



Universidade de Brasília

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS EM SAÚDE – *CAMPUS* DE CEILÂNDIA

HELLORA GONÇALVES FONSECA

Efeitos da eletroestimulação neuromuscular sobre o tempo de internação de pacientes críticos em unidade de terapia intensiva: uma revisão sistemática com meta-análise

Brasília – DF

2026

HELLORA GONÇALVES FONSECA

Efeitos da eletroestimulação neuromuscular sobre o tempo de internação de pacientes críticos em unidade de terapia intensiva: uma revisão sistemática com meta-análise

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação como parte dos requisitos para conclusão do Mestrado Acadêmico.

Área de concentração:

Fisioterapia em Terapia Intensiva e
Reabilitação Hospitalar

Linha de investigação:

Tecnologia assistiva e de reabilitação

Temática:

Inovação tecnológica para suporte
neuromuscular assistido por correntes elétricas

Orientador:

Prof. Dr. Vinícius Zacarias Maldaner da Silva

Brasília – DF

2026

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

FF676e FONSECA, HELLORA GONÇALVES
EFEITOS DA ELETROESTIMULAÇÃO NEUROMUSCULAR SOBRE O TEMPO
DE INTERNAÇÃO DE PACIENTES CRÍTICOS EM UNIDADE DE TERAPIA
INTENSIVA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA / HELLORA GONÇALVES
FONSECA; orientador VINÍCIUS ZACARIAS MALDANER DA SILVA.
Brasília, 2026.
53 p.

Dissertação(Mestrado em Ciências da Reabilitação)
Universidade de Brasília, 2026.

1. Eletroestimulação neuromuscular. 2. Fraqueza muscular
adquirida em UTI. 3. Paciente crítico. 4. Ventilação
mecânica. I. MALDANER DA SILVA, VINÍCIUS ZACARIAS, orient.
II. Título.

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação à minha família, pelo amor, apoio e incentivo constantes ao longo de toda a minha trajetória acadêmica e profissional. Dedico-a também aos meus pacientes, que diariamente inspiram e fortalecem em mim o compromisso com a busca contínua pelo conhecimento e com o aprimoramento da prática clínica. É por eles que sigo estudando, pesquisando e buscando evoluir, com o propósito de oferecer um cuidado cada vez mais qualificado, humano e fundamentado nas melhores evidências científicas. Que este trabalho represente uma pequena contribuição nessa caminhada de aprendizado e cuidado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela saúde, força e discernimento que sustentaram esta jornada acadêmica até a conclusão desta dissertação.

Aos meus pais, ao meu irmão, à Izadora e aos meus amigos do Marista, expresso minha profunda gratidão pelo amor, pela amizade e pela confiança constante em meu potencial. O apoio, o incentivo e a presença de cada um de vocês foram fundamentais ao longo desta jornada, tornando possível a realização e a conclusão deste mestrado.

Aos amigos que a Fisioterapia e a Universidade de Brasília me presentaram – Vinícius, Paulo Henrique e Davi –, agradeço pelo suporte constante, compartilhamento generoso de conhecimentos e presença acolhedora em todos os momentos.

Aos meus professores, Prof^a. Dr^a. Emerson Fachin Martins e Prof^a. Dr^a. Vinícius Zacarias Maldaner, manifesto profunda gratidão pela orientação, paciência com minhas inquietações e incentivo transformador que converteram minhas dúvidas clínicas em pesquisa científica.

RESUMO

Introdução: A fraqueza muscular adquirida na unidade de terapia intensiva (FAUTI) decorre, em grande parte, da imobilidade prolongada e associa-se a desfechos desfavoráveis, como desmame ventilatório prolongado, maior tempo de internação e aumento da mortalidade. A estimulação elétrica neuromuscular (EENM) é uma estratégia segura para pacientes críticos, com potencial para preservar a massa muscular e melhorar a força periférica, podendo contribuir para a prevenção da FAUTI e a otimização dos desfechos hospitalares. **Objetivo:** Avaliar os efeitos da EENM sobre tempo de ventilação mecânica, permanência em UTI e internação hospitalar em ensaios clínicos randomizados envolvendo pacientes críticos. **Métodos:** Esta revisão sistemática foi registrada no PROSPERO (CRD42024509006) e conduzida de acordo com as diretrizes PRISMA. A pergunta de pesquisa foi estruturada segundo a estratégia PICO: **População:** adultos criticamente enfermos em ventilação mecânica invasiva na UTI; **Intervenção:** eletroestimulação neuromuscular aplicada ao diafragma e/ou músculos periféricos; **Comparação:** cuidados usuais, NMES simulada (sham), fisioterapia convencional ou diferentes protocolos de estimulação; **Desfechos:** duração da ventilação mecânica, tempo de permanência na UTI e tempo total de internação hospitalar. Ensaios clínicos randomizados foram identificados por meio de buscas nas bases PubMed, Web of Science, LILACS, Cochrane e SciELO em março de 2025, sem restrição de idioma ou data de publicação. A seleção dos estudos e a extração dos dados foram realizadas de forma independente por dois revisores. A qualidade metodológica foi avaliada pela escala PEDro. As análises foram realizadas no software Review Manager (RevMan). Quando necessário, medianas e intervalos interquartis foram convertidos em médias e desvios-padrão utilizando o Meta-Analysis Accelerator. As variáveis duração da ventilação mecânica, tempo de permanência na UTI e tempo de internação hospitalar foram incluídas na metanálise e analisadas por meio da diferença média (MD), com intervalos de confiança de 95%. **Resultados:** Dos 481 estudos identificados, 22 ensaios clínicos randomizados, publicados entre 2009 e 2024, foram incluídos. Os estudos, conduzidos em diferentes países, com predominância de publicações brasileiras, avaliaram principalmente a EENM iniciada em unidades de terapia intensiva e associada à fisioterapia convencional. A metanálise demonstrou redução significativa do tempo de ventilação mecânica com a EENM em comparação ao tratamento convencional (MD = -7,01 dias; IC 95%: -7,40 a -6,63; $p < 0,00001$), bem como do tempo de permanência em UTI (MD = -6,79 dias; IC 95%: -7,26 a

-6,32), embora com heterogeneidade extrema ($I^2 = 98\%$). Em contraste, o tempo total de internação hospitalar favoreceu o grupo controle (MD = 5,51 dias; IC 95%: 4,02 a 7,00), com elevada inconsistência entre os estudos ($I^2 = 87\%$). **Conclusão:** Os resultados desta revisão sistemática e metanálise indicam que a estimulação elétrica neuromuscular, quando associada à fisioterapia convencional, está associada à redução do tempo de ventilação mecânica e da permanência na unidade de terapia intensiva em pacientes críticos. Esses achados sugerem que a EENM pode representar uma estratégia adjuvante relevante no manejo de pacientes criticamente enfermos, embora estudos futuros devam priorizar a padronização dos parâmetros de estimulação e a avaliação de desfechos funcionais de longo prazo.

Palavras-chave: Eletroestimulação neuromuscular; Fraqueza muscular adquirida em UTI; Paciente crítico; Ventilação mecânica

ABSTRACT

Introduction: Intensive care unit-acquired weakness (ICU-AW) largely results from prolonged immobilization and is associated with unfavorable outcomes, including prolonged ventilator weaning, longer hospital stays, and increased mortality. Neuromuscular electrical stimulation (NMES) is a safe strategy for non-mobilizable patients, with the potential to preserve muscle mass and improve peripheral strength, thereby contributing to the prevention of ICU-AW and the optimization of hospital outcomes. **Objective:** To evaluate the effects of NMES on the duration of mechanical ventilation, ICU length of stay, and hospital length of stay in randomized controlled trials involving critically ill patients. **Methods:** This systematic review was registered in PROSPERO (CRD42024509006) and conducted according to PRISMA guidelines. The research question was structured according to the PICO strategy: **Population:** critically ill adults receiving invasive mechanical ventilation in the ICU; **Intervention:** neuromuscular electrical stimulation applied to the diaphragm and/or peripheral muscles; **Comparison:** usual care, sham NMES, conventional physiotherapy, or different stimulation protocols; **Outcomes:** duration of mechanical ventilation, ICU length of stay, and total hospital length of stay. Randomized controlled trials were identified through searches in PubMed, Web of Science, LILACS, Cochrane, and SciELO databases in March 2025, with no restrictions on language or publication date. Study selection and data extraction were performed independently by two reviewers. Methodological quality was assessed using the PEDro scale. The analyses were performed using Review Manager (RevMan) software. When necessary, medians and interquartile ranges were converted to means and standard deviations using the Meta-Analysis Accelerator. The outcomes duration of mechanical ventilation, ICU length of stay, and hospital length of stay were included in the meta-analysis and analyzed using the mean difference (MD) with 95% confidence intervals. **Results:** Of the 481 studies identified, 22 randomized controlled trials published between 2009 and 2024 were included. Studies conducted in different countries, with a predominance of Brazilian publications, mainly evaluated NMES initiated in intensive care units and combined with conventional physiotherapy. The meta-analysis demonstrated a significant reduction in the duration of mechanical ventilation with NMES compared with conventional treatment (MD = -7.01 days; 95% CI: -7.40 to -6.63; $p < 0.00001$), as well as a reduction in ICU length of stay (MD = -6.79 days; 95% CI: -7.26 to -6.32), although with extreme heterogeneity ($I^2 = 98\%$). In contrast, total hospital length of stay favored the control group (MD = 5.51 days; 95% CI: 4.02 to 7.00), with high inconsistency across studies ($I^2 = 87\%$). **Conclusion:** The

results of this systematic review and meta-analysis indicate that neuromuscular electrical stimulation, when combined with conventional physiotherapy, is associated with reduced duration of mechanical ventilation and ICU length of stay in critically ill patients. These findings suggest that NMES may represent a relevant adjunctive strategy in the management of critically ill patients; however, future studies should prioritize the standardization of stimulation parameters and the evaluation of long-term functional outcomes.

Key-words: Neuromuscular electrical stimulation; Intensive care unit–acquired weakness; Critically ill patient; Mechanical ventilation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Fluxograma PRISMA.....	23
Figura 2: Forest plot dos ensaios que compararam a eletroestimulação elétrica neuromuscular com a fisioterapia convencional quanto à duração da ventilação mecânica invasiva...	30
Figura 3: Forest plot dos ensaios que compararam a eletroestimulação elétrica neuromuscular com a fisioterapia convencional quanto à duração da internação em UTI.....	30
Figura 4: Forest plot dos ensaios que compararam a eletroestimulação elétrica neuromuscular com a fisioterapia convencional quanto à duração da internação hospitalar.....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-5: Características dos 22 ensaios que forneceram dados utilizáveis.....	25
Tabela 6: Avaliação do risco de viés - RoB 2.....	33
Tabela 7: Análise metodológica - Escala PEDro.....	34

SUMÁRIO

RESUMO.....	6
ABSTRACT.....	8
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	10
LISTA DE TABELAS.....	11
SUMÁRIO.....	12
1. INTRODUÇÃO.....	13
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	14
2.1. Fraqueza muscular adquirida em UTI - FAUTI.....	14
2.2. Ventilação Mecânica e Imobilismo Prolongado.....	16
2.3. Eletroestimulação.....	17
3. OBJETIVOS E HIPÓTESES.....	18
4. MÉTODOS.....	19
4.1 Critérios de inclusão.....	19
4.2 Tipos de estudos.....	19
4.3 Tipos de participantes.....	19
4.4 Tipos de intervenções.....	20
4.5 Tipos de comparações.....	20
4.6 Tipos de medidas de desfecho.....	20
4.7 Estratégia de busca.....	20
4.8 Avaliação de viés e avaliação da qualidade metodológica.....	21
4.9 Extração e análise de dados.....	21
5. RESULTADOS.....	22
6. DISCUSSÃO.....	35
7. CONCLUSÃO.....	38
8. IMPACTOS PRÁTICOS DOS ACHADOS PARA A SOCIEDADE.....	39
9. REFERÊNCIAS.....	40
10. APÊNDICES.....	44
10. ANEXOS.....	47
10.1 Prospero.....	47
10.2 Interface Rayyan.....	52
10.3 – Escala PEDro.....	53
11. PRODUTOS EDUCACIONAIS, CIENTÍFICOS, SOCIOCULTURAIS E TECNOLÓGICOS/ECONÔMICOS DESENVOLVIDOS NO PERÍODO DO MESTRADO.....	54

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, com os avanços tecnológicos e terapêuticos na medicina intensiva, observa-se aumento da sobrevida de pacientes críticos, o que frequentemente implica períodos prolongados de internação em unidade de terapia intensiva (UTI). Esse cenário favorece a exposição a complicações decorrentes da imobilidade, condição sabidamente associada à rápida redução da massa muscular e da densidade mineral óssea, além do comprometimento de múltiplos sistemas orgânicos. Tais alterações podem ser observadas já na primeira semana de repouso no leito (Machado et al., 2017), contribuindo significativamente para o desenvolvimento da fraqueza muscular adquirida na unidade de terapia intensiva (FAUTI).

O desenvolvimento de fraqueza muscular adquirida na unidade de terapia intensiva vem sendo um dos problemas mais comuns no ambiente intensivo. As causas subjacentes da fraqueza podem incluir atrofia por desuso e/ou polineuropatia da doença crítica, miopatia da doença crítica ou neuromiopatia da doença crítica. Os principais fatores de risco da FAUTI são: duração da ventilação mecânica, idade, tempo de internação em UTI, entre outros (Hiser et al., 2025).

