cirurgia bariátrica [13, 27].

A duração da intervenção variou de 6 a 26 semanas. A EECl foi utilizada com frequência de 85 Hz e duração de pulso de 350 μ s, com 4 a 6 segundos de tempo de contração e 4 a 10 segundos de repouso, e a intensidade da estimulação elétrica variou de moderada a alta pela escala de Borg em todos os estudos. A duração da sessão de estimulação elétrica variou de 12 a 30 minutos. A EECl foi associada com suplementação de proteína em seis estudos [19, 21, 23, 24, 26, 28], tendo como quantidade de proteína suplementada de 21g a 135g. Todos os estudos são apresentados em detalhes na Tabela 1.

Efeitos da intervenção

ELETROESTIMULAÇÃO DE CORPO INTEIRO vs PLACEBO

Dois artigos [13, 27] desta revisão avaliaram o efeito da EECl comparado a placebo sobre a capacidade funcional por meio do TC6M e da ergoespirometria. A metanálise demonstrou que a EECl aumentou a distância percorrida no TC6M em 50, 75 metros [MD=50,75m (IC95%:13.94; 87.56), $p = 0.01$, $I^2:0\%$ - Figura 2]. Quando

avaliada pela ergoespirometria não houve diferença para este desfecho entre os grupos [MD=5.96 mL.min⁻¹ (IC95%:-127.95; 139.87), p = 0.93, I²: 0% – Figura 3].

A metanálise também foi possível para o desfecho composição corporal, o qual não demonstrou diferença nas variáveis massa livre de gordura [MD=-0,19kg (IC95%: -5.29; 4.9), p = 0.94, I²: 0% – Figura 4] e porcentagem de gordura corporal [MD=-1.46% (IC95%: -3.35; 0.44), I²: 33% – Figura 5].

Não foi realizado metanálise para força muscular de quadríceps e marcadores cardiometabólicos, pois apenas um artigo [27] analisou estes desfechos. Delgado et al. [27] identificou redução de força muscular de quadríceps nos grupos EECl e placebo ao longo do tempo (GI: 1.948.1 ± 6663.2 vs 1.554.5 ± 574.2; GP: 1.759.3 ± 723.1 vs 1.551.4 ± 596.1; p = 0,00), bem como redução da glicose (GI: 97,5 ± 8,2 vs 89,0 ± 7,6; p = 0,00; GP: 95,2 ± 9,0 vs 86,1 ± 7,3, p = 0,00), HDL (GI: 44.0 ± 7.4 vs 38.1 ± 4.7, p = 0,00; GP: 45.4 ± 9.1 vs 35.7 ± 6.4, p = 0,00), do LDL (GI: 122.4 ± 27.1 vs 98.2 ± 24.3, p = 0,00; GP: 131.3 ± 43.2 vs 97.4 ± 29.1, p = 0,00), do colesterol (GI: 198.8 ± 34.7 vs 158.4 ± 27.6, p = 0,00; GP: 205.8 ± 49.3 vs 160.9 ± 27.2, p = 0,00) e dos triglicerídeos (GI: 162.8 ± 67.6 vs 110.3 ± 31.9, p = 0,00; GP: 145.7 ± 77.3 vs 97.4 ± 29.7, p = 0,00) sem diferença entre os grupos.

ELETROESTIMULAÇÃO DE CORPO INTEIRO vs CONTROLE

O efeito da EECl comparado a um grupo controle foi analisado em oito artigos [19, 21, 23, 24, 25, 26, 28, 29] e quatro destes estudos foram incluídos na metanálise [23, 24, 25, 26]. A análise quantitativa para composição corporal, avaliada pelo percentual de gordura corporal, incluiu dois estudos [24, 25] e não demonstrou diferença entre os grupos [MD=-0,07% (IC95%: -0,69; 0,54), p = 0.81, I² = 0% - Figura 6].

A força muscular de quadríceps foi mensurada por dois estudos [23, 25] e a metanálise não demonstrou diferença entre os grupos EECl e controle [SMD=0,59 (IC95%:-0,35; 1,54), p = 0.21, I² = 80% – Figura 7]. Em contrapartida, se for assumido o modelo de efeito fixo, a EECl apresenta impacto positivo na força muscular de quadríceps em comparação ao controle [SMD=0,55 (IC95%: 0.13; 0.96), p = 0.01, I² = 80% - Figura 7]. Esta diferença provavelmente ocorreu por falta de poder amostral.

Em relação aos marcadores cardiometabólicos, a metanálise para o desfecho glicose conduzida com dois estudos [25, 26] não demonstrou diferença entre os

grupos [MD=1,18 mg/dl (IC95%:-3.25; 5.61), $p = 0.81$, $I^2 = 0\%$ - Figura 8]. O mesmo ocorreu com os desfechos HDL [MD=2,65 mg/dl (IC95%: -0.57; 5.87), $p=0.10$, $I^2 = 0\%$ - Figura 9] e triglicerídeos [MD=-4,47 mg/dl (IC95%: -21.35; 12.41), $p = 0.60$, $I^2 = 0\%$ - Figura 10].

Os dados que não puderam ser analisados quantitativamente estão apresentados na Tabela 2.

ELETROESTIMULAÇÃO DE CORPO INTEIRO vs EXERCÍCIO

Apenas um artigo avaliou o efeito da EECl comparado ao exercício físico resistido [25]. A porcentagem de gordura corporal diminuiu significativamente em todos os grupos intervenção, com maior relevância no grupo 3-RT (EECl pré: 44.0 ± 5.0 ; EECl pós: 42.9 ± 5.1 , $p < 0.01$; 1-RT pré: 45.8 ± 5.7 ; 1-RT pós: 44.5 ± 6.2 , $p < 0.01$; 3-RT pré: 46.1 ± 6.9 ; 3-RT pós: 44.4 ± 7.9 , $p < 0.001$; GC pré: 45.9 ± 7.0).

Os resultados encontrados apontam aumento da força muscular de quadríceps para as três modalidades de exercício (EECl pré: 156 ± 48 ; EECl pós: 229 ± 30 , $p < 0.001$; GI 1-RT pré: 151 ± 58 ; GI 1-RT pós: 209 ± 142 , $p < 0.001$; GI 3-RT pré: 156 ± 95 ; GI 3-RT pós: 254 ± 222 , $p < 0.001$), sem diferença entre os grupos.

A glicose (EECl pré: 104 ± 11 ; EECl pós: 103 ± 13 , $p =$ sem diferença; 1-RT pré: 96 ± 15 ; 1-RT pós: 97 ± 14 , $p =$ sem diferença; 3-RT pré: 102 ± 15 ; 3-RT pós: 99 ± 14 , $p =$ sem diferença); o HDL (EECl pré: 54 ± 14 ; EECl pós: 53 ± 13 , $p =$ sem diferença; 1-RT pré: 58 ± 17 ; 1-RT pós: 57 ± 16 , $p =$ sem diferença; 3-RT pré: 58 ± 17 ; 3-RT pós: 58 ± 15 , $p =$ sem diferença); e os triglicerídeos (EECl pré: 137 ± 67 ; GI pós: 122 ± 41 , $p =$ sem diferença; 1-RT pré: 124 ± 39 ; 1-RT pós: 122 ± 36 , $p =$ sem diferença; 3-RT pré: 144 ± 85 ; 3-RT pós: 126 ± 54 , $p =$ sem diferença) não apresentaram impacto significativo no perfil de risco cardiometabólico para nenhum dos grupos de intervenção, porém o colesterol diminuiu significativamente no grupo 1-RT (EECl pré: 220 ± 35 ; EECl pós: 213 ± 33 , $p =$ sem diferença; 1-RT pré: 230 ± 29 ; 1-RT pós: 220 ± 29 , $p=0,034$; 3-RT pré: 225 ± 53 ; 3-RT pós: 217 ± 44 , $p =$ sem diferença) assim como o LDL (EECl pré: 145 ± 28 ; EECl pós: 139 ± 25 , $p =$ sem diferença; 1-RT pré: 151 ± 23 ; 1-RT pós: 142 ± 21 , $p=0,024$; 3-RT pré: 143 ± 37 ; 3-RT pós: 138 ± 33 , $p =$ sem diferença).

Risco de viés e certeza da evidência

Os estudos incluídos nesta revisão foram avaliados pela ferramenta RoB 2.0 e todos os desfechos apresentaram baixo risco de viés na categoria “mensuração do desfecho”. Os desfechos composição corporal (porcentagem de gordura corporal) e a força muscular de quadríceps apresentados no artigo de Kemmler et al. [23] pontuaram no domínio “processo de randomização” com algumas considerações, pois não informaram se a alocação foi ocultada. No item “ausência de dados dos desfechos”, a composição corporal, a força muscular de quadríceps e os marcadores cardiometabólicos avaliados nos estudos de Reljic et al. [25, 29] apresentaram algumas preocupações, devido à influência nos resultados da perda de seguimento maior que 5%. A composição corporal, força muscular de quadríceps e marcadores cardiometabólicos no estudo de Reljic et al. [29] pontuaram algumas considerações no domínio “seleção do resultado relatado”, pois não foi localizado registro deste ensaio clínico. A categoria de maior risco de viés foi “desvios das intervenções planejadas”, pois os desfechos de quatro estudos [13, 25, 27, 29] tiveram algumas preocupações, já que não informaram sobre a análise apropriada para estimar o efeito da atribuição da intervenção. A pontuação geral do risco de viés dos estudos incluídos nesta revisão variou de baixo risco de viés para algumas considerações. Detalhes são apresentados na Tabela 3.

A certeza da evidência, avaliada pelo Sistema GRADE. Para a comparação EECl *versus* placebo, a confiança foi avaliada como baixa em três desfechos: capacidade funcional avaliada por ergoespirometria, massa livre de gordura e porcentagem de gordura corporal total, e confiança moderada para sete desfechos: capacidade funcional avaliada pelo TC6M, força muscular de quadríceps, HDL, LDL, colesterol e triglicerídeos. A análise quantitativa do nível de certeza da evidência para o comparador controle foi muito baixo em apenas um resultado (força muscular de quadríceps) e baixo em quatro desfechos (porcentagem de gordura corporal total, triglicerídeos, HDL e glicose). Através da análise narrativa para a comparação EECl *versus* controle identificou-se moderado nível de certeza em oito desfechos (porcentagem de gordura corporal total, massa livre de gordura, força muscular de quadríceps, glicose, HDL, LDL, colesterol e triglicerídeo) e alto nível apenas para força de preensão palmar. Para a comparação EECl *versus* exercício, a certeza da evidência foi moderada para os desfechos analisados (porcentagem de gordura

corporal, força muscular de quadríceps, glicose, HDL, LDL, colesterol e triglicerídeos). O perfil de evidência está disponível na íntegra em arquivos suplementares. Detalhes são mostrados na Tabela 4.

DISCUSSÃO

O principal achado encontrado nesta revisão sistemática com metanálise foi a melhora da capacidade funcional após EECl em indivíduos obesos quando comparado a placebo. Esta é a primeira revisão sistemática a demonstrar isso, bem como em analisar o efeito desta intervenção sobre variáveis como glicose, colesterol total, LDL e força de quadríceps. Ainda, em resumo, a metanálise não demonstrou superioridade da EECl para os desfechos composição corporal, força muscular de quadríceps e marcadores cardiometabólicos comparado à controle ou placebo.

Indivíduos obesos apresentam risco cardiovascular aumentado, nesse sentido, aumentar a distância percorrida no TC6M é clinicamente relevante, uma vez que há uma relação inversamente proporcional entre capacidade funcional e mortalidade [30].