No entanto, as complicações da fraqueza muscular adquirida em unidade de terapia intensiva podem ser prevenidas ou minimizadas pela atuação da fisioterapia e pelas ferramentas utilizadas por ela. A mobilização precoce constitui a principal estratégia terapêutica, podendo incluir exercícios ativos, treino de mobilidade e fortalecimento muscular. Entretanto, em pacientes sedados ou clinicamente instáveis, a aplicação dessas intervenções pode ser limitada, o que reforça a importância de estratégias complementares, como a estimulação elétrica neuromuscular (EENM) (Hiser et al., 2025).

Entre as várias ferramentas utilizadas na reabilitação precoce, a estimulação elétrica neuromuscular (EENM) ganhou grande visibilidade por ser uma ferramenta eficaz, segura, de baixo custo e por poder ser utilizada em pacientes que não conseguem ser mobilizados para a fora devido à sedação, estado clínico instável ou outros motivos. Ela contribui para prevenir a atrofia muscular em pacientes críticos, e também preserva de forma eficaz tanto a qualidade do tecido muscular quanto a espessura muscular durante a internação (Nonoyama et al., 2022; Vieira et al., 2023).

Revisões sistemáticas recentes (Li et al., 2024; Trethewey et al., 2019; Waldauf et al., 2020; Xu et al., 2024) avaliaram os efeitos da estimulação elétrica e de outras intervenções de reabilitação em pacientes críticos. Entretanto, esses estudos frequentemente combinam múltiplos desfechos sem priorizar indicadores clinicamente estratégicos, como duração da ventilação mecânica, permanência em UTI e tempo total de internação. Além disso, a caracterização dos parâmetros técnicos da EENM — frequência, largura de pulso, intensidade, músculos-alvo e duração da aplicação — é, em geral, insuficientemente sistematizada, o que compromete a reprodutibilidade e amplia a heterogeneidade metodológica. Embora estudo recente publicado no *Critical Care* tenha descrito de forma abrangente tais parâmetros, não realizou metanálise focada nesses desfechos hospitalares nem analisou de forma integrada a relação entre características do protocolo e resultados clínicos, mantendo uma lacuna relevante para a prática em terapia intensiva (Mart et al., 2026).

Diante da variabilidade dos protocolos e da heterogeneidade dos resultados reportados na literatura, faz-se necessária uma síntese quantitativa direcionada a desfechos hospitalares objetivos, aliada à caracterização sistemática dos parâmetros de estimulação empregados nos ensaios clínicos. Essa abordagem permite integrar aspectos técnicos da intervenção aos seus potenciais efeitos clínicos, fornecendo evidências mais robustas e aplicáveis à prática em terapia intensiva.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Fraqueza muscular adquirida em UTI - FAUTI

A fraqueza muscular adquirida na unidade de terapia intensiva (FAUTI) é caracterizada pela fraqueza muscular de instalação durante a internação em UTI, com distribuição difusa e simétrica, surgindo de forma repentina e podendo cursar com tetraparesia/tetraplegia flácida ou não, afetando de forma mais incisiva os membros inferiores e os músculos mais proximais do que os distais (Santos, Lizia Fernanda Sarmiento; Fernandes, Giselly Machuk; Aguiar, Suzana Sales, 2015). No contexto brasileiro, estudos de coorte em UTI demonstram que a maioria dos pacientes ventilados mecanicamente desenvolve fraqueza muscular adquirida, achado compatível com a incidência global de 30% a 60% descrita na literatura internacional (Appleton; Kinsella; Quasim, 2015; Godoy, 2015).

A fraqueza muscular adquirida em UTI decorre, em grande parte, da resposta inflamatória sistêmica, caracterizada por distúrbios da microcirculação, perda da autorregulação vascular e liberação de citocinas inflamatórias, que aumentam a permeabilidade dos vasos, favorecem o edema endoneural e culminam na degeneração primária de fibras sensitivas e motoras (Santos, Lizia Fernanda Sarmento; Fernandes, Giselly Machuk; Aguiar, Suzana Sales, 2015).

Os principais fatores de risco da FAUTI incluem sepse, a hiperglicemia, a ocorrência de disfunção de múltiplos órgãos e o imobilismo prolongado. O uso de corticosteroides e bloqueadores neuromusculares ainda é controverso (Bellaver, Priscila, 2023). A presença da fraqueza muscular adquirida em UTI pode impactar negativamente no desfecho desses pacientes, contribuindo para um maior tempo de permanência na ventilação mecânica e no tempo do desmame ventilatório, bem como para o aumento da permanência na UTI e do tempo total de internação hospitalar.

O diagnóstico clínico é obtido pela avaliação da força muscular nos seis principais grupos musculares usando o Medical Research Council Score (MRC-SS) em um ambiente clínico apropriado. Pacientes com uma pontuação total de <48 e <36 são diagnosticados com FAUTI e FAUTI grave, respectivamente. O MRC-SS classifica a força de 12 grupos musculares periféricos predefinidos (abdutores bilaterais do ombro, flexores do cotovelo, extensores do punho, flexores do quadril, extensores do joelho e dorsiflexores do pé). O dinamômetro portátil é considerado uma ferramenta eficaz e confiável para triagem de FAUTI; os valores limite para força de preensão são <11 kg para homens e <7 kg para mulheres. Como o dinamômetro exige que os pacientes estejam acordados e cooperativos, os métodos de diagnóstico acima são difíceis de implementar em situações de delírio, coma e sedação (Chen; Huang, 2024).

Técnicas de imagem também são frequentemente usadas como ferramentas de avaliação e geralmente não requerem cooperação do paciente. Como método de avaliação não invasivo, o ultrassom muscular tem se destacado como uma ferramenta essencial na unidade de terapia intensiva, permitindo a avaliação rápida da massa muscular e de suas alterações estruturais à beira do leito (Chen; Huang, 2024).

Portanto, o diagnóstico rápido da FAUTI é considerado um marco para a prevenção de comprometimentos funcionais. A reabilitação precoce na UTI parece ser uma alternativa viável para a prevenção e tratamento. Dentre os tratamentos disponíveis para a reabilitação precoce de pacientes na UTI, a estimulação elétrica neuromuscular (EENM) tem sido considerada um tratamento promissor (Silva et al., 2019).

2.2. Ventilação Mecânica e Imobilismo Prolongado

A ventilação mecânica (VM) é uma modalidade de suporte de vida avançado cujo objetivo é melhorar as trocas gasosas, reduzir o trabalho respiratório, aumentar os níveis de oxigenação, diminuir a hipercapnia e a acidose respiratória e permitir melhora da relação ventilação/perfusão (V/Q) pulmonar em pacientes com insuficiência respiratória aguda (Ghiggi, Karine Cristina; Almeida, Guilherme Brando; Audino, Lázaro Fagundes, 2020). É um recurso que permite a respiração artificial por meio de uma pressão positiva imposta nas vias aéreas do paciente. É frequentemente utilizada nas unidades de terapia intensiva (UTI), para tratamento de doenças agudas ou crônico-agudizadas (Araújo; Assis; Sciavicco, 2020). A utilização prolongada de ventilação mecânica, frequentemente associada à sedação e imobilismo, constitui fator determinante para o desenvolvimento da fraqueza muscular adquirida na UTI.

O imobilismo prolongado em pacientes críticos provoca declínio fisiológico sistêmico com perda muscular precoce e acelerada em todas as faixas etárias, especialmente idosos. Esse processo resulta em declínio de até 40% da força muscular na primeira semana de UTI, caracterizado por redução de fibras tipo II, perda de propriedades contráteis, aumento de citocinas pró inflamatórias (IL-6 e TNF- α , diminuição da secção transversal das fibras e hiperativação proteolítica (Martins et al., 2021; Wang et al., 2020).

Além disso, o imobilismo prolongado está associado a diversas complicações, incluindo atrofia muscular, contraturas articulares, pneumonias, trombose venosa profunda, constipação, lesões de nervos periféricos, úlceras por pressão, atelectasias e desmineralização óssea. Os grupos musculares mais acometidos durante o período de imobilização são aqueles responsáveis pela manutenção da postura, pelas transferências funcionais e pela deambulação,

o que contribui de forma significativa para o comprometimento funcional global do paciente (Araújo; Assis; Sciavicco, 2020).

Dessa forma, a ventilação mecânica e a imobilização prolongada contribuem de maneira significativa para o desenvolvimento da fraqueza muscular adquirida na unidade de terapia intensiva (FAUTI), configurando-se como elementos centrais para a compreensão dos desfechos hospitalares analisados neste estudo.

Nesse contexto, a eletroestimulação neuromuscular (EENM) surge como uma estratégia terapêutica capaz de promover a ativação muscular mesmo na ausência de contração voluntária efetiva, atenuando os efeitos do desuso, preservando a massa e a função muscular e favorecendo a recuperação funcional precoce em pacientes críticos.

2.3. Eletroestimulação

Entre as diferentes modalidades de tratamento da fraqueza muscular adquirida em UTI, a estimulação elétrica neuromuscular (EENM) é uma terapia viável para ativação neuromuscular em pacientes em situações de delírio, coma e sedação (Fischer et al., 2016).

A EENM é uma técnica que utiliza um dispositivo automatizado para ativar ramificações nervosas intramusculares, por meio de eletrodos de superfície aplicados à pele, produzindo contrações musculares visíveis (Xu et al., 2024). Foi reconhecida como uma terapia alternativa para promover a reabilitação precoce dos usuários do serviço de terapia intensiva e mostrou-se eficaz no tratamento dos músculos acometidos pela FAUTI, ao preservar a síntese proteica muscular e prevenir a atrofia durante períodos prolongados de imobilização (Maffiuletti et al., 2013).

Estudos recentes têm observado a preservação da massa muscular, melhora da força periférica global e redução do tempo de desmame com o uso de EENM em indivíduos criticamente enfermos (Urache, 2016). Com base nas contrações musculares causadas por um impulso elétrico, a EENM pode ser eficaz na redução da perda de massa muscular, o que também pode preservar ou aumentar a força muscular, prevenir a instalação de FAUTI e encurtar a duração do desmame (Campos et al., 2022).

Na revisão sistemática mais recente de (García-Pérez-de-Sevilla; Sánchez-Pinto Pinto, 2023), foi observado que a atividade física e a EENM previnem a perda excessiva de músculos em pacientes internados na UTI e aumentam a força muscular em pacientes que receberam alta com FAUTI.

No entanto, devido à heterogeneidade do grupo de pacientes criticamente doentes e também dos procedimentos da EENM implementados em UTI, a eficácia deste procedimento de reabilitação para prevenção da FAUTI ainda precisa ser claramente comprovada (Maffioletti et al., 2013).

3. OBJETIVOS E HIPÓTESES

O objetivo desta revisão sistemática com metanálise foi avaliar o impacto da estimulação elétrica neuromuscular (EENM) sobre desfechos hospitalares em pacientes críticos, especificamente a duração da ventilação mecânica, o tempo de internação em unidade de terapia intensiva (UTI) e a permanência hospitalar total, bem como caracterizar de forma detalhada os parâmetros dos protocolos de estimulação utilizados nos ensaios clínicos incluídos, considerando músculos-alvo, frequência, intensidade, largura de pulso e duração das sessões, a fim de contribuir para uma interpretação mais integrada entre as características da intervenção e seus potenciais efeitos clínicos.

A hipótese central é que a EENM esteja associada à redução da duração da ventilação mecânica e do tempo de internação em unidade de terapia intensiva em pacientes críticos, com possível impacto adicional na permanência hospitalar total. Adicionalmente, pressupõe-se que a variabilidade dos parâmetros de estimulação descritos nos ensaios clínicos contribua para a heterogeneidade dos resultados observados na literatura.

4. MÉTODOS

A revisão sistemática foi conduzida seguindo as diretrizes do (Page et al., 2021) PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). O protocolo desta revisão foi registrado no PROSPERO (International Prospective Register of Systematic Reviews) com número de registro: CRD42024509006.

4.1 Critérios de inclusão

Os critérios de inclusão foram definidos com base na estratégia PICO (do inglês *Participants, Interventions, Comparisons e Outcomes*), a partir da leitura e análise dos artigos quanto ao tipo de estudo, participantes, intervenção, comparação e desfechos apresentados. Assim, a seleção dos estudos considerou adultos em ventilação mecânica invasiva como participantes, a eletroestimulação para suporte neuromuscular avançado como intervenção, a ausência da intervenção ou os cuidados usuais como comparação e, como desfechos principais, a duração da ventilação mecânica, o tempo de permanência em unidade de terapia intensiva e o tempo total de internação hospitalar.

4.2 Tipos de estudos

Foram incluídos somente ensaios clínicos randomizados controlados ou ensaios randomizados com cross-over. Não houve restrição quanto ao idioma dos artigos. Resumos de anais de congressos e estudos de protocolos não foram incluídos.

4.3 Tipos de participantes

Quanto aos participantes, foram incluídos ensaios clínicos randomizados com pacientes adultos críticos (≥ 18 anos), internados em UTI sob ventilação mecânica invasiva, sem restrição quanto ao tempo de ventilação ou de permanência na UTI. Foram elegíveis estudos que reportaram pelo menos um dos seguintes desfechos: duração da ventilação mecânica (em dias), tempo de permanência na UTI e/ou duração total da internação hospitalar.