O incremento de 50,75 metros no grupo EECl encontrado nesta revisão foi duplamente superior à diferença mínima clinicamente importante encontrada na distância percorrida no TC6M após programa de reabilitação pulmonar em pacientes com doença cardíaca crônica [31]. No melhor do nosso conhecimento, não foi encontrado nenhum valor de referência ou diferença mínima clinicamente importante para população obesa.

Serrado et al. [32] apontaram que a EECl é uma estratégia de reabilitação potencial para preservar e melhorar a massa magra e a capacidade funcional em um curto espaço de tempo em indivíduos pós cirurgia bariátrica. Em contrapartida, a metanálise que avaliou a capacidade funcional através da ergoespirometria nesta revisão sistemática não demonstrou diferença entre os grupos EECl e placebo. Este achado pode ser justificado em parte pela inclusão de somente dois estudos [13, 27] na análise quantitativa, bem como pela sensibilidade dos testes. A ergoespirometria é considerada padrão-ouro para avaliar capacidade funcional, porém exige do indivíduo esforço máximo, diferentemente do TC6M que exige um esforço submáximo. A população estudada nos dois artigos incluídos na metanálise foram indivíduos pós cirurgia bariátrica. Tendo em vista a fragilidade desta população este pode ter sido o

motivo da diferença entre os resultados da metanálise para os diferentes instrumentos de medida contemplados nesta revisão.

Ainda, quando avaliado os estudos isoladamente, pode-se perceber que um estudo [27] apresentou diminuição no $\text{VO}_2.\text{ml}.\text{min}^{-1}$ nos dois grupos (EECI *versus* placebo) ao longo do tempo e o outro [13] aumentou nos grupos EECI e placebo, porém sem significância estatística. Assim, a condução de novos ECR's e o aumento do poder amostral pode modificar este achado.

Nossos achados não demonstraram melhora para a composição corporal após EECI em indivíduos obesos, mas houve um incremento na força de preensão palmar. Por outro lado, a revisão sistemática de Yang et al. [33], realizada com obesos sarcopênicos demonstrou que a EECI, associada com suplementação de proteína, reduziu efetivamente o percentual de gordura corporal, e assim como encontrado em nossos achados, aumentou a força de preensão palmar.

Em relação ao desfecho força muscular de quadríceps, observou-se que os estudos não incluídos na metanálise (tanto para a comparação EECI *versus* controle, quanto para a comparação EECI *versus* exercício resistido) demonstram aumento da força muscular, porém quando realizada a análise quantitativa (EECI *versus* controle), este resultado não se confirmou. As prováveis justificativas para esta contradição são: foram incluídos na metanálise apenas dois artigos, logo o poder amostral não foi suficiente para confirmar este incremento. Essa hipótese se fortalece quando observamos o efeito positivo obtido na análise de efeito fixo, o que pode ter impacto positivo à medida que mais estudos forem incluídos em metanálises futuras.

De forma geral, os resultados encontrados nesta revisão sistemática não demonstram efeitos positivos da EECI sobre marcadores cardiometabólicos, entretanto, dos dez estudos incluídos, apenas cinco avaliaram este desfecho, o que pode ter influenciado nos resultados.

O resultado da nossa metanálise comparando EECI *versus* controle não demonstrou diferença entre os grupos para o marcador LDL. Reduzir o nível de LDL é relevante, pois está relacionado à patogênese da aterosclerose, que é considerada a base da maioria dos eventos cardiovasculares [34]. Este achado corrobora com os dados da revisão de Yang et al. [33], os quais verificaram que tanto a EECI quanto a intervenção com suplementação proteica não tiveram efeitos significativos nos biomarcadores metabólicos e inflamatórios em indivíduos com obesidade sarcopênica.

Os níveis de HDL são afetados pela atividade física de volume moderado em mulheres obesas, indicando o papel protetor da atividade física na redução desta fração lipídica [35]. Além disso, o volume de atividade física e o tempo de participação em programas de exercício melhoram os níveis de colesterol total, com maior probabilidade de atingir valores clinicamente adequados com uma atividade física de volume moderado.

Apesar da EECI ser eficiente para melhorar a capacidade funcional talvez possa não ser a melhor opção para reduzir os marcadores cardiometabólicos. Por outro lado, a revisão sistemática de Rai et al. [38] teve por objetivo encontrar o período de treinamento ideal para diferentes modalidades de exercício (aeróbico, força e resistência) a fim de influenciar na redução dos marcadores de risco cardiometabólicos. Após avaliação objetiva dos dados, os autores apresentaram evidências convincentes de que são necessárias pelo menos 24 semanas de treinamento, independentemente do tipo de exercício para melhora de marcadores cardiometabólicos.

Os efeitos positivos do exercício para indivíduos obesos são bem estabelecidos, porém, essa população apresenta baixa adesão à prática, alguns apresentam incapacidades para realizar ou não se sentem motivados para se exercitar com volume e intensidade necessários.

A EECI é uma tecnologia eficiente em relação ao tempo, duas sessões por semana, com duração de apenas 20 minutos durante 12 semanas é capaz de melhorar o perfil cardiometabólico em mulheres obesas com diagnóstico de síndrome metabólica [29]. Ademais, é fisicamente menos desgastante, apresenta maior adesão em indivíduos não praticantes de atividade física [23], aumenta o sentimento de prazer na realização do exercício [25] e melhora da capacidade funcional, que é considerada fator de risco independente para mortalidade. Neste sentido, mais estudos são necessários avaliando o efeito da EECI sobre marcadores cardiometabólicos para conclusões definitivas a respeito do potencial desta intervenção sobre este desfecho.

No que diz respeito ao risco de viés para os estudos incluídos nesta revisão, observou-se que nenhum desfecho apresentou alto risco de viés, demonstrando que provavelmente os vieses presentes nos estudos incluídos não impactaram nos resultados relatados. O domínio com maior risco de viés foi “desvios das intervenções planejadas”, pois os artigos não apresentaram nenhuma estratégia (análise por intenção de tratar ou análise por protocolo) para mitigar a perda de participantes ou

dados dos estudos. Para avaliar a certeza da evidência, foi utilizado o sistema GRADE, que apresentou para a comparação EECl vs exercício, moderada confiança no efeito estimado para todos desfechos avaliados, efeito este que prevaleceu também para a comparação EECl vs placebo. Em relação à comparação EECl vs controle, o desfecho força de preensão manual (avaliado de forma narrativa) mostrou que há forte confiança de que o verdadeiro efeito esteja próximo do estimado. No entanto, ao analisar os desfechos que foram metanalisados, a confiança foi limitada, pois os mesmos foram penalizados nos domínios risco de viés e imprecisão.

Esta revisão sistemática apresenta algumas limitações. Primeiramente, mais da metade (seis) dos artigos incluídos são de autoria de Kemmler et al., os quais pesquisaram a mesma população, indivíduos com obesidade sarcopênica. Em segundo lugar, a inclusão de apenas dois artigos nas metanálises para cada desfecho limitou a realização da análise de sensibilidade quando a heterogeneidade se mostrou alta, o que pode interferir no real valor de efeito. Em terceiro lugar, os estudos apresentaram grande variabilidade para a faixa etária dos indivíduos e diferentes tempos em relação ao volume de treinamento (semanas de treinamento). Em quarto lugar, os artigos apresentavam carência na descrição dos parâmetros elétricos, o que pode interferir na reprodutibilidade destes dados. Ainda, a falta de alguns dados nos artigos primários inviabilizou uma análise quantitativa mais robusta e, por fim, apenas um estudo avaliou o efeito da EECl comparado ao exercício resistido, o que limita as conclusões para essa comparação.

Os achados desta revisão podem ser úteis apoiando a decisão dos profissionais de saúde, principalmente em situações em que o paciente não adere aos programas convencionais de reabilitação (baseado no exercício). Assim, a EECl pode ser uma estratégia para melhorar o condicionamento físico, principalmente para aqueles que não se sentem motivados para realizar o exercício voluntário.

CONCLUSÃO

Em conclusão, a EECl aplicada em indivíduos obesos melhora a capacidade funcional (moderada confiança da evidência) e a força de preensão palmar (alta confiança da evidência). Os efeitos sobre a força muscular de quadríceps parecem promissores, porém precisam ser melhor investigados, assim como os efeitos sobre a

composição corporal e os marcadores cardiometabólicos. Mais ECR's são necessários para investigar os reais benefícios da EECI em pacientes obesos.

REFERÊNCIAS

1. OMS. Obesity- Preventing and managing the global epidemic. **Bibliotheque OMS - WHO library**, 19 jun. 1998.
2. SAÚDE, M. ESTRATÉGIA NACIONAL PARA PREVENÇÃO E ATENÇÃO À OBESIDADE INFANTIL ORIENTAÇÕES TÉCNICAS. **O impacto da obesidade**. Ministério da Saúde- Brasília – DF, 2022.
3. FRIKKE-SCHMIDT, H. et al. **Does bariatric surgery improve adipose tissue function** *Obesity Reviews*. Blackwell Publishing Ltd, 1 set. 2016.
4. LEE, C. H.; LAM, K. S. L. **Obesity-induced insulin resistance and macrophage infiltration of the adipose tissue: A vicious cycle**. *Journal of Diabetes Investigation* Blackwell Publishing, 1 jan. 2019.
5. LOPES, W. et al. Influência da obesidade na força muscular de membros inferiores e superiores em adolescentes. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 18, n. 06, 30 nov. 2013.
6. HERGENROEDER, A. L. et al. **The Influence of Body Mass Index on Self-report and Performance-based Measures of Physical Function in Adult Women**. *Cardiopulmonary Physical Therapy Journal*, v. 22, p. 11-20, 2011.
7. ENGLISH, W. J. et al. American Society for Metabolic and Bariatric Surgery 2018 estimate of metabolic and bariatric procedures performed in the United States. **Surgery for Obesity and Related Diseases**, v. 16, n. 4, p. 457–463, 1 abr. 2020.
8. BERGGREN, J. R. et al. Skeletal muscle lipid oxidation and obesity: Influence of weight loss and exercise. **American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism**, v. 294, n. 4, abr. 2008
9. ABESO. Atualização das Diretrizes para o Tratamento Farmacológico da Obesidade e do Sobrepeso. **Associação brasileira para o estudo da obesidade e da síndrome metabólica**, out. 2010.
10. CIOLAC, E. G.; GUIMARÃES, G. V. **Exercício físico e síndrome metabólica**. *Rev Bras Med Esporte*, v. 10, p. 319-324, 2004.
11. CASTELLO, V. et al. Impact of aerobic exercise training on heart rate variability and functional capacity in obese women after gastric bypass surgery. **Obesity Surgery**, v. 21, n. 11, p. 1739–1749, nov. 2011.
12. ENGLISH, W. J. et al. American Society for Metabolic and Bariatric Surgery estimation of metabolic and bariatric procedures performed in the United States in

2016. **Surgery for Obesity and Related Diseases**, v. 14, n. 3, p. 259–263, 1 mar. 2018.
13. 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**, v. 30, n. 10, p. 3862–3871, 1 out. 2020.
 14. PANO-RODRIGUEZ, A. et al. **Effects of whole-body ELECTROMYOSTIMULATION on health and performance: A systematic review.** **BMC Complementary and Alternative Medicine.** BioMed Central Ltd., 24 abr. 2019.
 15. GOBBO, M. et al. **Muscle motor point identification is essential for optimizing neuromuscular electrical stimulation use.** **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation** BioMed Central Ltd., 25 fev. 2014.
 16. AMARO-GAHETE, F. J. et al. Functional exercise training and undulating periodization enhances the effect of whole-body electromyostimulation training on running performance. **Frontiers in Physiology**, v. 9, n. JUN, 13 jun. 2018.
 17. KEMMLER, W. 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. **Osteoporosis International**, v. 27, n. 11, p. 3261–3270, 1 nov. 2016d.
 18. KEMMLER, W. 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. **Frontiers in Physiology**, v. 9, n. MAY, 23 maio 2018.
 19. KEMMLER, W. et al. Whole-body electromyostimulation and protein supplementation favorably affect sarcopenic obesity in community-dwelling older men at risk: The randomized controlled FranSO study. **Clinical Interventions in Aging**, v. 12, p. 1503–1513, 21 set. 2017.
 20. KEMMLER, W. et al. **EFFECTS OF WHOLE-BODY ELECTROMYOSTIMULATION ON RESTING METABOLIC RATE, BODY COMPOSITION, AND MAXIMUM STRENGTH IN POSTMENOPAUSAL WOMEN: THE TRAINING AND ELECTROSTIMULATION TRIAL.** 2019 Disponível em: <www.nsga-jscr.org>.
 21. KEMMLER, W. et al. 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 Geriatrics**, v. 18, n. 1, 9 mar. 2018a.
 22. CERCATO, C.; FONSECA, F. A. **Cardiovascular risk and obesity.** **Diabetology and Metabolic Syndrome** BioMed Central Ltd., 28 ago. 2019.