4.4 Tipos de intervenções

Foram incluídos ensaios clínicos que investigaram a aplicação da eletroestimulação neuromuscular, com descrição detalhada dos parâmetros utilizados, incluindo tipo de eletrodo, forma de corrente, músculos estimulados e duração da intervenção, entre outros.

4.5 Tipos de comparações

Os ensaios clínicos foram incluídos se comparassem a eletroestimulação neuromuscular aplicada em diferentes grupos musculares — como diafragma ou outros grupos musculares — versus fisioterapia convencional e/ou cuidados usuais (tais como trocas de decúbito).

4.6 Tipos de medidas de desfecho

Foram incluídos ensaios clínicos que reportaram, como desfechos primários, a duração da ventilação mecânica, o tempo de permanência em unidade de terapia intensiva e/ou o tempo total de internação hospitalar. Desfechos secundários abrangeram a caracterização dos protocolos de eletroestimulação neuromuscular aplicados em pacientes críticos, descritos pelos parâmetros de aplicação (músculos-alvo, frequência, largura de pulso, intensidade, duração das sessões e tempo total de intervenção), bem como desfechos relacionados à força e à massa musculares, entre outros. Esses desfechos secundários foram analisados, mas não constituíram critérios de elegibilidade para inclusão nesta revisão.

4.7 Estratégia de busca

O levantamento dos ensaios clínicos ocorreu em março de 2025 e foi realizado nas seguintes bases de dados: PubMed, Web of Science, LILACS, Cochrane e SCIELO (Scientific Electronic Library Online). As buscas foram realizadas por dois revisores independentes nas bases de dados citadas, sem restrições de idioma ou data de publicação. A estratégia de busca envolveu combinação de termos para captura dos temas principais conforme a organização taxonômica disponível na MeSH (Medical Subject Headings) que permite extrair nomenclatura baseada na indexação de artigos.

As adaptações, bem como a forma como cada base de dados interpretou a estratégia, encontram-se disponibilizadas no Apêndice 1. Foi aplicada, como estratégia de busca, uma combinação de operadores booleanos para integrar termos relacionados ao tipo de participantes, à intervenção e às medidas de desfecho.

Os títulos e resumos foram examinados independentemente por dois autores da revisão (HF, VG). Cada um compilou uma lista de estudos potencialmente elegíveis. Os artigos completos de ambas as listas foram recuperados e ambos os autores da revisão selecionaram independentemente os artigos com base nos textos completos. Quaisquer divergências foram resolvidas por meio de discussão e, quando necessário, um terceiro autor foi consultado para arbitrar a decisão. O uso do Rayyan permitiu padronizar a análise e aumentar a transparência no processo de revisão.

4.8 Avaliação de viés e avaliação da qualidade metodológica

A avaliação do risco de viés dos estudos incluídos foi conduzida por meio da ferramenta RoB 2, recomendada pela Cochrane para ensaios clínicos randomizados. Dos 22 artigos selecionados, 19 foram avaliados por essa ferramenta, correspondendo aos estudos incluídos na metanálise. A análise foi realizada por desfecho e contemplou cinco domínios: processo de randomização, desvios das intervenções pretendidas, dados de desfecho ausentes, mensuração do desfecho e seleção do resultado reportado. Cada domínio foi julgado a partir das perguntas de sinalização propostas pela ferramenta, resultando em uma classificação final do risco de viés em baixo risco, algumas preocupações ou alto risco.

A qualidade metodológica dos estudos incluídos foi verificada pela escala PEDro (Cashin; McAuley, 2020). Essa avaliação foi realizada de forma independente por dois avaliadores (HF e VG), e eventuais divergências foram solucionadas por consenso. Na ausência de acordo, um terceiro avaliador foi consultado para a tomada de decisão final.

4.9 Extração e análise de dados

A extração dos dados foi realizada por meio de um formulário exploratório desenvolvido no Microsoft Forms pela autora (HF), o qual foi preenchido por dois autores

(HF, VG), resultando na geração de uma planilha eletrônica em formato Excel. A partir desse instrumento, foram extraídas de cada estudo as seguintes informações: título do artigo, autores, ano de publicação e país de realização; características da amostra, incluindo o número total de participantes e a distribuição entre os grupos controle e intervenção; detalhes da intervenção com estimulação elétrica neuromuscular, contemplando os parâmetros do estímulo (frequência, largura de pulso, intensidade e tempo de aplicação), o local de aplicação e a frequência e/ou o número de sessões; características metodológicas dos estudos, como o tipo de delineamento, os grupos comparados, os procedimentos de randomização e cegamento, bem como a escala de qualidade metodológica utilizada (por exemplo, a Escala PEDro); além dos principais desfechos clínicos avaliados, incluindo o tempo de ventilação mecânica invasiva e o tempo de permanência em unidade de terapia intensiva e de hospitalização. As médias e os respectivos desvios-padrão dos desfechos foram extraídos independentemente por dois autores (HF, VG). As análises foram realizadas utilizando o software Review Manager (RevMan). Quando os estudos reportavam os resultados como mediana e intervalo interquartil, esses valores foram convertidos em média e desvio-padrão com o auxílio da ferramenta online Meta-Analysis Accelerator (MA Accelerator, disponível em <https://ma-accelerator.com>). Os desfechos, duração da ventilação mecânica, tempo de permanência na UTI e tempo de internação hospitalar foram incluídos na metanálise e analisados por meio da diferença média (MD), com intervalos de confiança de 95%. O uso do Meta-Analysis Accelerator para conversão e padronização de dados estatísticos em revisões sistemáticas com metanálise foi previamente descrito e validado na literatura (Abbas; Hefnawy; Negida, 2024).

5. RESULTADOS

Foram identificados 481 estudos: 147 na PubMed, 124 na Web of Science, 88 na LILACS e 122 na Cochrane. Os registros foram exportados e organizados na plataforma Rayyan (Qatar Computing Research Institute) para triagem e remoção de duplicatas. Após a exclusão de 184 registros duplicados, permaneceram 297 artigos para análise.

A triagem foi realizada em três etapas sequenciais: leitura de título (exclusão de 134 estudos), resumo (exclusão de 77) e texto completo (exclusão de 64). Desses 64 artigos avaliados pelo texto completo, 11 foram excluídos devido a critérios metodológicos

inadequados — como estudos envolvendo intervenção em apenas um hemicorpo com o outro como controle, delineamentos experimentais inadequados, revisões prévias, uso de protocolos, ausência de grupo controle ou emprego de métodos invasivos. Outros 7 artigos foram excluídos por não apresentarem informações essenciais sobre os desfechos de interesse, incluindo ausência ou inconsistência nos dados referentes ao tempo ou dias de ventilação mecânica, internação ou relatos incompletos de desfecho fundamental para a análise. Por fim, 46 artigos foram excluídos por se tratarem de documentos incompletos ou não científicos — como conferências, pôsteres, protocolos ou textos sem a íntegra necessária. Observa-se, dessa forma, que a maior proporção das exclusões ocorreu pela indisponibilidade de texto completo ou inadequação formal, superando significativamente os outros motivos.

Ao final, 22 artigos preencheram os critérios de elegibilidade e foram incluídos na síntese qualitativa como demonstrado na Figura 1.

PRISMA 2020 Fluxograma

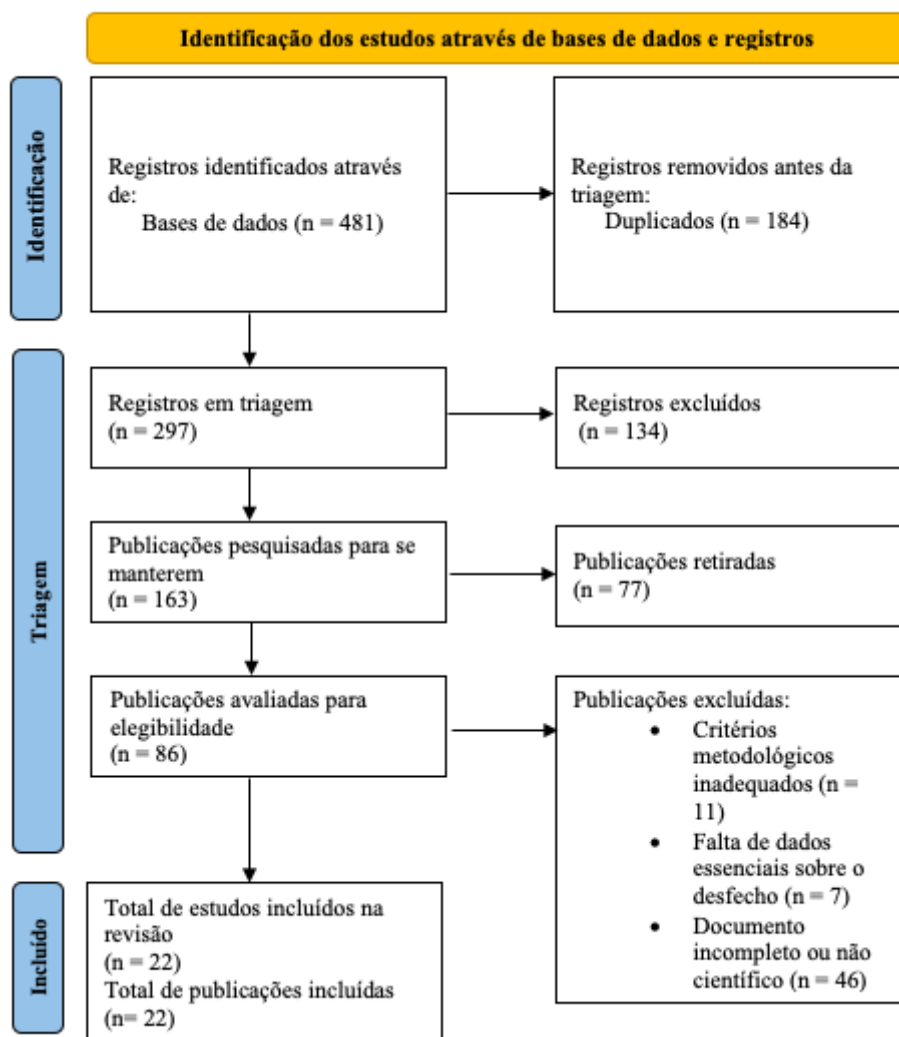


Figura 1: Fluxograma PRISMA

Vinte e dois ensaios clínicos randomizados compararam a eletroestimulação neuromuscular à fisioterapia convencional (ver Tabela 1).

ESTUDO	ANO	PAÍS	GRUPOS	PARTICIPANTES (C/I)	PARÂMETROS	REGIÃO APLICADA	ELETRODO	TIPO DE CORRENTE	PROTOCOLO	REDUZ TEMPO VMI	REDUZ TEMPO UTI	REDUZ TEMPO HOSPITAL
BAO, Qiang et al.	2022	China	Controle: fisioterapia convencional Intervenção: NMES por 30 min 2x/dia + fisioterapia convencional	27 / 24	F: 40hz LP: NR I: NR	Esternocleidomastoideo Segundo espaço intercostal da linha médio-clavicular	NR	NR	Primeiras 72h UTI + 5x/semana (até desmame/óbito/transfusão/28 dias)	Sim	Sim	NR
BARON, Miriam Viviane et al.	2022	Brasil	Controle: cuidados convencionais de prevenção de lesão por pressão Intervenção: NMES por 60 min 1x/dia + cuidados convencionais de prevenção de lesão por pressão	73 / 76	F: 100hz LP: 500us I: contração máxima	Glúteo máximo	Autoadesivos 9x5	Bifásica simétrica retangular	<48h UTI + 6x/semana (até alta/óbito/lesão pressão)	Não	Sim	NR
BERNEY S et al.	2021	Austrália	Controle: fisioterapia convencional por 15 min 1x/dia Intervenção: NMES por 60 min 1x/dia + fisioterapia convencional por 15 min 1x/dia	82 / 80	F: 43,5-50hz LP: 250-300us I: 20-30ma	Reto femoral Isquiotibiais Glúteos Gastrocnêmio	NR	Bifásica simétrica retangular	VM ≥48h e UTI >4 dias + 5x/semana (alta UTI/28 dias; mín. 20 sessões)	Não	Não	Sim
CAMPOS, Débora R. et al.	2022	Brasil	Controle: fisioterapia convencional 20 a 60min 1x/dia Intervenção: NMES por 60 min 1x/dia + fisioterapia convencional 20 a 60min 1x/dia	40 / 34	F: 80hz LP: 400us I: contração visível ou por palpação	Quadríceps Tibial anterior	Silicone-carbono	Bifásica simétrica retangular	Primeiras 48h UTI + 5x/semana até alta UTI	Sim	Sim	Sim

Tabela 1/5: Características dos 22 ensaios que forneceram dados utilizáveis.

ESTUDO	ANO	PAÍS	GRUPOS	PARTICIPANTES (CI)	PARÂMETROS	REGIÃO APLICADA	ELETRODO	TIPO DE CORRENTE	PROTOCOLO	REDUZ TEMPO VMI	REDUZ TEMPO UTI	REDUZ TEMPO HOSPITAL
CHEN, Yen-Huey et al.	2019	China	Controle: NMES simulada Intervenção: NMES por 30 min 2x/dia	17 / 16	F: 50hz LP: 400us I: contração visível	Reto femoral Vasto lateral	NR	Bifásica simétrica retangular	>21 dias UTI + 5x/semana até 2 semanas	Não	Não	NR
DALL'ACQUA, Ana Maria et al.	2017	Brasil	Controle: NMES simulada + fisioterapia convencional 2x/dia Intervenção: NMES por 30 min 1x/dia + fisioterapia convencional 2x/dia	14 / 11	F: 50hz LP: 300us I: contração visível ou por palpação	Reto abdominal Peitoral maior	Silicone-carbono	NR	Primeiras 48h UTI + dia 7 (extubação/óbito)	Sim	Sim	NR
DOS SANTOS, Francisco Valdez et al.	2020	Brasil	Controle: fisioterapia convencional Intervenção: NMES por 55 min 2x/dia NMES+EX: exercício ativo de membros inferiores durante as fases on da corrente EX: progressão de exercícios (passivo, ativo e resistido)	15 / 11 / 12 / 13	F: 45hz LP: 400us I: contração visível ou por palpação	Reto femoral Vasto lateral Vasto medial	Autoadesivos 5x5	Bifásica simétrica retangular	Primeiras 72h UTI + 7 dias	Sim	Sim	NR
FISCHER, Arabella et al.	2016	Áustria	Controle: NMES simulada Intervenção: NMES por 30 min 2x/dia + fisioterapia convencional	27 / 27	F: 66hz LP: 400us I: abaixo do limiar de dor	Quadríceps	NR	Bifásica simétrica retangular	A partir do 1º PO + 7x/semana na UTI (máx. 14 dias)	Não	Sim	Não

Tabela 2/5: Continuação das características dos 22 ensaios que forneceram dados utilizáveis.

ESTUDO	ANO	PAÍS	GRUPOS	PARTICIPANTES (C/I)	PARÂMETROS	REGIÃO APLICADA	ELETRODO	TIPO DE CORRENTE	PROTOCOLO	REDUZ TEMPO VMI	REDUZ TEMPO UTI	REDUZ TEMPO HOSPITAL
FOSSAT, Guillaume et al.	2018	França	Controle: fisioterapia convencional 1x/dia Intervenção: NMES por 50 min 1x/dia + fisioterapia convencional 1x/dia	154 / 158	F: 30-75hz LP: NR I: contração visível	Quadriceps	Autoadesivos 9x5	Programa do aparelho	Primeiras 72h UTI + até alta UTI/óbito/extubação (máx. 6 semanas)	Não	NR	NR
FRANÇA, E. E. T. et al.	2020	Brasil	Controle: fisioterapia convencional Intervenção: FES: NMES por 20 min 1x/dia FES+PCE PCE: cicloergômetro por 20min	10 / 9 / 7 / 9	F: 50hz LP: 500us I: contração visível ou por palpação	Reto femoral Vasto lateral	Silicone-carbono	Bifásica simétrica retangular	Primeiras 24h UTI + sessão única	Não	Não	NR
GEROVASIL, Vasiliki et al.	2009	Grécia	Controle: NR Intervenção: NMES por 55 min 1x/dia	13 / 13	F: 45hz LP: 400us I: contração visível	Quadriceps Fibular longo	5x5	Bifásica simétrica retangular	Primeiras 24h UTI + dias 2-9 pós-admissão	Não	NR	NR
KOUTSIOMPA, Evangelia et al.	2018	Grécia	Controle: fisioterapia convencional por 45 min 1x/dia Intervenção: NMES por 60 min 1x/dia + fisioterapia convencional	42 / 38	F: 50hz LP: 500us I: contração visível e por palpação	Quadriceps	9x5	Bifásica simétrica retangular	>96h UTI + dias 4-14 (10 dias)	Não	Não	Não
MAHRAN, Ghada SK et al.	2023	Egito	Controle: NMES simulada + fisioterapia convencional 1x/dia Intervenção: NMES por 40 min 1x/dia + fisioterapia convencional	58 / 60	F: 30hz LP: NR I: contração visível	Diafragma Reto abdominal	NR	Aussie	Primeiras 48h UTI + 6 dias	Sim	Sim	NR

Tabela 3/5: Continuação das características dos 22 ensaios que forneceram dados utilizáveis.

ESTUDO	ANO	PAÍS	GRUPOS	PARTICIPANTES (C/I)	PARÂMETROS	REGIÃO APLICADA	ELETRODO	TIPO DE CORRENTE	PROTOCOLO	REDUZ TEMPO VMI	REDUZ TEMPO UTI	REDUZ TEMPO HOSPITAL
NAKAMURA, Kensuke et al.	2019	Japão	Controle: fisioterapia convencional por 20 min 3x/dia Intervenção: NMES por 20 min 1x/dia + fisioterapia convencional	16 / 21	F: 20hz LP: 250us I: contração visível	Ao redor da cintura, acima dos joelhos e acima dos tornozelos em ambos os lados, por meio de cintos, em todo o abdômen e em ambas as extremidades inferiores	Cinto	NR	A partir de 48h UTI + 6 dias	Não	Sim	Sim
NAKANISHI, Nobuto et al.	2020	Japão	Controle: fisioterapia convencional Intervenção: NMES por 30 min 1x/dia + fisioterapia convencional	19 / 17	F: 30hz (*início) LP: 650us I: 30ma em biceps e 41ma em reto femoral	Biceps braquial Reto femoral	Cinto	Bifásica assimétrica	A partir de 48h UTI + 6 dias	Sim	Sim	Sim
OLÍMPIO JÚNIOR, Hebert et al.	2024	Brasil	Controle: avaliação cardiorrespiratória diária + desmame convencional e TRE Intervenção: NMES por 30 min 2x/dia + desmame e TRE	21 / 23	F: 30hz LP: 400us I: NR	Região paraxifóide Linha média axilar sobre o sétimo espaço intercostal	Silicone-carbono	Bifásica simétrica retangular	24h pós-intubação + até extubação	Sim	NR	NR
OTHMAN, Sahar Younes et al.	2024	Egito	Controle: mudança de decúbito Intervenção: NMES: por 60 min 1x/dia NMES+ROM ROM: exercícios de amplitude de movimento 30 a 60min 2x/dia	30 / 30 / 30 / 30	F: 50hz LP: 400us I: contração visível e por palpação	Reto femoral Vasto medial Vasto lateral	Silicone-carbono	Bifásica assimétrica	VM ≥48h e UTI >4 dias + 6 dias	Sim	Sim	NR

Tabela 4/5: Continuação das características dos 22 ensaios que forneceram dados utilizáveis.

ESTUDO	ANO	PAÍS	GRUPOS	PARTICIPANTES (C/I)	PARÂMETROS	REGIÃO APLICADA	ELETRODO	TIPO DE CORRENTE	PROTOCOLO	REDUZ TEMPO VMI	REDUZ TEMPO UTI	REDUZ TEMPO HOSPITAL
PATSAKI, Irini et al.	2017	Grécia	Controle: NMES simulada por 55 min 1x/dia + fisioterapia convencional 1x/dia Intervenção: NMES por 55 min 1x/dia + fisioterapia convencional 1x/dia	65 / 63	F: 45hz LP: 400us I: contração visível e por palpação	Reto femoral Fibular longo	NR	Bifásica simétrica retangular	VM $\geq$ 72h + 7x/semana até alta hospitalar	Não	Sim	Não
ROUTSI, Christina et al.	2010	Grécia	Controle: NR Intervenção: NMES por 55 min 1x/dia	72 / 68	F: 45hz LP: 400us I: contração visível	Vasto lateral Vasto medial Fibular longo	Autoadesivos 9x5	Bifásica simétrica retangular	A partir de 48h em UTI até alta UTI	Sim	Sim	NR
			Controle: fisioterapia convencional por 10 a 30 min 2x/dia Intervenção: NMES por 25 min 1x/dia + fisioterapia convencional por 10 a 30 min 2x/dia		F: 100hz LP: 400us I: contração máxima							
SILVA, Paulo Eugênio et al.	2019	Brasil		30 / 30		Quadriceps Isquiotibiais Tibial anterior Gastrocnêmio	Autoadesivos 5x5	Bifásica simétrica retangular	VM $\leq$ 24h + 14 dias	Sim	Não	Sim
VIEIRA, Luciana et al.	2023	Brasil	Controle: fisioterapia convencional 2x/dia Intervenção: NMES por 55 min 1x/dia + fisioterapia convencional 2x/dia	20 / 20	F: 50hz LP: 400us I: contração máxima	Reto femoral	Autoadesivos 9x5	Bifásica simétrica retangular	VM $\leq$ 24h + 5 dias	Não	Não	Sim
WALDAUF, Petr et al.	2021	Republica Tcheca	Controle: fisioterapia convencional 2x/dia Intervenção: NMES por 10 min 2x/dia + fisioterapia convencional 2x/dia	75 / 75	F: 40hz LP: 250us I: 0-60ma	Quadriceps	Autoadesivos	Monofásica alternada	VM $<$ 72h + até alta UTI ou 28 dias	Não	Sim	Não

Tabela 5/5: Continuação das características dos 22 ensaios que forneceram dados utilizáveis.

Foram incluídos estudos publicados entre 2009 e 2024, todos ensaios clínicos randomizados, conduzidos em diferentes países, com destaque para o Brasil, que concentrou a maioria das publicações incluídas. Os estudos avaliaram os efeitos da estimulação elétrica neuromuscular (EENM) em pacientes hospitalizados, com início da intervenção em unidades de terapia intensiva. A maioria dos estudos comparou a aplicação da EENM associada à fisioterapia convencional — descrita, nos estudos, como posicionamento no leito, mobilização precoce, cinesioterapia passiva e cinesioterapia resistida — com fisioterapia isolada ou EENM simulada. O cegamento, quando descrito, foi predominantemente parcial, característica inerente às intervenções fisioterapêuticas.

Os protocolos de EENM apresentaram frequências variando entre 30 e 80 Hz, larguras de pulso entre 250 e 500 μ s e intensidades ajustadas para obtenção de contração muscular visível ou máxima tolerada. A intervenção foi aplicada predominantemente em músculos de membros inferiores, destacando o quadríceps e reto femoral. Um número menor de estudos avaliou a aplicação da EENM em músculos respiratórios e abdominais.

Em relação aos desfechos clínicos, a maioria dos estudos relatou redução do tempo de ventilação mecânica nos grupos submetidos à EENM, especialmente quando a intervenção foi associada à fisioterapia convencional. Observou-se, ainda, redução do tempo de permanência em unidade de terapia intensiva em parte significativa dos estudos. Por outro lado, os efeitos da EENM sobre o tempo total de hospitalização mostraram-se menos consistentes, sendo esse desfecho avaliado em menor número de estudos e com resultados heterogêneos.

Dezessete ensaios clínicos randomizados compararam a eletroestimulação neuromuscular à fisioterapia convencional quanto à duração da ventilação mecânica invasiva (ver figura 2). Dezessete ensaios clínicos randomizados compararam a eletroestimulação neuromuscular à fisioterapia convencional quanto à duração da internação em UTI (ver figura 3). E oito ensaios clínicos randomizados compararam a eletroestimulação neuromuscular à fisioterapia convencional quanto à duração da hospitalização (ver figura 4).

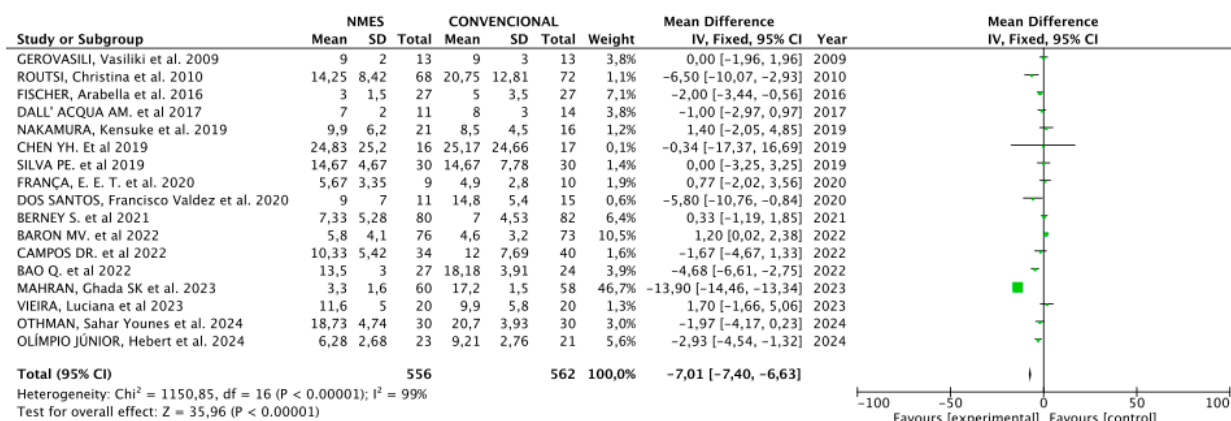


Figura 2: Forest plot dos ensaios que compararam a eletroestimulação elétrica neuromuscular com a fisioterapia convencional quanto à duração da ventilação mecânica invasiva.