23. KEMMLER, W. et al. **Ganzkörper-Elektromyostimulation und Sarcopenic Obesity Ergebnisse der randomisierten kontrollierten FORMOsA-Sarcopenic Obesity Studie.** [s.l.: s.n.]. Disponível em: <www.osteologie-journal.de>. 2016(25)
24. KEMMLER, W. 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. **Osteoporosis International**, v. 27, n. 11, p. 3261–3270, 1 nov. 2016d.
25. RELJIC, D. et al. Iron beats electricity: Resistance training but not whole-body electromyostimulation improves cardiometabolic health in obese metabolic syndrome patients during caloric restriction—a randomized-controlled study. **Nutrients**, v. 13, n. 5, 1 maio 2021.
26. WITTMANN, K. et al. Impact of whole body electromyostimulation on cardiometabolic risk factors in older women with sarcopenic obesity: The randomized controlled FORMOsA-sarcopenic obesity study. **Clinical Interventions in Aging**, v. 11, p. 1697–1706, 18 nov. 2016.
27. 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.
28. KEMMLER, W. et al. 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. **Calcified Tissue International**, v. 103, n. 3, p. 266–277, 1 set. 2018c.
29. RELJIC, D. et al. 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. **Journal of physiology and pharmacology: an official journal of the Polish Physiological Society**, v. 71, n. 1, 1 fev. 2020.
30. Soares, M. Teste de caminhada de 6 minutos: valores de referência para adultos saudáveis no Brasil. *Jornal Brasileiro pneumologia*, v. 37, p. 576-583, 2011.
31. HOLLAND, A. E. et al. Updating the Minimal Important Difference for Six-Minute Walk Distance in Patients With Chronic Obstructive Pulmonary Disease. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 91, n. 2, p. 221–225, fev. 2010.
32. DE LA CÁMARA SERRANO, M. Á.; SEVILLA, A. I. P. **Revisión de los beneficios físicos de la electroestimulación integral.** *Apunts. Educacion Fisica y Deportes* Instituto Nacional de Educacion Fisica de Cataluna, 2016.
33. YANG, J. MING et al. Effects of WB-EMS and protein supplementation on body composition, physical function, metabolism and inflammatory biomarkers in

middle-aged and elderly patients with sarcopenic obesity: A meta-analysis of randomized controlled trials. **Experimental Gerontology**, v. 166, 1 set. 2022.

34. NOGUEIRA DE SÁ, A. C. M. G. et al. Factors associated with high ldl-cholesterol in the brazilian adult population: National health survey. **Ciencia e Saude Coletiva**, v. 26, n. 2, p. 541–553, 2021.
35. ZANINA, G. O. et al. CIRCUIT TRAINING REDUCES CARDIOMETABOLIC RISK FACTORS IN WOMEN. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 29, 2023.
36. Higgins JPT, Green S. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. 2011.
37. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, Group P. Reprint--preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Phys Ther*. 2009;89(9):873-880.
38. Rai, R. et al. Impact of exercise training duration on obesity and cardiometabolic biomarkers: a systematic review. *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders* (2023) 22:155–174.

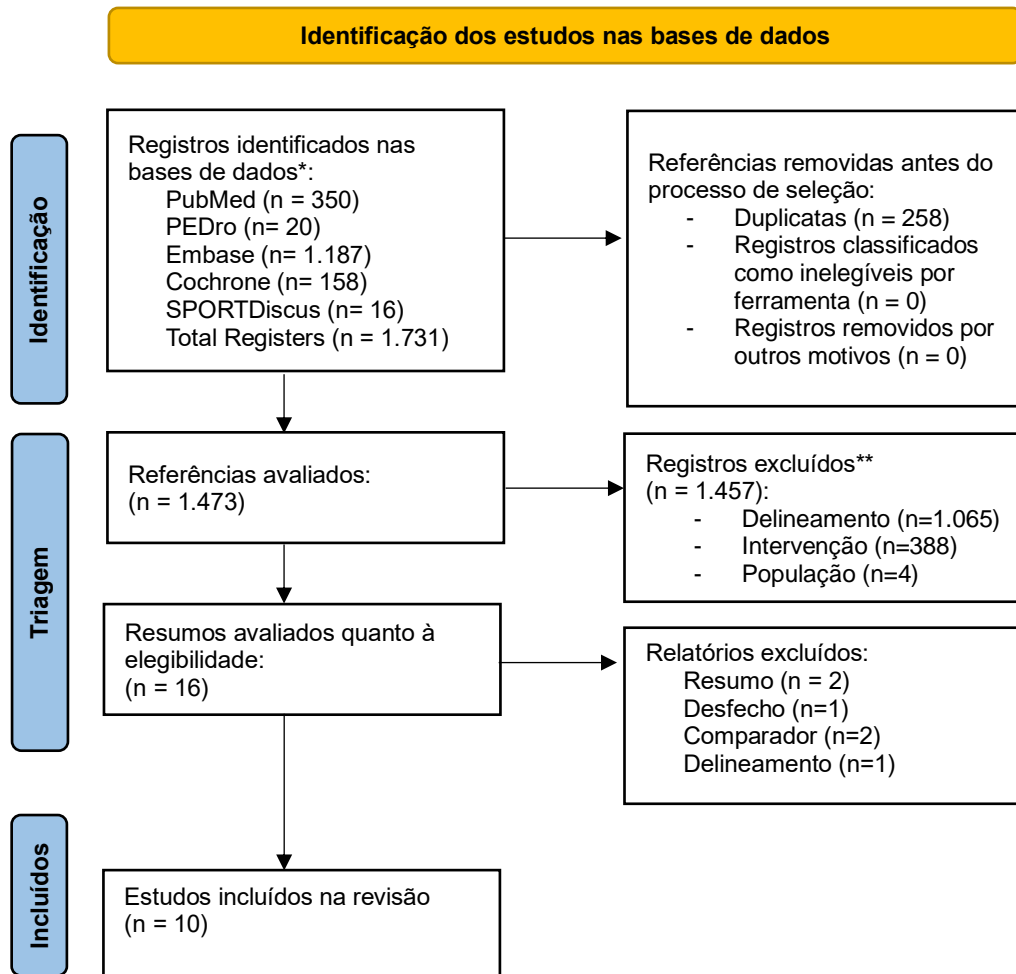


FIGURA 1: Diagrama de fluxo

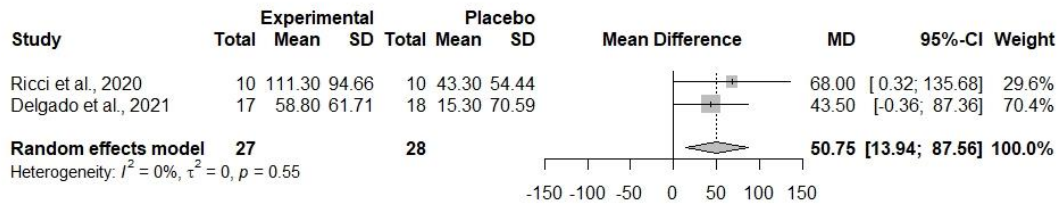


FIGURA 2: Metanálise para desfecho capacidade funcional avaliada por TC6M (EECI versus PLACEBO)

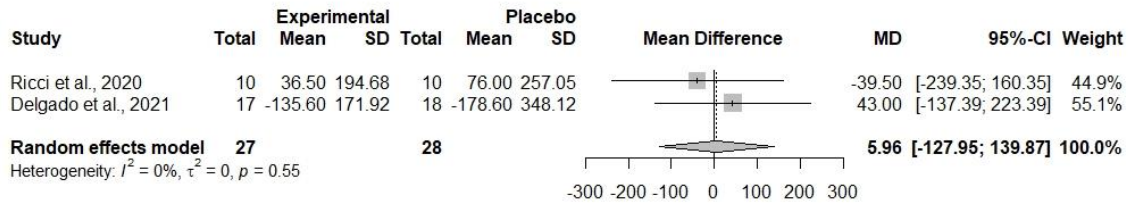


FIGURA 3: Metanálise para desfecho capacidade funcional avaliada por ergoespirometria (EECI versus PLACEBO)

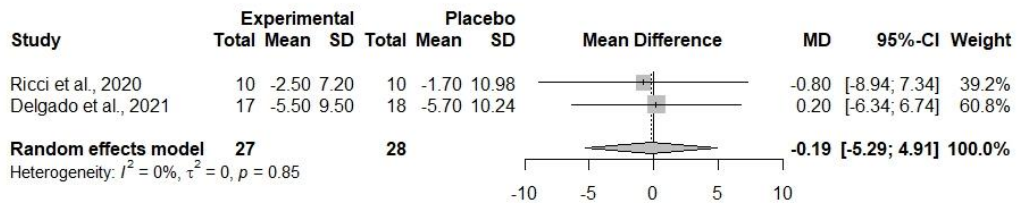


FIGURA 4: Metanálise para desfecho massa livre de gordura (EECI versus PLACEBO)

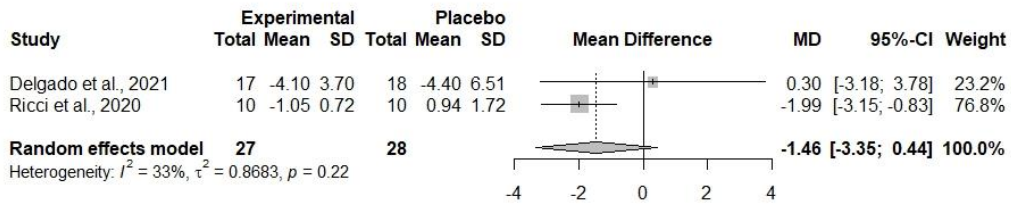


FIGURA 5: Metanálise para desfecho porcentagem de gordura corporal total (EECI versus PLACEBO)

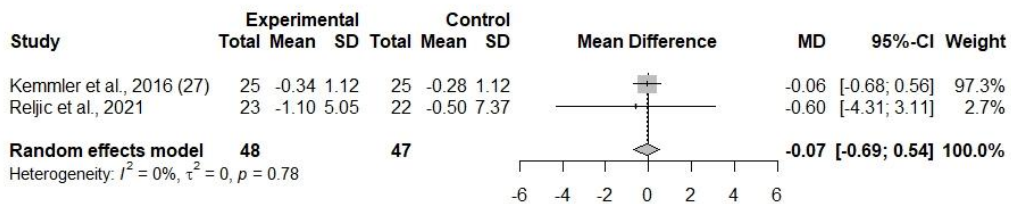


FIGURA 6: Metanálise para desfecho porcentagem de gordura corporal total (EECI versus CONTROLE)