Os resultados apresentam a análise de diferença de médias (MD) para o desfecho TEMPO-VM (dias em ventilação mecânica), comparando eletroestimulação neuromuscular (NMES) versus tratamento convencional em pacientes críticos. O efeito global é altamente significativo a favor do NMES, com MD de -7,01 dias (IC95%: -7,40 a -6,63), Z=35,96 (p<0,00001), indicando redução substancial no tempo de ventilação mecânica. No entanto, interpreta-se com extrema cautela devido à heterogeneidade muito alta (I²=99%), possivelmente por diferenças em protocolos de NMES, populações ou manejo ventilatório.

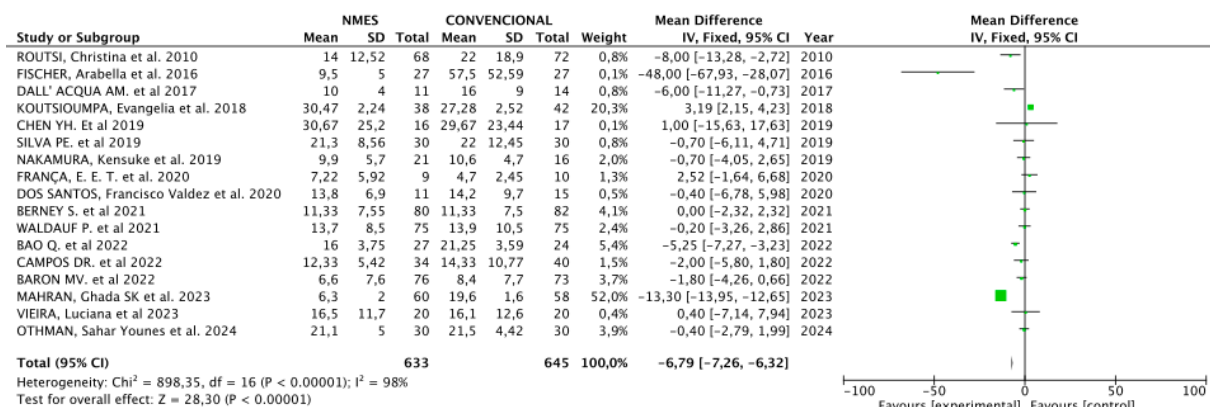


Figura 3: Forest plot dos ensaios que compararam a eletroestimulação elétrica neuromuscular com a fisioterapia convencional quanto à duração da internação em UTI.

A figura 3 apresenta uma análise comparando o efeito da eletroestimulação neuromuscular (EENM) versus o tratamento convencional na duração da internação em UTI. O resultado aponta uma redução significativa no tempo de internação em UTI em comparação à fisioterapia convencional, com uma diferença média global de 6,79 dias a menos com intervalo de confiança de 95% entre -7,26 e -6,32, favorecendo o grupo experimental

(EENM). Entretanto, a presença de uma heterogeneidade estatística extrema ($I^2 = 98\%$) indica que o impacto da intervenção varia drasticamente entre as populações estudadas, indo de reduções acentuadas (15) até casos de discreto aumento no tempo de permanência (23). Portanto, embora o balanço final indique benefício para a EENM, a variabilidade clínica e metodológica exige cautela na generalização desses achados.

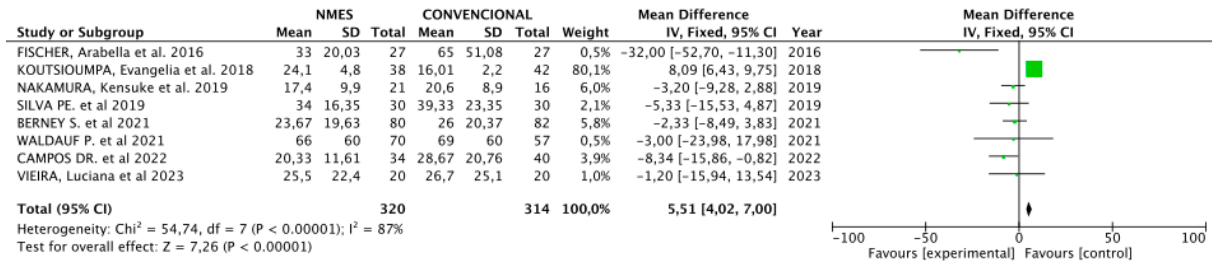


Figura 4: Forest plot dos ensaios que compararam a eletroestimulação elétrica neuromuscular com a fisioterapia convencional quanto à duração da internação hospitalar.

Diferente da figura anterior, o resultado global para o ambiente hospitalar total apresenta uma inversão no favorecimento. A figura 4 mostra que a diferença média foi de 5,51 dias (MD 5,51; IC 95% 4,02 a 7,00). O resultado favorece o grupo controle (fisioterapia convencional), indicando que, nesta amostra específica, o grupo EENM permaneceu, em média, mais tempo no hospital. Portanto, o índice de 87% indica uma alta inconsistência entre os resultados dos estudos.

Dos 22 artigos selecionados, 19 foram incluídos na metanálise e submetidos à avaliação do risco de viés por meio da ferramenta RoB 2 (tabela 6), considerando os desfechos de redução do tempo de ventilação mecânica, tempo de internação em UTI e tempo de internação hospitalar. Observou-se predominância de estudos classificados com baixo risco de viés em alguns domínios, especialmente no processo de randomização e nos desvios das intervenções pretendidas. Entretanto, parte dos estudos apresentou algumas preocupações ou alto risco de viés, sobretudo nos domínios relacionados à ausência de dados do desfecho, à mensuração do desfecho e à seleção do resultado reportado.

Tabela 6: Avaliação do risco de viés - RoB 2

ESTUDOS	D1	D2	D3	D4	D5	GERAL	
Bao et al., 2022	!	+	+	+	!	!	+
Baron et al., 2022	+	+	+	+	+	+	!
Berney et al., 2021	+	+	+	-	+	-	+
Campos et al., 2022	!	!	+	+	!	!	!
Chen et al., 2019	+	+	+	+	+	+	+
Acqua et al., 2017	+	+	+	+	+	+	+
Dos Santos et al., 2017	!	+	+	+	+	!	+
Fischer et al., 2016	+	+	+	+	+	+	+
França et al., 2020	-	+	+	+	+	-	+
Gerovasili et al., 2009	!	!	+	+	!	!	!
Koutsoumpa et al., 2018	!	+	+	+	-	-	!
Mahrn et al., 2023	+	+	+	+	!	!	!
Nakamura et al., 2019	+	+	!	+	+	!	!
Olimpio et al., 2024	!	+	+	+	+	!	!
Othman et al., 2024	+	+	+	+	+	+	+
Routsi et al., 2010	!	+	-	+	!	-	!
Silva et al., 2019	+	+	+	+	+	+	+
Vieira et al., 2023	+	+	+	!	+	!	!
Waldauf et al., 2021	!	+	+	+	+	!	!

 Baixo risco
 Algumas preocupações
 Alto risco

D1 Processo de randomização
D2 Desvio das intervenções pretendidas
D3 Ausência de dados do desfecho
D4 Mensuração do desfecho
D5 Seleção do resultado relatado

A análise da qualidade metodológica (tabela 7) dos estudos incluídos, realizada por meio da escala PEDro, revelou uma pontuação variando entre 4 e 9 pontos. O estudo desenvolvido por (Fischer et al., 2016) apresentou o maior rigor metodológico, atingindo 9 pontos, enquanto os estudos de (Campos et al., 2022), (Koutsoumpa et al., 2018) e (Routsi et al., 2010) obtiveram a pontuação mais baixa (4 pontos). De maneira geral, a maior parte da evidência selecionada apresenta qualidade considerada de moderada a alta (pontuação ≥ 5). Nota-se, contudo, que a principal limitação observada nos estudos com menores notas reside na ausência de cegamento de sujeitos e terapeutas (itens 5 e 6), além de falhas na alocação secreta (item 3) em diversos casos, o que é um desafio comum em ensaios clínicos envolvendo intervenções físicas como a eletroestimulação.

Tabela 7: Análise metodológica - Escala PEDro

ESTUDOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOTAL
(Bao et al., 2022)	✓	✓	✓	×	✓	×	✓	✓	✓	✓	✓	8
(Baron et al., 2022)	✓	✓	✓	×	×	×	✓	✓	✓	×	✓	7
(Berney et al., 2021)	✓	✓	✓	×	×	×	✓	×	✓	✓	✓	6
(Campos et al., 2022)	✓	✓	×	✓	×	×	×	×	×	✓	✓	4
(Chen et al., 2019)	✓	✓	✓	✓	×	×	✓	✓	×	✓	✓	7
(Acqua et al., 2017)	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	×	×	✓	✓	7
(Dos Santos et al., 2020)	✓	✓	×	✓	✓	×	✓	×	✓	✓	×	6
(Fischer et al., 2016)	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓	✓	✓	9
(Fossat et al., 2018)	✓	✓	✓	✓	×	×	✓	×	✓	✓	✓	7
(França et al., 2020)	✓	✓	✓	×	×	×	×	×	✓	✓	✓	5
(Gerovasili et al., 2009)	✓	✓	×	✓	×	×	✓	×	×	✓	✓	5
(Koutsoumpa et al., 2018)	✓	✓	×	✓	×	×	×	×	×	✓	✓	4
(Mahran et al., 2023)	✓	✓	✓	✓	×	×	×	×	×	✓	✓	5
(Nakamura et al., 2019)	✓	✓	×	✓	×	×	✓	×	×	✓	✓	5
(Nakanishi et al., 2020)	✓	✓	✓	×	×	×	✓	✓	×	✓	✓	6
(Olímpio Júnior et al., 2024)	✓	✓	×	×	×	×	×	✓	✓	✓	✓	5
(Othman et al., 2024)	✓	✓	✓	✓	×	×	✓	✓	×	✓	✓	7
(Patsaki et al., 2017)	✓	×	×	✓	✓	×	✓	✓	✓	✓	✓	7
(Routsi et al., 2010)	✓	✓	×	×	×	×	×	×	✓	✓	✓	4
(Silva et al., 2019)	✓	✓	✓	✓	×	×	✓	✓	✓	✓	✓	8
(Vieira et al., 2023)	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓	×	✓	✓	✓	8
(Waldauf et al., 2021)	✓	✓	✓	×	×	×	✓	×	✓	✓	✓	6

Ao correlacionar a qualidade metodológica com os resultados, observa-se que a elevada heterogeneidade pode estar associada ao peso desproporcional de estudos com menor rigor científico. No desfecho de tempo de internação hospitalar, (Koutsoumpa et al., 2018), que possui uma das menores pontuações na escala PEDro (4 pontos), detém 80,1% do peso total e é o único a favorecer significativamente o grupo controle, determinando a direção do resultado global. Em contraste, o estudo de (Fischer et al., 2016), que apresenta a maior

qualidade metodológica da amostra (9 pontos), demonstra um benefício clínico muito superior para a EENM (redução de 32 dias no hospital e 48 dias na UTI), porém possui um peso estatístico mínimo (0,5% e 0,1%, respectivamente). No gráfico da UTI, o resultado é dominado por (Mahran et al., 2023), que possui qualidade moderada (5 pontos) e contribui com 52% do peso, favorecendo fortemente a intervenção. Esta discrepância sugere que os estudos de maior qualidade metodológica ($PEDro \geq 8$), como os de (Silva et al., 2019) e (Vieira et al., 2023), tendem a apresentar resultados mais conservadores ou favoráveis à EENM, mas o seu impacto na média final é ofuscado por estudos de maior amostragem e menor rigor, o que reforça a necessidade de interpretar o benefício da EENM com cautela.

6. DISCUSSÃO

Em comparação com revisões anteriores, esta metanálise se diferencia pelo maior detalhamento metodológico e pelo foco em desfechos clínicos mais relevantes para a prática, tornando os resultados potencialmente mais aplicáveis ao contexto assistencial. (Trethewey et al., 2019) analisaram intervenções para preservação muscular, sem padronização dos protocolos de EENM e com elevada heterogeneidade, dificultando a interpretação de efeitos clínicos. (Li et al., 2024) demonstraram benefício da estimulação elétrica na força muscular, mas os impactos sobre ventilação mecânica e internação hospitalar foram inconsistentes, sem análise sistemática dos parâmetros técnicos. (Mart et al., 2026) incluíram EENM, ciclismo e reabilitação física, porém os efeitos clínicos significativos se limitaram a subgrupos, e os desfechos funcionais a longo prazo permanecem inconclusivos. (Waldauf et al., 2020) mostraram redução do tempo de ventilação e de permanência em UTI com reabilitação física, mas não observaram impacto consistente na internação hospitalar total, e os protocolos de EENM não foram detalhados.

Os parâmetros de EENM empregados nos estudos incluídos mostraram relativa homogeneidade e permaneceram em faixas frequentemente associadas à obtenção de resposta neuromuscular adequada. As frequências variaram entre 30 e 80 Hz, intervalo compatível com a produção de contração tetânica sustentada e com maior recrutamento de unidades motoras, enquanto frequências inferiores tendem a gerar respostas menos eficientes e valores excessivamente elevados podem favorecer o aparecimento precoce de fadiga muscular. As larguras de pulso oscilaram entre 250 e 500 microssegundos, faixa considerada compatível com a ativação muscular, embora a magnitude da resposta possa variar de acordo com a

excitabilidade neuromuscular individual (Gerovasili et al., 2009; Gregory; Bickel, 2005; Maffiuletti et al., 2013; Routsis et al., 2010).

Diante disso, os achados reforçam a necessidade de individualização da eletroestimulação neuromuscular em pacientes críticos, uma vez que a padronização dos parâmetros pode não contemplar adequadamente as particularidades fisiológicas dessa população. Nesse cenário, o teste de eletrodiagnóstico de estímulo (TEDE) se destaca como um recurso potencialmente útil para orientar a prescrição, ao permitir a identificação dos limiares de excitabilidade motora por meio da reobase e da cronaxia (Silva et al., 2017). Dessa forma, sua aplicação pode contribuir para uma estimulação mais ajustada às necessidades individuais, com possível impacto na efetividade terapêutica.

Os achados da metanálise indicam que a EENM, quando associada à fisioterapia convencional, promove redução significativa no tempo de ventilação mecânica (MD = -7,01 dias; IC 95%: -7,40 a -6,63) e na permanência em UTI (MD = -6,79 dias; IC 95%: -7,26 a -6,32), embora com elevada heterogeneidade entre os estudos ($I^2 = 98\%$). Em contraste, o efeito sobre o tempo total de internação hospitalar foi inconsistente, favorecendo o grupo controle (MD = 5,51 dias; IC 95%: 4,02 a 7,00; $I^2 = 87\%$). A heterogeneidade elevada observada pode refletir diferenças nos parâmetros de estimulação, no momento de início da intervenção, nos grupos musculares estimulados e nas características clínicas das populações incluídas, reforçando a necessidade de padronização metodológica para melhor estimativa do efeito.

Esses achados reforçam a relevância clínica da musculatura periférica, com destaque para o quadríceps. Considerando os 22 ensaios clínicos incluídos nesta revisão, 16 aplicaram a estimulação elétrica neuromuscular sobre o quadríceps femoral, de forma isolada ou associada a outros grupos musculares, correspondendo a aproximadamente 72,7% da amostra total. O quadríceps é um dos grupos musculares mais acometidos em doenças críticas, podendo apresentar redução de 20% a 30% de seu tamanho já nos primeiros 10 dias de internação, essa perda muscular precoce é provavelmente impulsionada pelo aumento da proteólise, com ou sem redução concomitante da síntese proteica, promovendo desequilíbrio da homeostase muscular em direção ao catabolismo (Mart et al., 2026). Por se tratar de um músculo antigravitacional essencial para o ortostatismo, a deambulação e as transferências, sua inatividade prolongada no leito resulta em rápida atrofia e perda de força. Esse conjunto de fatores reforça o quadríceps como alvo prioritário das intervenções terapêuticas, tanto por

seu papel central na função motora global e na recuperação funcional quanto por sua maior acessibilidade para posicionamento de eletrodos e monitorização da resposta contrátil.

Nesse contexto, o uso da eletroestimulação neuromuscular direcionada ao quadríceps pode atenuar a atrofia muscular e contribuir para melhora da capacidade funcional global, o que ajuda a explicar a redução significativa do tempo de ventilação mecânica e da permanência em UTI observada nesta metanálise. O estudo de (Gerovasili et al., 2009) mostrou uma redução na perda de massa muscular após oito dias de EENM no quadríceps e na fíbula longo, demonstrando que a EENM auxilia na manutenção ou ganho de força muscular.

Na interpretação dos desfechos relacionados ao tempo de permanência em unidade de terapia intensiva, é fundamental considerar a influência de fatores assistenciais e organizacionais, como a indisponibilidade de leitos em unidades de internação. Essa limitação pode retardar a alta de pacientes clinicamente aptos a deixar a UTI, prolongando sua permanência por motivos não relacionados à gravidade clínica. Consequentemente, o tempo de UTI pode ser superestimado, além de aumentar a exposição a riscos adicionais, como infecções relacionadas à assistência à saúde, o que deve ser levado em conta na análise crítica dos resultados.

No estudo de (Bagshaw et al., 2020), o atraso na alta da unidade de terapia intensiva apresentou associações inconsistentes com o risco de eventos adversos ao paciente, como distúrbios do sono, delírio e infecções relacionadas à assistência à saúde, bem como com desfechos clínicos, incluindo mortalidade. Entretanto, o atraso na alta esteve consistentemente associado a maior utilização de recursos, refletida por internações hospitalares prolongadas e aumento dos custos assistenciais.

Apesar dos efeitos favoráveis observados sobre ventilação mecânica e permanência em UTI, o impacto sobre o tempo total de hospitalização mostrou-se menos consistente. Esse achado pode ser explicado pelo fato de a enfermaria constituir um ambiente assistencial menos controlado e menos monitorado quando comparado à UTI. As enfermarias hospitalares apresentam limitações próprias, como maior variabilidade na intensidade da assistência e menor padronização das intervenções, o que pode dificultar a mensuração precisa desse

desfecho. Corroborando essa interpretação, o estudo de (Leenen; Mondria, 2024) evidenciou baixa adesão a protocolos de segurança em enfermarias de hospitais gerais.

Em síntese, esta metanálise demonstra que a estimulação elétrica neuromuscular, quando aplicada como adjuvante à fisioterapia convencional em pacientes críticos, está associada à redução do tempo de ventilação mecânica e da permanência em unidade de terapia intensiva, embora com elevada heterogeneidade entre os estudos incluídos. A ausência de efeito consistente sobre o tempo total de hospitalização reforça a influência de fatores assistenciais e organizacionais que extrapolam o impacto direto da intervenção muscular. A sistematização dos parâmetros técnicos dos protocolos utilizados contribui para maior transparência metodológica e favorece a reprodutibilidade clínica, aproximando os achados da prática em terapia intensiva. No entanto, a variabilidade dos desenhos dos ensaios e das estratégias de aplicação da EENM indica a necessidade de estudos futuros com maior padronização e delineamento robusto, a fim de consolidar a magnitude de seus efeitos e esclarecer seu impacto em desfechos hospitalares mais amplos.

7. CONCLUSÃO

Esta revisão sistemática demonstra que a estimulação elétrica neuromuscular, quando combinada com fisioterapia convencional, está associada a reduções significativas na duração da ventilação mecânica e no tempo de internação em unidade de terapia intensiva em pacientes críticos. No entanto, seu efeito sobre o tempo total de internação hospitalar permanece inconsistente. A priorização frequente do quadríceps nos ensaios clínicos destaca sua relevância clínica como um marcador sensível de fraqueza muscular e desfechos funcionais. Dada a substancial heterogeneidade observada e a variabilidade nos protocolos de estimulação, estudos futuros devem padronizar os parâmetros e avaliar os desfechos funcionais a longo prazo para fortalecer a base de evidências atual.

8. IMPACTOS PRÁTICOS DOS ACHADOS PARA A SOCIEDADE

A eletroestimulação neuromuscular (EENM), ao reduzir significativamente o tempo de ventilação mecânica e permanência em UTI, promove recuperação funcional mais rápida dos pacientes críticos, diminuindo dependência de longo prazo e custos com cuidadores, especialmente em idosos.

Essa redução de dias em leitos críticos otimiza recursos hospitalares, liberando vagas para novos pacientes graves e aliviando a sobrecarga do SUS em períodos de alta demanda. Economicamente, a menor ocupação de UTI e ventiladores representa economia direta em insumos de alta complexidade.

A homogeneidade protocolar da EENM (quadríceps, 30-50 Hz) facilita sua incorporação em protocolos nacionais de reabilitação precoce, demandando baixo investimento em equipamentos e capacitação de fisioterapeutas intensivistas. Assim, fortalece políticas públicas de mobilização precoce, ampliando acesso à terapia eficaz para pacientes não mobilizáveis por sedação ou instabilidade clínica.

9. REFERÊNCIAS

- ABBAS, Abdallah; HEFNAWY, Mahmoud Tarek; NEGIDA, Ahmed. Meta-analysis accelerator: a comprehensive tool for statistical data conversion in systematic reviews with meta-analysis. **BMC Medical Research Methodology**, v. 24, n. 1, p. 243, 18 out. 2024.
- ACQUA, A. *et al.* Use of neuromuscular electrical stimulation to preserve the thickness of abdominal and chest muscles of critically ill patients: A randomized clinical trial. **Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 49, n. 1, p. 40–48, 2017.
- APPLETON, Richard Td; KINSELLA, John; QUASIM, Tara. The incidence of intensive care unit-acquired weakness syndromes: A systematic review. **Journal of the Intensive Care Society**, v. 16, n. 2, p. 126–136, maio 2015.
- ARAÚJO, Ana Paula; ASSIS, Elisa Priscila Sousa De; SCIAVICCO, Marinna Gorgulho. O PAPEL DA FISIOTERAPIA NO DESMAME DA VENTILAÇÃO MECÂNICA DE PACIENTES CRÍTICOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA. **CADERNOS DE EDUCAÇÃO, SAÚDE E FISIOTERAPIA**, v. 6, n. 11, 31 mar. 2020.
- BAGSHAW, Sean M. *et al.* Assessment of Costs of Avoidable Delays in Intensive Care Unit Discharge. **JAMA Network Open**, v. 3, n. 8, p. e2013913, 19 ago. 2020.
- BAO, Qiang *et al.* The effects of external diaphragmatic pacing on diaphragm function and weaning outcomes of critically ill patients with mechanical ventilation: a prospective randomized study. **Annals of Translational Medicine**, v. 10, n. 20, p. 1100–1100, out. 2022.
- BARON, Miriam Viviane *et al.* Efficacy and safety of neuromuscular electrical stimulation in the prevention of pressure injuries in critically ill patients: a randomized controlled trial. **Annals of Intensive Care**, v. 12, n. 1, p. 53, dez. 2022.
- BELLAVER, PRISCILA. **Complicações endocrinológicas da doença crítica: da hiperglicemia de estresse à fraqueza muscular adquirida na unidade de terapia intensiva**. PhD—Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Medicina, 2023.
- BERNEY, Sue *et al.* Functional electrical stimulation in-bed cycle ergometry in mechanically ventilated patients: a multicentre randomised controlled trial. **Thorax**, v. 76, n. 7, p. 656–663, jul. 2021.
- CAMPOS, Débora R. *et al.* Early Neuromuscular Electrical Stimulation in Addition to Early Mobilization Improves Functional Status and Decreases Hospitalization Days of Critically Ill Patients. **Critical Care Medicine**, v. 50, n. 7, p. 1116–1126, jul. 2022.
- CASHIN, Aidan G.; MCAULEY, James H. Clinimetrics: Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale. **Journal of Physiotherapy**, v. 66, n. 1, p. 59, jan. 2020.
- CHEN, Juan; HUANG, Man. Intensive care unit-acquired weakness: Recent insights. **Journal of Intensive Medicine**, v. 4, n. 1, p. 73–80, jan. 2024.

CHEN, Yen-Huey *et al.* Effects of Electrical Muscle Stimulation in Subjects Undergoing Prolonged Mechanical Ventilation. **Respiratory Care**, v. 64, n. 3, p. 262–271, 1 mar. 2019.

DOS SANTOS, Francisco Valdez *et al.* Neuromuscular electrical stimulation combined with exercise decreases duration of mechanical ventilation in ICU patients: A randomized controlled trial. **Physiotherapy Theory and Practice**, v. 36, n. 5, p. 580–588, 3 maio 2020.

FISCHER, Arabella *et al.* Muscle mass, strength and functional outcomes in critically ill patients after cardiothoracic surgery: does neuromuscular electrical stimulation help? The Catastim 2 randomized controlled trial. **Critical Care**, v. 20, n. 1, p. 30, 29 jan. 2016.

FOSSAT, Guillaume *et al.* Effect of In-Bed Leg Cycling and Electrical Stimulation of the Quadriceps on Global Muscle Strength in Critically Ill Adults: A Randomized Clinical Trial. **JAMA**, v. 320, n. 4, p. 368, 24 jul. 2018.

FRANÇA, E. E. T. *et al.* Acute effect of passive cycle-ergometry and functional electrical stimulation on nitrosative stress and inflammatory cytokines in mechanically ventilated critically ill patients: a randomized controlled trial. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 53, n. 4, p. e8770, 2020.

GARCÍA-PÉREZ-DE-SEVILLA, Guillermo; SÁNCHEZ-PINTO PINTO, Beatriz. Effectiveness of physical exercise and neuromuscular electrical stimulation interventions for preventing and treating intensive care unit-acquired weakness: A systematic review of randomized controlled trials. **Intensive and Critical Care Nursing**, v. 74, p. 103333, fev. 2023.

GEROVASIL, Vasiliki *et al.* Electrical muscle stimulation preserves the muscle mass of critically ill patients: a randomized study. **Critical Care**, v. 13, n. 5, p. R161, 8 out. 2009.

GHIGGI, KARINE CRISTINA; ALMEIDA, GUILHERME BRANDO; AUDINO, LÁZARO FAGUNDES. Vittale: Revista de Ciências da Saúde. **Ventilação mecânica**, v. 32, p. 273–184, 2020.

GODOY, Marcos David Parada. Fraqueza muscular adquirida na UTI (ICU-AW): efeitos sistêmicos da eletroestimulação neuromuscular. v. 51, 2015.

GREGORY, Chris M.; BICKEL, C. Scott. Recruitment Patterns in Human Skeletal Muscle During Electrical Stimulation. **Physical Therapy**, v. 85, n. 4, p. 358–364, 1 abr. 2005.

HISER, Stephanie L. *et al.* Intensive care unit acquired weakness and physical rehabilitation in the ICU. **BMJ**, v. 388, p. e077292, 27 jan. 2025.