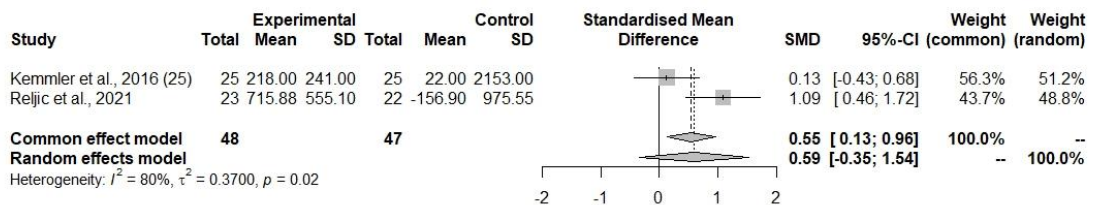


FIGURA 7: Metanálise para desfecho força muscular de quadríceps (EECI versus CONTROLE)

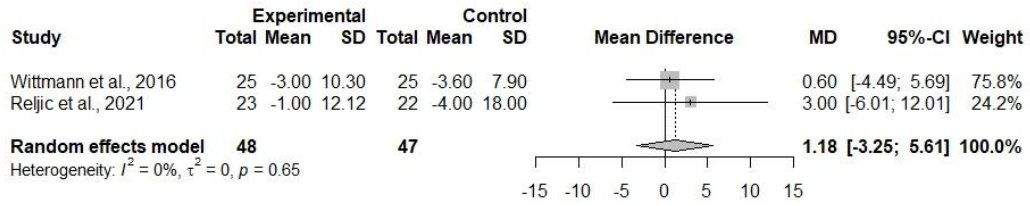


FIGURA 8: Metanálise para desfecho glicose (EEXI versus CONTROLE)

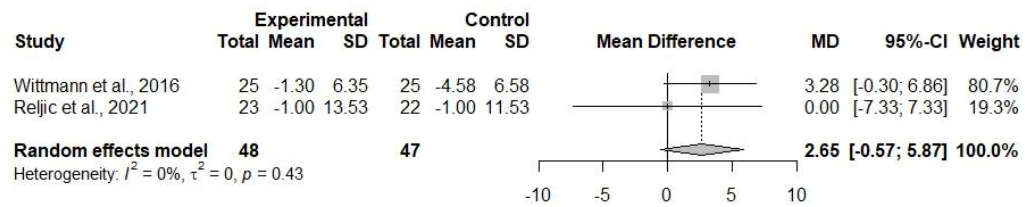


FIGURA 9: Metanálise para desfecho HDL (EECI versus CONTROLE)

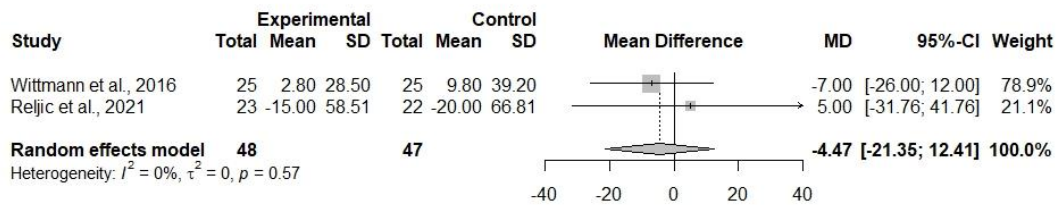


FIGURA 10: Metanálise para desfecho triglicéridos (EECI versus CONTROLE)

Tabela 1: Características dos estudos incluídos

Autor, ano	Participantes	Intervenção	Comparação	Amostra (n)	Gênero F/M (%)	Idade ± DP (anos)	Protocolo	Desfechos e instrumentos de avaliação
Delgado et al., 2021 (27)	Indivíduos obesos submetidos à cirurgia bariátrica	GI: EECl	GC: placebo	35 indivíduos GI: 17 GP: 18	Artigo não apresentou este dado	GI: 39.4 ± 2.3 GP: 37.4 ± 2.6	<p>Equipamento Miha Bodytec ®</p> <p>GI: Protocolo</p> <p>Endurance: 5x/semana – 30 sessões Resistência: 3x/ Frequência: 85 Hz Duração de pulso de 350 ms Intensidade: contração muscular perceptível Tempo ligado 6s/desligado 4s Temporizador ≈20–30 min</p> <p>Força: 2x/semana Frequência: 30 Hz Duração de pulso de 350 ms Intensidade: contração muscular perceptível Tempo ligado 4s/desligado 10s Temporizador ≈20–30 min</p> <p>CP: Protocolo exercícios dinâmicos utilizando o mesmo equipamento, porém com a corrente elétrica desligada.</p>	<p>- Composição corporal: BIA = Porcentagem de gordura corporal total, Massa livre de gordura (kg);</p> <p>- Força muscular de quadríceps: isocinético</p> <p>- Capacidade funcional: TC6M (m), Ergoespirometria (VO₂%pred, VO₂ mL min⁻¹).</p> <p>- Marcadores cardiometabólicos por espectrofotometria: colesterol (mg/dl), HDL (mg/dl), LDL (mg/dl), triglicerídeos (mg/dl), glicose(mg/dl).</p>

Kemmler et al., 2016 (23)	Mulheres com obesidade sarcopênica	GI: EECI	GC1: EECI + suplementação dietética GC2: Sem treinamento	75 indivíduos GI: 25 GC1: 25 GC2: 25	GI: 100/0 GC1: 100/0 GC2: 100/0	GI: 77.3 ± 4.9 GC1: 76.4 ± 2.9 GC2: 77.4 ± 4.9	<p>Equipamento Miha Bodytec®</p> <p>GI: Protocolo 1x/26 semana Frequência de 85 Hz Duração de pulso de 350 µs</p> <p>1-5ª semana: tempo on/off 4s; 11 min/semana</p> <p>6ª semana: incremento da sessão até um máximo de 20 min/sessão</p> <p>6-26ª semana: incremento da intensidade de estimulação</p> <p>GC1: Protocolo GI + 40 g/dia de suplementação dietética (635 kJ e contendo 22 g de leucina/componente essencial L-leucina (2.8 g).</p> <p>GC2: Protocolo Sem treinamento e solicitado para manter estilo de vida habitual.</p> <p>- Todos os grupos receberam 800 UI/dia de vitamina D e todos grupos receberam aconselhamento nutricional.</p>	<p>- Composição corporal: DXA= Porcentagem de gordura corporal total</p> <p>- Força muscular de quadríceps: Dinamômetro isocinético (N)</p>
---------------------------	------------------------------------	----------	---	---	---	--	---	---

Kemmler et al., 2016 (24)	Mulheres com obesidade sarcopênica	GI: EECl	GC1: EECl + suplementação dietética GC 2: sem treinamento	67 indivíduos GI:24 GC1: 21 GC2: 22	GI: 100/0 GC1: 100/0 GC2: 100/0	GI: 77.3 ± 4.9 GC1 76.4 ± 2.9 GC2: 77.4 ± 4.9	<p>Equipamento Miha Bodytec®</p> <p>GI: Protocolo Frequência de 85 Hz; Duração de pulso de 350 µs; 1x/26 semana; 1-4ª semana: tempo on/off 4s; 11 min/session. 5-8ª semana: incremento da sessão até um máximo de 20 min/sessão. 9-18ª semana: incremento da intensidade de estimulação. 19-26ª semana: tempo on 6s/off 4s.</p> <p>GC1: Protocolo GI + 40 g/dia de suplemento dietético (635 kJ e contendo 21 g de proteína de soro com alto teor de leucina/L-leucina (2,8 g/porção) e componente essencial de aminoácido (27 g).</p> <p>GC2: Protocolo Sem treinamento e solicitado para manter estilo de vida habitual. - Todos os grupos receberam 800 UI/dia de vitamina D e todos grupos receberam aconselhamento nutricional.</p>	<p>- Composição corporal: DXA = Porcentagem de gordura corporal</p> <p>- Força muscular: Força de preensão palmar (kg)</p>

Kemmler et al., 2017 (19)	Homens com obesidade sarcopênica	GI: EECI + suplementação dietética	GC1: suplementação dietética GC2: sem treinamento	100 indivíduos GI: 33 GC1: 33 GC2: 34	GI: 0/100 GC1: 0/100 GC2: 0/100	GI: 77.1±4.3 GC1: 78.1±5.1 GC2: 76.9±5.1	<p>Equipamento Miha Bodytec ®</p> <p>GI: Protocolo 1.5x/semana Frequência de 85 Hz Duração de pulso de 350 µs Intensidade: moderada a alta</p> <p>1-3ª semana: tempo on/off 4s, 14 min/sessão 4-16ª semana: incremento da sessão até um máximo de 20 min/sessão.</p> <p>+ suplementação de proteína e vitamina D</p> <p>GC1: Protocolo Ingestão diária total de proteínas de 1,7–1,8 g/kg por dia de massa corporal. 100g/dia (1.526 kJ) e continha 80 g de proteína de soro de leite com alto componente de l-leucina (9 g) e aminoácidos essenciais (EAA; 57 g). Além disso, o suplemento contém 2,8% de gordura e 6,4% de carboidratos (CHO).</p> <p>GC 2: Protocolo Sem treinamento</p>	<p>- Composição corporal: BIA = Porcentagem de gordura corporal total</p> <p>- Força muscular: força de prensão manual (Kg)</p>
---------------------------	----------------------------------	------------------------------------	--	--	---	---	--	---

Kemmler et al., 2018 (21)	Homens com obesidade sarcopênica	GI: EECI + suplementação dietética	GC1: suplementação dietética GC2: sem treinamento	100 indivíduos GI: 33 GC1: 33 GC2: 34	GI: 0/100 GC1: 0/100 GC2: 0/100	GI: 77.1 (75.6 to 78.7) GC1: 78.1 (76.3 to 80.0) GC2: 76.9 (75.2 to 78.7)	<p>Equipamento Miha Bodytec®</p> <p>IG: Protocolo 1.5x/semana Frequência de 85 Hz Duração de pulso: 350 µs Intensidade: intensidade moderada-alta, aumentada de acordo com a taxa de percepção esforço</p> <p>1-3ª semana: tempo on/off 4s, 14 min/sessão 4-16ª semana: incremento da sessão até um máximo de 20 min/sessão. + Suplementação de proteína e vitamina D (800 UI/d)</p> <p>GC1: Protocolo Suplementação de proteína e vitamina D (800 UI/d) (ingestão total diária de proteína de 1,7–1,8 g/kg por dia de massa corporal - valor calórico, 2,8% de gordura, 6,4% de carboidratos) Continha 80% de proteína de soro de leite com alto I-leucina (9%) e aminoácido essencial (57%).</p> <p>GC2: Protocolo Sem treinamento + Vitamina D (800 IU/d)</p>	<p>- Composição corporal: BIA = Porcentagem de gordura corporal total</p> <p>- Marcadores cardiometabólicos por espectrofotometria = triglicerídeos [mg/dl]</p>
---------------------------	----------------------------------	------------------------------------	--	--	---	---	---	---