KOUTSIOUMPA, Evangelia *et al.* Effect of Transcutaneous Electrical Neuromuscular Stimulation on Myopathy in Intensive Care Patients. **American Journal of Critical Care**, v. 27, n. 6, p. 495–503, 1 nov. 2018.

LEENEN, Jobbe Pl.; MONDRIA, Chantal L. Variation in nurses' compliance with an Early Warning Score protocol: A retrospective cohort study. **Heliyon**, v. 10, n. 16, p. e36147, ago. 2024.

LI, Lili *et al.* The effect of electrical stimulation in critical patients: a meta-analysis of randomized controlled trials. **Frontiers in Neurology**, v. 15, p. 1403594, 31 jul. 2024.

MACHADO, Aline Dos Santos *et al.* Effects that passive cycling exercise have on muscle strength, duration of mechanical ventilation, and length of hospital stay in critically ill patients: a randomized clinical trial. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 43, n. 2, p. 134–139, abr. 2017.

MAFFIULETTI, Nicola A. *et al.* Neuromuscular electrical stimulation for preventing skeletal-muscle weakness and wasting in critically ill patients: a systematic review. **BMC Medicine**, v. 11, n. 1, p. 137, dez. 2013.

MAHRAN, Ghada S. K. *et al.* Short-Term Outcomes of Neuromuscular Electrical Stimulation in Critically Ill Patients. **Critical Care Nursing Quarterly**, v. 46, n. 2, p. 126–135, abr. 2023.

MART, Matthew F. *et al.* Muscle Dysfunction and Physical Recovery After Critical Illness. **Journal of Intensive Care Medicine**, v. 41, n. 3, p. 214–230, mar. 2026.

MARTINS, Gabriela Sousa *et al.* Análise do estado funcional e força muscular de adultos e idosos em Unidade de Terapia Intensiva: Coorte prospectiva. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 26, n. 7, p. 2899–2910, jul. 2021.

NAKAMURA, K. *et al.* Efficacy of belt electrode skeletal muscle electrical stimulation on reducing the rate of muscle volume loss in critically ill patients: A randomized controlled trial. **Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 51, n. 9, p. 705–711, 2019.

NAKANISHI, Nobuto *et al.* Effect of Electrical Muscle Stimulation on Upper and Lower Limb Muscles in Critically Ill Patients: A Two-Center Randomized Controlled Trial. **Critical Care Medicine**, v. 48, n. 11, p. e997–e1003, nov. 2020.

NONOYAMA, Tadayoshi *et al.* Neuromuscular electrical stimulation in the intensive care unit prevents muscle atrophy in critically ill older patients: A retrospective cohort study. **Medicine**, v. 101, n. 31, p. e29451, 5 ago. 2022.

OLÍMPIO JÚNIOR, Hebert *et al.* Effects of transcutaneous electrical diaphragmatic stimulation in critically ill elderly patients: a randomized controlled trial. **Physiotherapy Theory and Practice**, v. 40, n. 12, p. 2754–2763, dez. 2024.

OTHMAN, Sahar Younes *et al.* Effect of neuromuscular electrical stimulation and early physical activity on ICU -acquired weakness in mechanically ventilated patients: A randomized controlled trial. **Nursing in Critical Care**, v. 29, n. 3, p. 584–596, maio 2024.

PAGE, Matthew J. *et al.* The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **BMJ**, p. n71, 29 mar. 2021.

PATSAKI, Irini *et al.* Effect of neuromuscular stimulation and individualized rehabilitation on muscle strength in Intensive Care Unit survivors: A randomized trial. **Journal of Critical Care**, v. 40, p. 76–82, ago. 2017.

ROUTSI, Christina *et al.* Electrical muscle stimulation prevents critical illness polyneuromyopathy: a randomized parallel intervention trial. **Critical Care**, v. 14, n. 2, p. R74, 28 abr. 2010.

SANTOS, LIZIA FERNANDA SARMENTO; FERNANDES, GISELLY MACHUK; AGUIAR, SUZANA SALES. **Fraqueza muscular adquirida na unidade de terapia intensiva: perfil clínico de pacientes oncológicos críticos**. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva, 2015.

SILVA, Paulo Eugênio *et al.* Safety and feasibility of a neuromuscular electrical stimulation chronaxie-based protocol in critical ill patients: A prospective observational study. **Journal of Critical Care**, v. 37, p. 141–148, fev. 2017.

SILVA, Paulo Eugênio *et al.* Neuromuscular electrical stimulation in critically ill traumatic brain injury patients attenuates muscle atrophy, neurophysiological disorders, and weakness: a randomized controlled trial. **Journal of Intensive Care**, v. 7, n. 1, p. 59, dez. 2019.

TRETHEWEY, Samuel P. *et al.* Interventions for the management and prevention of sarcopenia in the critically ill: A systematic review. **Journal of Critical Care**, v. 50, p. 287–295, abr. 2019.

URACHE, Luciana Vieira Tavernard De Oliveira. **Eletroestimulação neuromuscular como estratégia precoce para preservar a musculatura periférica em indivíduos politraumatizados sob ventilação mecânica**. Doctorate—[S.l.]: Universidade de Brasília, 29 set. 2016.

VIEIRA, Luciana *et al.* Early Neuromuscular Electrical Stimulation Preserves Muscle Size and Quality and Maintains Systemic Levels of Signaling Mediators of Muscle Growth and Inflammation in Patients with Traumatic Brain Injury: A Randomized Clinical Trial. **Critical Care Research and Practice**, v. 2023, n. 1, p. 9335379, jan. 2023.

WALDAUF, Petr *et al.* Effects of Rehabilitation Interventions on Clinical Outcomes in Critically Ill Patients: Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials*. **Critical Care Medicine**, v. 48, n. 7, p. 1055–1065, jul. 2020.

WALDAUF, Petr *et al.* Functional electrical stimulation-assisted cycle ergometry-based progressive mobility programme for mechanically ventilated patients: randomised controlled trial with 6 months follow-up. **Thorax**, v. 76, n. 7, p. 664–671, jul. 2021.

WANG, Wenkang *et al.* Intensive Care Unit-Acquired Weakness: A Review of Recent Progress With a Look Toward the Future. **Frontiers in Medicine**, v. 7, p. 559789, 23 nov. 2020.

XU, Cuiping *et al.* Effect of neuromuscular electrical stimulation in critically ill adults with mechanical ventilation: a systematic review and network meta-analysis. **BMC Pulmonary Medicine**, v. 24, n. 1, p. 56, 25 jan. 2024.

10. APÊNDICES

Estratégia de Busca

Base de dados	Estratégia de busca	Resultado
COCHRANE	('critically ill'/exp OR 'critically ill' OR 'critically ill patient'/exp OR 'critically ill patient') AND ('electrostimulation'/exp OR 'electrostimulation' OR 'electric field stimulation'/exp OR 'electric field stimulation' OR 'electric stimulation'/exp OR 'electric stimulation' OR 'electrical stimulation'/exp OR 'electrical stimulation' OR 'electro stimulation'/exp OR 'electro stimulation' OR 'electrostimulus'/exp OR 'electrostimulus' OR 'galvanostimulation'/exp OR 'galvanostimulation' OR 'stimulation, electric'/exp OR 'stimulation, electric') AND ('hospitalization'/exp OR hospitalization OR 'hospital stay'/exp OR 'hospital stay' OR 'short stay hospitalization'/exp OR 'short stay hospitalization' OR 'artificial respiration'/exp OR 'artificial respiration' OR 'artificial respiratory support'/exp OR 'artificial respiratory support' OR 'artificial ventilation'/exp OR 'artificial ventilation' OR 'artificial ventilatory support'/exp OR 'artificial ventilatory support' OR 'controlled respiration'/exp OR 'controlled respiration' OR 'controlled ventilation'/exp OR 'controlled ventilation' OR 'mechanical respiration'/exp OR 'mechanical respiration' OR 'mechanical ventilation'/exp OR 'mechanical ventilation' OR 'respiration, artificial'/exp OR 'respiration, artificial' OR 'ventilation, artificial'/exp OR 'ventilation, artificial')	122
PUBMED	((("critical illness"[MeSH Terms] OR ("critical"[All Fields] AND "illness"[All Fields]) OR "critical illness"[All Fields]) AND "critically ill patient"[All Fields]) OR "critically ill"[All Fields] OR "critically ill patient"[All Fields]) AND ("hospital s"[All Fields] OR "hospitalisation"[All Fields] OR "hospitalization"[MeSH Terms] OR "hospitalization"[All Fields] OR "hospitalised"[All Fields] OR "hospitalising"[All Fields] OR "hospitality"[All Fields] OR "hospitalisations"[All Fields] OR "hospitalizations"[All Fields] OR "hospitalize"[All Fields] OR "hospitalized"[All Fields] OR "hospitalizing"[All Fields] OR "hospitals"[MeSH Terms] OR "hospitals"[All Fields] OR "hospital"[All Fields] OR "hospital stay"[All Fields] OR "short stay hospitalization"[All Fields] OR "artificial ventilation"[All Fields])	147

	Fields] OR "artificial respiration"[All Fields] OR "artificial respiratory support"[All Fields] OR "artificial ventilation"[All Fields] OR "artificial ventilatory support"[All Fields] OR "controlled respiration"[All Fields] OR "controlled ventilation"[All Fields] OR "mechanical respiration"[All Fields] OR ("respiration, artificial"[MeSH Terms] OR ("respiration"[All Fields] AND "artificial"[All Fields]) OR "artificial respiration"[All Fields] OR ("mechanical"[All Fields] AND "ventilation"[All Fields]) OR "mechanical ventilation"[All Fields]) OR "respiration artificial"[All Fields] OR "ventilation artificial"[All Fields]) AND ("electrostimulation"[All Fields] OR "electric field stimulation"[All Fields] OR "electric stimulation"[All Fields] OR ("electric stimulation"[MeSH Terms] OR ("electric"[All Fields] AND "stimulation"[All Fields]) OR "electric stimulation"[All Fields] OR ("electrical"[All Fields] AND "stimulation"[All Fields]) OR "electrical stimulation"[All Fields]) OR "electro stimulation"[All Fields] OR "electrostimulus"[All Fields] OR "galvanostimulation"[All Fields] OR "stimulation electric"[All Fields])	
LILACS	(((((critical illness) "critically ill patient" OR "critically ill" OR "critically ill patient"))) AND ((hospitalization OR "hospital stay" OR "short stay hospitalization" OR "artificial ventilation" OR "artificial respiration" OR "artificial respiratory support" OR "artificial ventilation" OR "artificial ventilatory support" OR "controlled respiration" OR "controlled ventilation" OR "mechanical respiration" OR (mechanical ventilation) OR "respiration, artificial" OR "ventilation, artificial")))) AND (((("electrostimulation" OR "electric field stimulation" OR "electric stimulation" OR (electrical stimulation) OR "electro stimulation" OR "electrostimulus" OR "galvanostimulation" OR "stimulation, electric"))	88
WEB OF SCIENCE	("critically ill patient" OR "critically ill" OR "critically ill patient") AND ("electrostimulation" OR "electric field stimulation" OR "electric stimulation" OR "electrical stimulation" OR "electro stimulation" OR "electrostimulus" OR "galvanicstimulation" OR "stimulation, electric") AND (hospitalization OR "hospital stay" OR "short stay hospitalization" OR "artificial ventilation" OR "artificial respiration" OR "artificial respiratory support" OR "artificial ventilation" OR "artificial ventilatory support" OR "controlled respiration" OR "controlled ventilation"	124

	OR "mechanical respiration" OR "mechanical ventilation" OR "respiration, artificial" OR "ventilation, artificial") (Topic) and Preprint Citation Index (Exclude – Database)	
--	---	--

10. ANEXOS

10.1 Prospero



PROSPERO
International prospective register of systematic reviews

Influence of diaphragmatic electrical stimulation on the duration of hospitalization for critically ill patients in an Intensive Care Unit

To enable PROSPERO to focus on COVID-19 submissions, this registration record has undergone basic automated checks for eligibility and is published exactly as submitted. PROSPERO has never provided peer review, and usual checking by the PROSPERO team does not endorse content. Therefore, automatically published records should be treated as any other PROSPERO registration. Further detail is provided [here](#).

Citation

Emerson Fachin-Martins, Hellora Gonçalves Fonseca, Vinícius Pereira Gomes. Influence of diaphragmatic electrical stimulation on the duration of hospitalization for critically ill patients in an Intensive Care Unit. PROSPERO 2024 CRD42024509006 Available from: https://www.crd.york.ac.uk/prospero/display_record.php?ID=CRD42024509006

Review question

Would diaphragmatic electrical stimulation be more effective in reducing the length of stay in intensive care for critically ill patients compared to electrical stimulation involving single or multiple muscles other than the diaphragm?

Searches

The systematic review of clinical trials encompassed searches across multiple databases, including Embase, Web of Science, Cochrane, LILACS, PubMed, and Scielo via the Web of Science interface. The search strategy, structured around MeSH terms, considered restrictions such as language and publication date. To validate and refine the search strategy, test searches were conducted in August and September 2023. Notably, the review team utilized languages within their proficiency, comprising Portuguese, Spanish, French, Italian, and English.