Kemmler et al., 2018 (28)	Homens com obesidade sarcopênica	GI: EECI + suplementação dietética	GC: sem treinamento	67 indivíduos IG: 33 CG: 34	GI: 0/100 GC: 0/100	GI: 77.1 ± 4.3 GC: 76.9 ± 5.1	<p>Equipamento Miha Bodytec®</p> <p>IG: Protocolo 1.5x/semana Frequência: 85 Hz Duração de pulso de 350 µs Intensidade: alta, a intensidade aumentou de acordo com a taxa de esforço percebido</p> <p>1-3ª semana: tempo on/off 4s, 14 min/sessão</p> <p>4-16ª semana: incremento da sessão até um máximo de 20 min/sessão.</p> <p>+ Suplementação de proteínas e vitamina D (ingestão total diária de proteínas de 1,7–1,8 g/kg por dia de massa corporal – valor calórico de 1526 kJ/100 g). Continha 80 g de proteína de soro de leite com alto teor de l-leucina (9 g) e aminoácidos essenciais (57 g).</p> <p>GC: Protocolo Sem treinamento + suplementação de vitamina D</p>	- Força muscular de quadríceps: dinamômetro isocinético (N)
---------------------------	----------------------------------	------------------------------------	---------------------	---	----------------------------	--------------------------------------	--	---

Ricci et al., 2020 (13)	Indivíduos obesos submetidos à cirurgia bariátrica	GI: EECI	GP: placebo	20 indivíduos GI: 10 GC: 10	GI: 80/20 GC: 80/20	GI: 40.7 (36.2–45.4) GC: 37.6 (32.4–42.8)	<p>Equipamento Miha Bodytec®</p> <p>GI: Protocolo 5x/semana – 30 sessões</p> <p>Resistência: 3x/semana Frequência de 85 Hz Duração de pulso: 350 µs Intensidade: contração muscular perceptível Tempo ligado 6s/desligado 4s Temporizador de 15 minutos</p> <p>Força: 2x/semana Frequência de 30 Hz Duração de pulso de 350 µs Intensidade: contração muscular perceptível Tempo ligado 4s/desligado 10s Temporizador de 12 minutos</p> <p>GP: Protocolo exercícios dinâmicos usando o mesmo equipamento, porém com a corrente elétrica desligada</p>	<p>- Composição corporal: BIA = Porcentagem de gordura corporal total e massa livre de gordura (kg)</p> <p>- Capacidade Funcional: TC6M (m), Ergoespirometria (Vo2 mL min⁻¹ e VO %pred)</p>
-------------------------	--	----------	-------------	---------------------------------------	----------------------------	--	---	--

Reljic et al., 2020 (29)	Mulheres obesas com síndrome metabólica	GI: EECI	GC:sem treinamento	29 indivíduos GI: 15 GC: 14	GI: 100/0 GC: 100/0	56.0 ± 10.9 O artigo não apresentou o dado estratificado de idade por grupo.	Equipamento Miha Bodytec ® GI: Protocolo 2x/semana – 24 sessões Frequência de 85 Hz Duração de pulso de 350 µs Intensidade: contração muscular perceptível Tempo ligado 6s/desligado 4s GC: Protocolo sem treinamento - Ambos os grupos receberam aconselhamento nutricional (déficit energético de -500 kcal/dia)	- Composição corporal: BIA = Porcentagem de gordura corporal e massa livre de gordura (Kg) - Força muscular de quadríceps: 1-RM. - Marcadores cardiometabólicos por espectrofotometria= glicose (mg/dL), triglicérides (mg/dL), colesterol (mg/dL), HDL (mg/dL), LDL (mg/dL)
--------------------------	---	----------	--------------------	---	----------------------------	---	--	--

Reljic et al., 2021 (25)	Indivíduos obesos com síndrome metabólica	GI: EECl	<p>GC1: treinamento resistido - 1-RT</p> <p>GC2: treinamento resistido - 3-RT</p> <p>GC3: sem treinamento</p>	<p>118 indivíduos</p> <p>GI: 31</p> <p>GC1: 28</p> <p>GC2: 29</p> <p>GC3: 30</p>	<p>GI: 71/29</p> <p>GC1: 71.4/28.6</p> <p>GC2: 72.4/27.6</p> <p>GC3: 76.7/23.3</p>	<p>GI: 51.5 ± 12.1</p> <p>GC1: 53.8 ± 12.4</p> <p>GC2: 53.9 ± 11.3</p> <p>GC3: 51.7 ± 11.7</p>	<p>Equipamento Miha Bodytec®</p> <p>GI: Protocolo: 12 semanas- 24 sessões; Frequência de 85 Hz Duração de pulso de 350 µs Intensidade: contração muscular perceptível; Tempo ligado 6s/ desligado 4s Temporizador: 20 minutos; GC1+GC2: Protocolo 12 semanas – 24 sessões</p> <p>Exercícios: abdominais, parte inferior das costas, parte superior das costas, tórax e pernas.</p> <p>1–4ª semana: 50–60% 1-RM; 5–8ª semana: 60–75% 1-RM; 9–12ª semana: 70–80% 1-RM.</p> <p>- Intensidade: o nº de repetições diminuiu com o aumento da intensidade</p> <p>GC 1- uma série de cada exercício. Temporizador:~20 a ~11min/sessão. GC2- três séries de cada exercício. Temporizador:~60 a ~38 min/sessão; GC3: Protocolo: sem treinamento + aconselhamento nutricional.</p> <p>- Todos grupos receberam aconselhamento nutricional (déficit energético de –500 kcal/dia) mantendo o consumo adequado de proteínas (≥1,0 g/kg/dia)</p>	<p>- Composição corporal: BIA + RM = porcentagem de gordura corporal</p> <p>- Força muscular de quadríceps: 1-RM.</p> <p>- Marcadores cardiometabólicos por espectrofotometria = glicose (mg/dL), triglicédeos (mg/dL), colesterol (mg/dL), HDL (mg/dL), LDL (mg/dL).</p>
--------------------------	---	----------	---	--	--	--	--	---

Wittmann et al., 2016 (26)	Mulheres com obesidade sarcopênica	GI: EECl	GC1: EECl + suplementação dietética GC2: Sem treinamento	75 indivíduos IG: 25 CG1: 25 CG2: 25	GI: 100/0 GC1: 100/0 GC2: 100/0	GI: 77.3±4.9 GC1: 76.4±2.9 GC2: 77.4±4.9	Equipamento Miha Bodytec® GI: protocolo 1x/26 semana Frequência de 85 Hz Duração de pulso de 350 µs 1-7ª semana: tempo on/off 4s 11 min/semana 8-26ª semana: incremento da sessão até um máximo de 20 min/sessão. GC1: Protocolo GI + 40 g/dia de suplemento dietético (638 kJ e contendo 56% (21 g) de proteína de soro de leite com alto componente de l-leucina (2,8 g/porção), 10 g de carboidratos (4,2 g de açúcar), 3 g de gordura (incluindo 0,8 g de ácidos graxos saturados), 1,3 g de fibra e uma mistura de vitaminas e minerais. GC2: Protocolo Sem treinamento e aconselhado a manter estilo de vida habitual.	- Marcadores cardiometabólicos por espectrofotometria = HDL (mg/dL), triglicerídeos (mg/dL), glicose (mg/dL)
----------------------------	------------------------------------	----------	---	---	---------------------------------------	---	---	--

Legenda: GI= grupo intervenção; GC: grupo controle; GP: grupo placebo; BIA = análise por bioimpedância; DXA= raio-X de dupla energia; F/M= feminino/masculino; n= número da amostra.

Tabela 2: Resultados para composição corporal, força muscular de quadríceps, força de preensão palmar e marcadores cardiometabólicos (EECI versus controle)

Desfecho	Estudos e Resultados	Interpretação
Porcentagem de gordura corporal	<p>Kemmler et al., 2017 ⁽¹⁹⁾: GI pré: 31.6 (30.5 para 32.9); diferença GI: -2.05 (-1.40 para -2.68) $p < 0,00$; GC pré: 31.4 (0.34 para 0.94); diferença: 0.30 (-0.24 para 0.12), $p = 0,35$; EECI vs CG: $p = \leq 0.004$. Grupo EECI diferiu significativamente do grupo controle.</p> <p>Kemmler et al., 2018 (1) ⁽²¹⁾: GI pré: 24.1 (22.3 para 25.9); diferença -1.62 (-1.02 para -2.22), $p < 0.001$; GC pré: 24.2 (22.2 para 26.1); diferença: 0.39 (.98 para -.20), $p = 0.191$; EECI vs GC: $p = < 0,001$. As alterações no EECI diferiram significativamente do GC.</p> <p>Reljic et al., 2020 ⁽²⁹⁾: GI pré: $47,0 \pm 3,4$; GI pós: $46,1 \pm 3,6$, $p = 0.018$; GC pré: $48,5 \pm 4,2$ GC pós: $47,6 \pm 4,8$, sem diferença estatística, não apresenta valor de p. EECI vs GC: $p =$ não apresenta. Não houve diferença significativa entre os grupos.</p>	Houve diminuição significativa na porcentagem de gordura corporal no grupo EECI.
Massa livre de gordura	<p>Reljic et al., 2020 ⁽²⁹⁾: GI pré: 52.3 ± 6.7; GI pós: 51.7 ± 6.1; GC pré: 52.6 ± 7.2; GC pós: 51.8 ± 7.0; Sem diferença estatística, não apresenta valor de p EECI vs GC: $p =$ não apresenta. Não houve diferença entre os grupos.</p>	A massa livre de gordura não apresentou mudança em ambos os grupos.
Força muscular de quadríceps	<p>Kemmler et al., 2018(3) ⁽²⁸⁾: GI pré: 1990 ± 585; diferença: 189 ± 129, $p < 0.001$; GC: 1978 ± 394; diferença: 33 ± 132, $p = 0.235$; EECI vs GC: $p = < 0,001$. As alterações do EECI diferem significativamente do GC.</p> <p>Reljic et al., 2020 ⁽²⁹⁾: GI pré: $138,6 \pm 30,1$; GI pós: $165,4 \pm 41,4$, $p = 0.019$</p>	Houve aumento da força muscular para o grupo EECI.

	GC pré: 126,3 ± 35,2; GC pós: 128,3 ± 29,9, sem diferença estatística, não apresenta valor de p; EECI vs GC: p = Não apresenta. Não houve diferença significativas entre os grupos.	
Força de preensão palmar	Kemmler et al., 2016(27) (24): GI pré: 18.8 (17.2 to 20.4); diferença: -0.20 (-0.95 to 0.55), p ≥ 0,59; GC pré: 19.4 (17.6 to 21.1); diferença: -1.17 (-1.94 to -.41) p = 0.003; EECI vs GC: p = 0.085. Não houve diferença entre os grupos. Kemmler et al., 2017 (19): GI pré: 33.8 (31.0 to 36.6); diferença: 1.90 (0.99 to 2.82), p<0,00; GC pré: 34.4 (31.1 to 36.6); diferença: -0.35 (-0.56 to 1.25), p = 0,63 EECI vs GC: p = 0,050. A diferença foi praticamente não significativa.	Um estudo demonstrou redução da força de preensão palmar para o grupo controle e outro apresentou aumento deste desfecho para o grupo EECI.
Glicose	Reljic et al., 2020 (29): GI pré: 104±10; GI pós: 102±14, p = sem diferença, não apresentou valor de p; GC pré: 103±14; GC pós: 98±15, p= sem diferença, não apresentou valor de p; EECI vs GC: p = não apresenta. Não diferiu entre os grupos.	Não houve diferença para ambos os grupos para esta variável.
HDL	Reljic et al., 2020 (29): GI pré: 58±14; GI pós: 57±13; p = sem diferença, não apresentou o valor de p; GC pré: 54±9; GC pós: 54±12, p = sem diferença, não apresentou o valor de p; EECI vs GC: p = não apresenta. Não houve diferença entre os grupos.	Não houve diferença para ambos os grupos para esta variável.
LDL	Reljic et al., 2020 (29): GI pré: 218 ± 37; GI pós: 210 ± 33; p= sem diferença, não apresentou o valor de p. GC pré: 242 ± 41; GC pós: 228 ± 40, p = 0,05 EECI vs GC: p = não apresenta. Não houve diferença entre os grupos.	Não houve diferença para ambos os grupos para esta variável.

	<p>Reljic et al., 2021 ⁽²⁵⁾:</p> <p>GI pré: 220 ± 35; GI pós: 213 ± 33; p = sem diferença, não apresentou o valor de p;</p> <p>GC pré: 231 ± 45; GC pós: 219 ± 39, p = sem diferença, não apresentou o valor de p;</p> <p>EECI x GC: p = não apresenta. Não teve diferença entre os grupos.</p>	
Colesterol	<p>Reljic et al., 2020 ⁽²⁹⁾:</p> <p>GI pré: 139 ± 29; GI pós: 134 ± 25, p = 0.018;</p> <p>GC pré: 161 ± 33; GC pós: 151 ± 31, p = 0.027;</p> <p>EECI vs GC: p = não apresenta. Não teve diferença entre os grupos.</p> <p>Reljic et al., 2021 ⁽²⁵⁾:</p> <p>GI pré: 145 ± 28; GI pós: 139 ± 25, p = sem diferença, não apresentou o valor de p;</p> <p>CG pré: 150 ± 35; GC pós: 146 ± 33, p=0.012;</p> <p>EECI vs GC: p = não apresenta. Não teve diferença entre os grupos.</p>	Um estudo demonstrou redução do colesterol para ambos os grupos e outro demonstrou diminuição apenas para grupo controle.
Triglicérides	<p>Kemmler et al., 2018(1) ⁽²¹⁾:</p> <p>GI pré: 138 (116 para 160); diferença: -4.7 (-19.5 para 10.1), p = sem diferença, não apresentou o valor de p;</p> <p>GC pré: 126 (99 para 152); diferença: 3.6 (18.5 para - 11.4), p = sem diferença, não apresentou o valor de p.</p> <p>EECI x GC: p = 0.685. Não apresenta diferença entre os grupos.</p> <p>Reljic et al., 2020 ⁽²⁹⁾:</p> <p>GI pré: 118±32; GI pós: 112±27, p= sem diferença, não apresentou o valor de p;</p> <p>GC pré: 150±80; GC pós: 120±61, p = sem diferença, não apresentou o valor de p;</p> <p>EECI x GC: p = não apresenta. Não houve diferença entre os grupos.</p>	Não houve diferença para ambos os grupos para esta variável.

Kemmler et al., 2016 (25) Composição corporal Força muscular	Algumas preocupações	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Algumas preocupações
Reljic et al., 2020 (29) Composição corporal Força muscular Marcadores Cardiometabólicos	Baixo	Algumas preocupações	Algumas preocupações	Baixo	Algumas preocupações	Algumas preocupações
Reljic et al., 2021 (25) Composição corporal Força muscular Marcadores cardiometabólicos	Baixo	Algumas preocupações	Algumas preocupações	Baixo	Baixo	Algumas preocupações
Ricci et al., 2020 (13) Composição corporal Capacidade funcional	Baixo	Algumas preocupações	Baixo	Baixo	Baixo	Algumas preocupações
Wittman et. al, 2016 (26) Marcadores Cardiometabólicos	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo

Tabela 4: Avaliação da certeza da evidência pelo sistema GRADE

EECI comparado a PLACEBO para OBESOS

Avaliação da certeza							Nº de pacientes		Efeito		Certeza	Importância
Nº dos estudos	Delineamento do estudo	Risco de viés	Inconsistência	Evidência indireta	Imprecisão	Outras considerações	EECI	PLACEBO	Relativo (IC95%)	Absoluto (IC95%)		
% GORDURA CORPORAL												
2 [13, 27]	ensaios clínicos randomizados	grave-	não grave	não grave	grave-	nenhum	27	28	-	MD 1.46 menor (3.35 menor para 0.44 mais alto)	⊕⊕○○ Baixa	IMPORTANTE
MASSA LIVRE DE GORDURA												
2 [13, 27]	ensaios clínicos randomizados	grave-	não grave	não grave	grave-	nenhum	27	28	-	MD 0.19 menor (5.29 menor para 4.91 mais alto)	⊕⊕○○ Baixa	IMPORTANTE
FORÇA MUSCULAR												
1 [27]	ensaios clínicos randomizados	grave-	não grave	não grave	não grave	nenhum	Delgado et al., 2021: O grupo WB-EMS foi capaz de preservar a força muscular, enquanto o grupo sham demonstrou declínio significativo.			⊕⊕⊕○ Moderada	IMPORTANTE	
CAPACIDADE FUNCIONAL - TC6M												

Avaliação da certeza							Nº de pacientes		Efeito		Certeza	Importância
Nº dos estudos	Delineamento do estudo	Risco de viés	Inconsistência	Evidência indireta	Imprecisão	Outras considerações	EECI	PLACEBO	Relativo (IC95%)	Absoluto (IC95%)		
2 [13, 27]	ensaios clínicos randomizados	grave	não grave	não grave	não grave	nenhum	27	28	-	MD 50.75 mais alto (13.94 mais alto para 87.56 mais alto)	⊕⊕⊕○ Moderada	IMPORTANTE

GLICOSE

1 [27]	ensaios clínicos randomizados	grave	não grave	não grave	não grave	nenhum	Delgado et al., 2021: A glicose apresentou redução significativa pós-intervenção em ambos os grupos.			⊕⊕⊕○ Moderada	IMPORTANTE
-----------	-------------------------------	-------	-----------	-----------	-----------	--------	--	--	--	------------------	------------

HDL

1 [27]	ensaios clínicos randomizados	grave	não grave	não grave	não grave	nenhum	Delgado et al., 2021: HDL apresentou redução significativa pós-intervenção em ambos os grupos.			⊕⊕⊕○ Moderada	IMPORTANTE
-----------	-------------------------------	-------	-----------	-----------	-----------	--------	--	--	--	------------------	------------

LDL

1 [27]	ensaios clínicos randomizados	grave	não grave	não grave	não grave	nenhum	Delgado et al., 2021: LDL apresentou redução significativa pós-intervenção em ambos os grupos.			⊕⊕⊕○ Moderada	IMPORTANTE
-----------	-------------------------------	-------	-----------	-----------	-----------	--------	--	--	--	------------------	------------

COLESTEROL TOTAL

1 [27]	ensaios clínicos randomizados	grave	não grave	não grave	não grave	nenhum	Delgado et al., 2021: O colesterol total apresentou redução significativa pós-intervenção em ambos os grupos.			⊕⊕⊕○ Moderada	IMPORTANTE
-----------	-------------------------------	-------	-----------	-----------	-----------	--------	---	--	--	------------------	------------

Avaliação da certeza							Nº de pacientes		Efeito		Certeza	Importância
Nº dos estudos	Delineamento do estudo	Risco de viés	Inconsistência	Evidência indireta	Imprecisão	Outras considerações	EECI	PLACEBO	Relativo (IC95%)	Absoluto (IC95%)		

TRIGLICERIDEOS

1 [27]	ensaios clínicos randomizados	grave-	não grave	não grave	não grave	nenhum	Delgado et al., 2021: Triglicerídeos apresentou redução significativa no grupo placebo.			⊕⊕⊕○ Moderada	IMPORTANTE
-----------	-------------------------------	--------	-----------	-----------	-----------	--------	---	--	--	------------------	------------

CAPACIDADE FUNCIONAL- ERGOESPIROMETRIA

2 [13, 27]	ensaios clínicos randomizados	grave-	não grave	não grave	grave-	nenhum	27	28	-	MD 5.96 mais alto (127.95 menor para 139.87 mais alto)	⊕⊕○○ Baixa	IMPORTANTE
---------------	-------------------------------	--------	-----------	-----------	--------	--------	----	----	---	--	---------------	------------

Legenda: IC: intervalo de confiança; MD: diferença média; a: Risco de viés foi classificado como "algumas preocupações" nos dois estudos; b. IC incluiu o valor 0, não há diferença entre os grupos estudados.

EECI comparado a CONTROLE para OBESOS

Avaliação da certeza							Nº de pacientes		Efeito		Certeza	Importância
Nº dos estudos	Delineamento do estudo	Risco de viés	Inconsistência	Evidência indireta	Imprecisão	Outras considerações	EECI	CONTROLE	Relativo (IC95%)	Absoluto (IC95%)		

MASSA LIVRE DE GORDURA

1 [29]	ensaios clínicos randomizados	grave	não grave	não grave	não grave	nenhum	Reljic et al., 2020: A massa livre de gordura permaneceu estável em ambos os grupos (não teve diferença).				⊕⊕⊕○ Moderada	IMPORTANTE
-----------	-------------------------------	-------	-----------	-----------	-----------	--------	---	--	--	--	------------------	------------

GLICOSE

2 [25,26]	ensaios clínicos randomizados	grave	não grave	não grave	grave	nenhum	40	39	-	MD 1.18 mais alto (3.25 menor para 5.61 mais alto)	⊕⊕○○ Baixa	IMPORTANTE
--------------	-------------------------------	-------	-----------	-----------	-------	--------	----	----	---	---	---------------	------------

HDL

2 [25,26]	ensaios clínicos randomizados	grave	não grave	não grave	grave	nenhum	40	39	-	MD 2.65 mais alto (0.57 menor para 5.87 mais alto)	⊕⊕○○ Baixa	IMPORTANTE
--------------	-------------------------------	-------	-----------	-----------	-------	--------	----	----	---	---	---------------	------------

LDL

2 [25,29]	ensaios clínicos randomizados	grave	não grave	não grave	não grave	nenhum	Reljic et al., 2020: A redução significativa no LDL ocorreu apenas no grupo controle. Reljic et al., 2021: A redução significativa no LDL ocorreu apenas no grupo controle.				⊕⊕⊕○ Moderada	IMPORTANTE
--------------	-------------------------------	-------	-----------	-----------	-----------	--------	--	--	--	--	------------------	------------

COLESTEROL TOTAL

Avaliação da certeza							Nº de pacientes		Efeito		Certeza	Importância
Nº dos estudos	Delimitação do estudo	Risco de viés	Inconsistência	Evidência indireta	Imprecisão	Outras considerações	EECI	CONTROLE	Relativo (IC95%)	Absoluto (IC95%)		
2 [25, 29]	ensaios clínicos randomizados	grave	não grave	não grave	não grave	nenhum	Reljic et al., 2020: As concentrações de colesterol total diminuiram no grupo intervenção e grupo controle. Reljic et al., 2021: As concentrações de colesterol total diminuiram no grupo EECI e no grupo controle.				⊕⊕⊕○ Moderada	IMPORTANTE

TRIGLICERÍDEOS

2 [25,26]	ensaios clínicos randomizados	grave	não grave	não grave	grave	nenhum	48	47	-	MD 4.47 menor (21.35 menor para 12.41 mais alto)	⊕⊕○○ Baixa	IMPORTANTE
--------------	-------------------------------	-------	-----------	-----------	-------	--------	----	----	---	---	---------------	------------

% GORDURA CORPORAL

2 [24,25]	ensaios clínicos randomizados	grave	não grave	não grave	grave	nenhum	48	47	-	MD 0.07 menor (0.69 menor para 0.54 mais alto)	⊕⊕○○ Baixa	IMPORTANTE
--------------	-------------------------------	-------	-----------	-----------	-------	--------	----	----	---	---	---------------	------------

FORÇA MUSCULAR QUADRÍCEPS

2 [23, 25]	ensaios clínicos randomizados	grave	muito grave	não grave	grave	nenhum	48	47	-	SMD 0.59 SD mais alto (0.35 menor para 1.54 mais alto)	⊕○○○ Muito baixa	IMPORTANTE
---------------	-------------------------------	-------	-------------	-----------	-------	--------	----	----	---	---	---------------------	------------

GLICOSE

Avaliação da certeza							Nº de pacientes		Efeito		Certeza	Importância
Nº dos estudos	Delimitação do estudo	Risco de viés	Inconsistência	Evidência indireta	Imprecisão	Outras considerações	EECI	CONTROLE	Relativo (IC95%)	Absoluto (IC95%)		
1 [29]	ensaios clínicos randomizados	grave	não grave	não grave	não grave	nenhum	Reljic et al., 2020: não houve diferença significativa entre os grupos.				⊕⊕⊕○ Moderada	IMPORTANTE

HDL

1 [29]	ensaios clínicos randomizados	grave	não grave	não grave	não grave	nenhum	Reljic et al., 2020: não houve diferença entre os grupos.				⊕⊕⊕○ Moderada	IMPORTANTE
-----------	-------------------------------	-------	-----------	-----------	-----------	--------	---	--	--	--	------------------	------------

TRIGLICERÍDEOS

1 [29]	ensaios clínicos randomizados	grave	não grave	não grave	não grave	nenhum	Reljic et al., 2020: não houve diferença significativa entre os grupos.				⊕⊕⊕○ Moderada	IMPORTANTE
-----------	-------------------------------	-------	-----------	-----------	-----------	--------	---	--	--	--	------------------	------------

% GORDURA CORPORAL

4 [19, 21,23,29]	ensaios clínicos randomizados	grave	não grave	não grave	não grave	nenhum	<p>Kemmler et al., 2017: EECI diminuiu significativamente % gordura corporal.</p> <p>Kemmler et al., 2018 (1): Reduziu significativamente no grupo combinado WB-EMS.</p> <p>Kemmler et al., 2016(25): Houve redução no grupo EECI, porém não apresentou diferença significativa.</p> <p>Reljic et al., 2020: Somente no grupo EECI o percentual de gordura corporal foi significativamente reduzido após a intervenção.</p>				⊕⊕⊕○ Moderada	IMPORTANTE
---------------------	-------------------------------	-------	-----------	-----------	-----------	--------	---	--	--	--	------------------	------------

Avaliação da certeza							Nº de pacientes		Efeito		Certeza	Importância
Nº dos estudos	Delineamento do estudo	Risco de viés	Inconsistência	Evidência indireta	Imprecisão	Outras considerações	EECI	CONTROLE	Relativo (IC95%)	Absoluto (IC95%)		

FORÇA MUSCULAR - PREENSÃO MANUAL

2 [19, 24]	ensaios clínicos randomizados	não grave	não grave	não grave	não grave	nenhum	Kemmler et al., 2016(27): O grupo EECl apresentou efeito positivo na força de preensão manual, embora a diferença entre os grupos não foi significativa (p = .085). Kemmler et al. 2017: A força de preensão manual aumentou apenas no grupo EECl.		⊕⊕⊕⊕ Alta	IMPORTANTE
---------------	-------------------------------	-----------	-----------	-----------	-----------	--------	---	--	--------------	------------

FORÇA MUSCULAR - QUADRÍCEPS

2 [28, 29]	ensaios clínicos randomizados	grave	não grave	não grave	não grave	nenhum	Kemmler et al., 2018(3): Houve aumento da força muscular para o grupo EECl. Reljic et al., 2020: O grupo EECl melhorou significativamente a força muscular de quadríceps após a intervenção.		⊕⊕⊕○ Moderada	IMPORTANTE
---------------	-------------------------------	-------	-----------	-----------	-----------	--------	---	--	------------------	------------

Legenda: IC: intervalo de confiança; MD: diferença média; SMD: diferença média padronizada. **a:** Risco de viés: "algumas preocupações". **b:** IC incluiu zero, não há diferença entre os grupos estudados. **c:** Heterogeneidade maior que 75%.

EECI comparado a EXERCÍCIOS RESISTIDOS para OBESOS

AVALIAÇÃO DA CERTEZA							Nº de pacientes	Efeito		Confiança	Importância
Nº dos estudos	Delineamento do estudo	Risco de viés	Inconsistência	Evidência indireta	Imprecisão	Outras considerações	EECI	EXERCÍCIOS RESISTIDOS	Relativo (IC 95%)		
% GORDURA CORPORAL											
1 [25]	ensaios clínicos randomizados	grave	não grave	não grave	não grave	nenhum	Reljic et al., 2021: Todos os grupos reduziram significativamente a massa gorda (% gordura corporal).			⊕⊕⊕○ Moderada	IMPORTANTE
FORÇA MUSCULAR											
1 [25]	ensaios clínicos randomizados	grave	não grave	não grave	não grave	nenhum	Reljic et al., 2021: As três modalidades de exercícios melhoraram significativamente o desempenho de força nos grupos musculares avaliados de pré para pós-intervenção. O grupo 3-RT alcançou ganhos de força pré e pós-intervenção significativamente maiores nos músculos abdominais em comparação com o WB-EMS.			⊕⊕⊕○ Moderada	IMPORTANTE
GLICOSE											
1 [25]	ensaios clínicos randomizados	grave	não grave	não grave	não grave	nenhum	Reljic et al., 2021: Não apresentou diferença significativa nos grupos EECI e exercício.			⊕⊕⊕○ Moderada	IMPORTANTE
HDL											
1 [25]	ensaios clínicos randomizados	grave	não grave	não grave	não grave	nenhum	Reljic et al., 2021: Não apresentou diferença significativa nos grupos EECI e exercício.			⊕⊕⊕○ Moderada	IMPORTANTE

AVALIAÇÃO DA CERTEZA							Nº de pacientes		Efeito		Confiança	Importância
Nº dos estudos	Delineamento do estudo	Risco de viés	Inconsistência	Evidência indireta	Imprecisão	Outras considerações	EECI	EXERCÍCIOS RESISTIDOS	Relativo (IC 95%)	Absoluto (IC 95%)		

LDL

1 [25]	ensaios clínicos randomizados	grave	não grave	não grave	não grave	nenhum	Reljic et al., 2021: Redução no grupo 1-RT, sem diferença nos grupos EECl e 3-RT		⊕⊕⊕○ Moderada	IMPORTANTE
-----------	-------------------------------	-------	-----------	-----------	-----------	--------	--	--	------------------	------------

COLESTEROL TOTAL

1 [25]	ensaios clínicos randomizados	grave	não grave	não grave	não grave	nenhum	Reljic et al., 2021: Redução no grupo 1-RT, sem diferença nos grupos EECl e 3-RT		⊕⊕⊕○ Moderada	IMPORTANTE
-----------	-------------------------------	-------	-----------	-----------	-----------	--------	--	--	------------------	------------

TRIGLICERÍDEOS

1 [25]	ensaios clínicos randomizados	grave	não grave	não grave	não grave	nenhum	Reljic et al., 2021: Não apresentou diferença significativa nos grupos EECl e exercício.		⊕⊕⊕○ Moderada	IMPORTANTE
-----------	-------------------------------	-------	-----------	-----------	-----------	--------	--	--	------------------	------------

Legenda: IC: intervalo de confiança. a: o risco de viés foi classificado como "algumas preocupações".

4 CONCLUSÃO GERAL

A EECl melhora a capacidade funcional em indivíduos obesos, além de apresentar um impacto positivo na força de preensão palmar.

A EECl apresentou efeito promissor para força muscular de quadríceps. Entretanto, mais estudos devem ser realizados com este desfecho, a fim de se comprovar o real benefício desta tecnologia sobre a força muscular.

A EECl pode ser considerada uma estratégia favorável para indivíduos obesos, uma vez que, é uma modalidade terapêutica alternativa ao exercício convencional, segura, bem tolerada e capaz de melhorar a capacidade física desta população.

O efeito desta intervenção sobre os desfechos de força muscular de quadríceps, composição corporal e marcadores cardiometabólicos devem ser melhor investigados. Sendo assim, mais ECR's são necessários para investigar os reais benefícios da EECl em pacientes obesos, com maior poder amostral.

5 IMPACTOS DO TRABALHO

A EECl apresenta-se como uma importante tecnologia para melhorar a condição de saúde de indivíduos obesos, principalmente, para àqueles incapazes ou que não se sentem motivados para realizar o exercício convencional. A obesidade é um problema de saúde pública de grande magnitude e os resultados apresentados da EECl sobre indivíduos obesos podem contribuir para diminuir o índice de sedentarismo e as doenças associadas a este.

Este trabalho colaborou para o desenvolvimento de recursos humanos especializados, uma vez que envolveu alunos de mestrado e doutorado.

6.0 ANEXO

REGISTRO DO PRÓSPERO

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews



UNIVERSITY *of* York
Centre for Reviews and Dissemination

Systematic review

A list of fields that can be edited in an update can be found [here](#)

1. * Review title.

Give the title of the review in English

Effects of whole-body electrostimulation on obese subjects: a systematic review of randomized clinical trials.

2. Original language title.

For reviews in languages other than English, give the title in the original language. This will be displayed with the English language title.

Efeitos da eletroestimulação de corpo inteiro em indivíduos obesos: uma revisão sistemática de ensaios clínicos randomizados.

3. * Anticipated or actual start date.

Give the date the systematic review started or is expected to start.

19/12/2022

4. * Anticipated completion date.

Give the date by which the review is expected to be completed.

19/06/2023

5. * Stage of review at time of this submission.

This field uses answers to initial screening questions. It cannot be edited until after registration.

Tick the boxes to show which review tasks have been started and which have been completed.

Update this field each time any amendments are made to a published record.

The review has not yet started: Yes

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews



Review stage	Started	Completed
Preliminary searches	No	No
Piloting of the study selection process	No	No
Formal screening of search results against eligibility criteria	No	No
Data extraction	No	No
Risk of bias (quality) assessment	No	No
Data analysis	No	No

Provide any other relevant information about the stage of the review here.

6. * Named contact.

The named contact is the guarantor for the accuracy of the information in the register record. This may be any member of the review team.

Joelane Schardong

Email salutation (e.g. "Dr Smith" or "Joanne") for correspondence:

Dr Schardong

7. * Named contact email.

Give the electronic email address of the named contact.

joel_fsloufsm@yahoo.com.br

8. Named contact address

Give the full institutional/organisational postal address for the named contact.

Rua Sarmiento Leite, 245 - Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil – Zip code: 90050-170. Phone +55 (51) 3303-9000 - Fax +55 (51) 3303-8810

9. Named contact phone number.

Give the telephone number for the named contact, including international dialling code.

+5555981348114

10. * Organisational affiliation of the review.

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews



Full title of the organisational affiliations for this review and website address if available. This field may be completed as 'None' if the review is not affiliated to any organisation.

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

Organisation web address:

11. * Review team members and their organisational affiliations.

Give the personal details and the organisational affiliations of each member of the review team. Affiliation refers to groups or organisations to which review team members belong. NOTE: email and country now MUST be entered for each person, unless you are amending a published record.

Dr Joclane Schardong, Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre
 Karina Segatto, Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre
 Natiele Righi, Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre
 Andrieli Garlet, Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

12. * Funding sources/sponsors.

Details of the individuals, organizations, groups, companies or other legal entities who have funded or sponsored the review.

None.

Grant number(s)

State the funder, grant or award number and the date of award

13. * Conflicts of interest.

List actual or perceived conflicts of interest (financial or academic).

None

14. Collaborators.

Give the name and affiliation of any individuals or organisations who are working on the review but who are not listed as review team members. NOTE: email and country must be completed for each person, unless you are amending a published record.

15. * Review question.

State the review question(s) clearly and precisely. It may be appropriate to break very broad questions down into a series of related more specific questions. Questions may be framed or refined using PICO or similar where relevant.

a) Does whole-body electrostimulation increase body composition, bone density and functional capacity in obese individuals?

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews



c) Does whole-body electrostimulation alter cardiometabolic markers in obese individuals?

16. * Searches.

State the sources that will be searched (e.g. Medline). Give the search dates, and any restrictions (e.g. language or publication date). Do NOT enter the full search strategy (it may be provided as a link or attachment below.)

Searches will be performed in MEDLINE (via PubMed), EMBASE, Cochrane CENTRAL, SPORTDiscus and Physiotherapy Evidence Database (PEDro) databases to retrieve potentially relevant articles. The reference list of included studies will be screened. Search terms will include "Electric Stimulation", "Electric Stimulation Therapy", "Whole-body Electromyostimulation", "Whole-body Electrical Stimulation", "Obesity" and "Obese". Terms related to outcomes of interest will not be included to increase search sensitivity. There will be no restriction on language or year of publication.

17. URL to search strategy.

Upload a file with your search strategy, or an example of a search strategy for a specific database, (including the keywords) in pdf or word format. In doing so you are consenting to the file being made publicly accessible. Or provide a URL or link to the strategy. Do NOT provide links to your search results.

Alternatively, upload your search strategy to CRD in pdf format. Please note that by doing so you are consenting to the file being made publicly accessible.

Do not make this file publicly available until the review is complete

18. * Condition or domain being studied.

Give a short description of the disease, condition or healthcare domain being studied in your systematic review.

Obesity is a chronic disease, which is mainly characterized by excessive accumulation of body fat. The number of obese people has grown rapidly, making the disease a public health problem. A person is considered obese when the body mass index is greater than 30. The accumulation of fat in the body increases the risk of diseases such as high blood pressure, increased cholesterol and triglycerides, diabetes, sleep apnea, accumulation of fat in the liver, myocardial infarction, stroke, among others. In this sense, non-pharmacological strategies should be investigated to treat the disease.

19. * Participants/population.

Specify the participants or populations being studied in the review. The preferred format includes details of both inclusion and exclusion criteria.

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews



Randomized clinical trials that evaluated the effects of whole-body electrical stimulation with or without protein supplementation in obese patients will be included. Studies that evaluated the acute effect of therapy (only one session) and studies with incomplete data (abstracts) will be excluded.

20. * Intervention(s), exposure(s).

Give full and clear descriptions or definitions of the interventions or the exposures to be reviewed. The preferred format includes details of both inclusion and exclusion criteria.

Whole-body electrostimulation.

21. * Comparator(s)/control.

Where relevant, give details of the alternatives against which the intervention/exposure will be compared (e.g. another intervention or a non-exposed control group). The preferred format includes details of both inclusion and exclusion criteria.

Control, placebo, or resistance exercise.

22. * Types of study to be included.

Give details of the study designs (e.g. RCT) that are eligible for inclusion in the review. The preferred format includes both inclusion and exclusion criteria. If there are no restrictions on the types of study, this should be stated.

Randomized clinical trials.

23. Context.

Give summary details of the setting or other relevant characteristics, which help define the inclusion or exclusion criteria.

24. * Main outcome(s).

Give the pre-specified main (most important) outcomes of the review, including details of how the outcome is defined and measured and when these measurement are made, if these are part of the review inclusion criteria.

- ~~Body composition assessed by bioelectrical impedance analysis, dual energy x-ray absorptiometry (DXA);~~
maximum test.

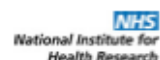
Measures of effect

Please specify the effect measure(s) for you main outcome(s) e.g. relative risks, odds ratios, risk difference, and/or 'number needed to treat'.

Mean difference or standardized mean difference.

25. * Additional outcome(s).

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews



List the pre-specified additional outcomes of the review, with a similar level of detail to that required for main outcomes. Where there are no additional outcomes please state 'None' or 'Not applicable' as appropriate to the review

- ~~Plantar flexion strength assessed by the 6-minute walk test (6MWT) or ergospirometry;~~
- Glucose by spectrophotometry;
- High-density lipoprotein (HDL) by spectrophotometry;
- Low-density lipoprotein (LDL) by spectrophotometry;
- Total cholesterol by spectrophotometry;
- Triglycerides by spectrophotometry.

Measures of effect

Please specify the effect measure(s) for you additional outcome(s) e.g. relative risks, odds ratios, risk difference, and/or 'number needed to treat.

Mean difference or standardized mean difference.

26. * Data extraction (selection and coding).

Describe how studies will be selected for inclusion. State what data will be extracted or obtained. State how this will be done and recorded.

Two reviewers will separately and independently screen the titles and abstracts of studies identified from initial searches. A standard screening checklist based on the eligibility criteria above will be employed for each study. Studies that do not meet the criteria according to the titles or abstracts will be excluded. Full text versions of the remaining studies, including those that are potentially eligible studies and uncertain, will be retrieved for a second review by at least two reviewers independently to determine the eligibility.

Disagreements with regard to study eligibility will be further discussed among reviewers. If consensus cannot be reached, a third reviewer will review the study using a standardized and previously tested extraction form in accordance with the recommendations of the Cochrane Handbook for Systematic Reviews. Study identification data (authors, year of publication), sample characteristics (sample size, % of men, age, body mass index), characteristics of the intervention (equipment used, electrical stimulation parameters, exercises performed, session time, weekly frequency, duration of treatment) and outcome results will be collected.

27. * Risk of bias (quality) assessment.

State which characteristics of the studies will be assessed and/or any formal risk of bias/quality assessment

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews



tools that will be used.

The risk of bias of primary studies will be assessed by two reviewers independently with the Cochrane Risk of Bias 2.0 tool (Cochrane Collaboration). The domains evaluated will be: Randomization process; Deviations from Intended Interventions; Missing outcome data; Measurement of the outcome; Selection of the reported result. The quality of each item will be categorized into "low risk of bias", "high risk of bias" or "some concerns" and after a global score (overall) will be given for each outcome assessed. Disagreements will be resolved by discussion or by a third reviewer. The quality of the evidence will be assessed using the Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation (GRADE) tool following standards of the procedure.

28. * Strategy for data synthesis.

Describe the methods you plan to use to synthesise data. This must not be generic text but should be specific to your review and describe how the proposed approach will be applied to your data. If meta-analysis is planned, describe the models to be used, methods to explore statistical heterogeneity, and software package to be used.

The results will be presented descriptively and the evidence will be incorporated into tabular displays.

Variables will be synthesized narratively and summarized using descriptive statistics (frequencies, percentages). If possible, we will perform a meta-analysis, using R program (version 3.2.3) and the meta and metafor package. Mean difference from baseline to follow-up will be the point of synthesis for continuous measures. Both fixed effects and random effects models will be applied, using the model appropriate to the determined methodological heterogeneity between studies. Heterogeneity between studies will be assessed using the Q statistic and the I² test. Publication bias across studies will be evaluated using funnel plots and Egger's test if more than 10 studies are included.

29. * Analysis of subgroups or subsets.

State any planned investigation of 'subgroups'. Be clear and specific about which type of study or participant will be included in each group or covariate investigated. State the planned analytic approach.

If necessary, sensitivity analyses will be performed in order to resolve the possible heterogeneity that may occur.

30. * Type and method of review.

Select the type of review, review method and health area from the lists below.

Type of review

Cost effectiveness

No

Diagnostic

No

Epidemiologic

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews



No
Individual patient data (IPD) meta-analysis
No
Intervention
No
Living systematic review
No
Meta-analysis
No
Methodology
No
Narrative synthesis
No
Network meta-analysis
No
Pre-clinical
No
Prevention
No
Prognostic
No
Prospective meta-analysis (PMA)
No
Review of reviews
No
Service delivery
No
Synthesis of qualitative studies
No
Systematic review
Yes
Other
No

Health area of the review
Alcohol/substance misuse/abuse

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews



No

Blood and immune system

No

Cancer

No

Cardiovascular

No

Care of the elderly

No

Child health

No

Complementary therapies

No

COVID-19

No

Crime and justice

No

Dental

No

Digestive system

No

Ear, nose and throat

No

Education

No

Endocrine and metabolic disorders

Yes

Eye disorders

No

General Interest

No

Genetics

No

Health Inequalities/health equity

No

Infections and Infestations

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews



No

International development

No

Mental health and behavioural conditions

No

Musculoskeletal

Yes

Neurological

No

Nursing

No

Obstetrics and gynaecology

No

Oral health

No

Palliative care

No

Perioperative care

No

Physiotherapy

Yes

Pregnancy and childbirth

No

Public health (including social determinants of health)

No

Rehabilitation

No

Respiratory disorders

No

Service delivery

No

Skin disorders

No

Social care

No

Surgery

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews



No

Tropical Medicine

No

Urological

No

Wounds, injuries and accidents

No

Violence and abuse

No

31. Language.

Select each language individually to add it to the list below, use the bin icon to remove any added in error.

English

There is an English language summary.

32. * Country.

Select the country in which the review is being carried out. For multi-national collaborations select all the countries involved.

Brazil

33. Other registration details.

Name any other organisation where the systematic review title or protocol is registered (e.g. Campbell, or The Joanna Briggs Institute) together with any unique identification number assigned by them. If extracted data will be stored and made available through a repository such as the Systematic Review Data Repository (SRDR), details and a link should be included here. If none, leave blank.

34. Reference and/or URL for published protocol.

If the protocol for this review is published provide details (authors, title and journal details, preferably in Vancouver format)

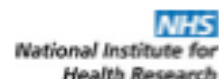
Add web link to the published protocol.

Or, upload your published protocol here in pdf format. Note that the upload will be publicly accessible.

No I do not make this file publicly available until the review is complete

Please note that the information required in the PROSPERO registration form must be completed in full even if access to a protocol is given.

PROSPERO
International prospective register of systematic reviews



35. Dissemination plans.

Do you intend to publish the review on completion?

Yes

Give brief details of plans for communicating review findings.?

Results of this review will be disseminated through conference presentation and publication in a periodic that reach the professionals involved in prevention, treatment and rehabilitation of this population.

36. Keywords.

Give words or phrases that best describe the review. Separate keywords with a semicolon or new line. Keywords help PROSPERO users find your review (keywords do not appear in the public record but are included in searches). Be as specific and precise as possible. Avoid acronyms and abbreviations unless these are in wide use.

Electric Stimulation; Electric Stimulation Therapy; Obesity.

37. Details of any existing review of the same topic by the same authors.

If you are registering an update of an existing review give details of the earlier versions and include a full bibliographic reference, if available.

38. * Current review status.

Update review status when the review is completed and when it is published. New registrations must be ongoing so this field is not editable for initial submission.

Please provide anticipated publication date

Review_Ongoing

39. Any additional information.

Provide any other information relevant to the registration of this review.

Our review will include a different population (not just sarcopenic obese), new studies and outcomes that were not analyzed in the previous review.

40. Details of final report/publication(s) or preprints if available.

Leave empty until publication details are available OR you have a link to a preprint (NOTE: this field is not editable for initial submission). List authors, title and journal details preferably in Vancouver format.

Give the link to the published review or preprint.