Types of study to be included

In this systematic review, only randomized controlled trials (RCTs) will be considered for inclusion. Eligible trials will involve the application of electrostimulation to assess both the duration of mechanical ventilation and the total hospitalization time, irrespective of the specific parameters of application and dosimetry. Rigorous quality assessment tools for clinical trials will be applied, and trials deemed to have low quality will be excluded from the analysis. This stringent methodology aims to ensure the robustness and reliability of the evidence synthesized in the review, contributing to the validity of the conclusions drawn regarding the impact of electrostimulation on the specified outcomes.

Condition or domain being studied

The systematic review delves into critical care services within Intensive Care Units (ICUs), addressing the intricate health challenges faced by patients on the verge of death. These individuals often require advanced support for respiratory and movement-related issues, involving deficiencies in hematoxis, ventilatory mechanics, and neuromuscular efficiency due to factors like immobility. Survival hinges on specialized procedures and collaborative efforts from interprofessional teams, including mechanical ventilation. The study highlights overlooked aspects of standard ICU procedures, particularly the neuromuscular changes in critically ill patients. Despite evidence favoring the use of electrical currents for advanced neuromuscular support, such interventions are underutilized. Mechanical ventilation, crucial yet potentially problematic, is explored in its impact on musculoskeletal structures, especially the diaphragm.

Dysfunctions in respiratory muscles, compounded by factors like sedatives and immobility, contribute to prolonged ICU stays and higher mortality rates. The review emphasizes the critical role of patient positioning during ventilatory support, linking it to complications like impaired mucociliary clearance, compromised coughing mechanisms, and increased susceptibility to lung infections. The overarching goal is to comprehensively assess existing literature, informing and enhancing ICU practices by highlighting the potential benefits of advanced neuromuscular support, particularly through electrical currents.

Participants/population

Individuals in critical care requiring mechanical ventilation.

Intervention(s), exposure(s)

The studied intervention will be electrotherapy applied in advanced neuromuscular support protocols for critically ill patients, specifically those undergoing mechanical ventilation, admitted to intensive care units.

Comparator(s)/control

The review aims to assess the superiority of electrotherapy applied in a specific diaphragmatic muscle stimulation protocol in reducing the duration of mechanical ventilation and overall hospitalization time compared to the effects of protocols utilizing other muscles stimulated either in combination or in isolation. The control group will consist of patients who did not receive electrostimulation.

Main outcome(s)

The primary outcome measures investigated in this scientific article will be the duration of mechanical ventilation and overall hospitalization time.

Measures of effect

The effect measure for the main outcomes, namely the duration of mechanical ventilation and overall hospitalization time, will be reported as mean differences with corresponding 95% confidence intervals.

Additional outcome(s)

Additionally, we will investigate outcome measures related to muscle trophism, peripheral neuroconduction, and muscular strength.

Measures of effect

The effect measures for the additional outcomes, encompassing muscle trophism, peripheral neuroconduction, and muscular strength, will be reported using appropriate statistical methods, such as mean differences with corresponding 95% confidence intervals or other relevant measures depending on the nature of the data distribution.

Data extraction (selection and coding)

All data extraction will be systematically conducted employing a standardized form and independently reviewed by two additional researchers. The extracted information will encompass key details, including authorship, study objectives, sample characteristics, study duration, details regarding control and experimental groups, electrode placement, initiation time of electrostimulation, reported outcomes, and the specific muscle targeted by the stimulation. This rigorous approach to data extraction ensures accuracy and reliability in synthesizing pertinent information for comprehensive

analysis and interpretation.

Risk of bias (quality) assessment

The susceptibility to bias in clinical trials and the methodological quality of the included studies will be assessed using the PEDro scale. Additionally, the Cochrane Risk-of-Bias tool for randomized studies (RoB 2) will be employed. The evaluation of bias risk will be conducted independently by two evaluators to ensure a rigorous and reliable assessment.

Strategy for data synthesis

All data extraction will be systematically conducted using a structured form and independently reviewed by two researchers. The extracted information will encompass authorship, study objectives, sample characteristics, study duration, details of control/experimental groups, reported outcomes, and the specific muscle stimulated. For data synthesis, a meta-analysis is planned. The approach will involve computing the mean and standard deviation of the outcome measures, with subsequent calculation of the 95% confidence interval of the mean (95% CI) difference between groups. Priority will be given to data with adjusted covariance, followed by supplementary information provided later by the authors. For the meta-analysis, we will employ a random-effects model to account for potential heterogeneity among studies. Statistical heterogeneity will be explored using specific software for analysis, and subgroup analyses will be conducted to investigate potential sources of variability. Cochrane's RevMan software (RevMan V.5.3.0) will be used for the meta-analysis. The concept of Minimum Clinically Important Differences (MCID) adjusted by minus 2 days will guide the interpretation of results. The effectiveness of the experimental group will be considered if the 95% CI of the mean difference is greater than or equal to 2 days. Results will be deemed inconclusive if the 95% CI excludes the MCID value, and the experimental group will be considered ineffective if the 95% CI is less than two days.

Analysis of subgroups or subsets

Subgroup analyses are planned to investigate potential sources of variability within the study. Specific subgroups to be explored include variations based on the type of study design (e.g., parallel-group randomized trials, crossover trials) and participant characteristics such as age, gender, and baseline health status. The planned analytic approach involves conducting separate meta-analyses for each identified subgroup. For instance, we will perform subgroup analyses for different study designs to assess whether the effects of electrotherapy on the outcomes differ between parallel-group randomized trials and crossover trials. Likewise, we will explore potential variations in treatment effects within subgroups based on participant characteristics. These subgroup analyses aim to enhance the understanding of potential effect modifiers and provide insights into the generalizability of findings across diverse study designs and participant characteristics.

Contact details for further information

Emerson Fachin-Martins
efmartins@unb.br

Organisational affiliation of the review

Universidade de Brasília

Review team members and their organisational affiliations

Professor Emerson Fachin-Martins. Universidade de Brasília
Miss Hellora Gonçalves Fonseca. Universidade de Brasília
Mr Vinícius Pereira Gomes. Universidade de Brasília

Type and method of review

Cost effectiveness, Individual patient data (IPD) meta-analysis, Intervention, Meta-analysis, Systematic review

Anticipated or actual start date

19 February 2024

Anticipated completion date

30 April 2024

Funding sources/sponsors

Universidade de Brasília (UnB)

Hospital Universitário de Brasília (HUB/UnB)

Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (Ebserh)

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI)

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

Grant number(s)

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

CNPq 305924/2020-6 (Chamada CNPq Nº 02/2020 - Bolsa de Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora - DT) e 403457/2020-3 (Processo encomendado pelo MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação para Criação da Oficina de Inovação em Tecnologia Assistiva – Termo de Execução Descentralizada (TED) nº 699390 celebrado em 27/12/2019 e aditivado em 17/07/2020 pelo Termo Aditivo de Execução Descentralizada nº 5582356).

Conflicts of interest

Language

English

Country

Brazil

Stage of review

Review Ongoing

Subject index terms status

Subject indexing assigned by CRD

Subject index terms

MeSH headings have not been applied to this record

Date of registration in PROSPERO

12 February 2024

Date of first submission

01 February 2024

Stage of review at time of this submission

The review has not started

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

The record owner confirms that the information they have supplied for this submission is accurate and complete and they understand that deliberate provision of inaccurate information or omission of data may be construed as scientific misconduct.

The record owner confirms that they will update the status of the review when it is completed and will add publication details in due course.

Versions

12 February 2024

12 February 2024

10.2 Interface Rayyan

ra

Revisão Mestrado 2025

Need training?

Upgrade

Blind mode

Screening criteria

Overview

Review data

Screening

Full text screening

Data extraction

Showing 297 Articles

Search

Samples

PICO

Auto resolve

Filters

Imported References

pubmed-criticalill... 147

webofsciencee.txt124

ilicss.ris 88

cochrane2.ris 4

cochrane1.ris 118

Add References

Possible Duplicates

Unresolved 0

Deleted 184

Not Duplicate 24

Resolved 94

Detect Duplicates

All References

Sort

Title ↓

Date ↓

Author ↓

1 ICU-acquired weakness. 2020-04-01 Vanhorebeek... exclusão em resumo

2 Lung- and Diaphragm-Protective Ventilation. 2020-10-01 Goligher EC; ... exclusão em título

3 Guideline on positioning and early mobilisation in the critically ill by an expert panel. 2024-08-01 Schaller SJ; ... exclusão em título

4 Management of swallowing disorders in ICU patients - A multinational expert opinion. 2024-02-01 Likar R; Aroy...

Upload PDF

Label

Add note

Filters

Keywords for include

Select All

randomized 107

trial 88

controlled trial 37

randomly 33

randomized controlled trial 29

randomised 27

compared with 27

randomly assigned 24

assigned to 22

control groups 11

Show more >

Keywords for exclude

10.3 – Escala PEDro

Escala de PEDro – Português (Brasil)

1. Os critérios de elegibilidade foram especificados	não ☐ sim ☐ onde:
2. Os sujeitos foram aleatoriamente distribuídos por grupos (num estudo cruzado, os sujeitos foram colocados em grupos de forma aleatória de acordo com o tratamento recebido)	não ☐ sim ☐ onde:
3. A alocação dos sujeitos foi secreta	não ☐ sim ☐ onde:
4. Inicialmente, os grupos eram semelhantes no que diz respeito aos indicadores de prognóstico mais importantes	não ☐ sim ☐ onde:
5. Todos os sujeitos participaram de forma cega no estudo	não ☐ sim ☐ onde:
6. Todos os terapeutas que administraram a terapia fizeram-no de forma cega	não ☐ sim ☐ onde:
7. Todos os avaliadores que mediram pelo menos um resultado-chave, fizeram-no de forma cega	não ☐ sim ☐ onde:
8. Mensurações de pelo menos um resultado-chave foram obtidas em mais de 85% dos sujeitos inicialmente distribuídos pelos grupos	não ☐ sim ☐ onde:
9. Todos os sujeitos a partir dos quais se apresentaram mensurações de resultados receberam o tratamento ou a condição de controle conforme a alocação ou, quando não foi esse o caso, fez-se a análise dos dados para pelo menos um dos resultados-chave por “intenção de tratamento”	não ☐ sim ☐ onde:
10. Os resultados das comparações estatísticas inter-grupos foram descritos para pelo menos um resultado-chave	não ☐ sim ☐ onde:
11. O estudo apresenta tanto medidas de precisão como medidas de variabilidade para pelo menos um resultado-chave	não ☐ sim ☐ onde:

A escala PEDro baseia-se na lista de Delphi, desenvolvida por Verhagen e colegas no Departamento de Epidemiologia, da Universidade de Maastricht (Verhagen AP et al (1988). *The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomised clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. Journal of Clinical Epidemiology*, 51(12):1235-41). A lista, na sua maior parte, baseia-se num “consenso de peritos” e não em dados empíricos. Incluíram-se na escala de PEDro dois itens adicionais, que não constavam da lista de Delphi (os itens 8 e 10 da escala de PEDro). À medida que forem disponibilizados mais dados empíricos, pode vir a ser possível ponderar os itens da escala de forma a que a pontuação obtida a partir da aplicação da escala PEDro reflita a importância de cada um dos itens da escala.

O objetivo da escala PEDro consiste em auxiliar os utilizadores da base de dados PEDro a identificar rapidamente quais dos estudos controlados aleatorizados, ou quase-aleatorizados, (ou seja, ECR ou ECC) arquivados na base de dados PEDro poderão ter validade interna (critérios 2-9), e poderão conter suficiente informação estatística para que os seus resultados possam ser interpretados (critérios 10-11). Um critério adicional (critério 1) que diz respeito à validade externa (ou “potencial de generalização” ou “aplicabilidade” do estudo clínico) foi mantido para que a *Delphi list* esteja completa, mas este critério não será usado para calcular a pontuação PEDro apresentada no endereço PEDro na internet.

A escala PEDro não deverá ser usada como uma medida da “validade” das conclusões de um estudo. Advertimos, muito especialmente, os utilizadores da escala PEDro de que estudos que revelem efeitos significativos do tratamento e que obtenham pontuação elevada na escala PEDro não fornecem, necessariamente, evidência de que o tratamento seja clinicamente útil. Adicionalmente, importa saber se o efeito do tratamento foi suficientemente expressivo para poder ser considerado clinicamente justificável, se os efeitos positivos superam os negativos, e aferir a relação de custo-benefício do tratamento. A escala não deve ser utilizada para comparar a “qualidade” de estudo clínicos realizados em diferentes áreas de terapia, principalmente porque algumas áreas da prática da fisioterapia não é possível satisfazer todos os itens da escala.

Modificada pela última vez em 21 de Junho de 1999
Tradução em Português vez em 13 de Maio de 2009
Ajustes ortográficos para a versão Português-Brasileiro em 12 de Agosto de 2010

11. PRODUTOS EDUCACIONAIS, CIENTÍFICOS, SOCIOCULTURAIS E TECNOLÓGICOS/ECONÔMICOS DESENVOLVIDOS NO PERÍODO DO MESTRADO

Como produto de impacto educacional, científico e sociocultural, foi desenvolvido o curso de extensão intitulado “Suporte Neuromuscular Avançado por Correntes Elétricas na Habilitação e Reabilitação de Pessoas com Lesão Medular que Praticam Esporte: teoria, prática, vivência e relato de casos”, ministrado durante a 23ª Semana Universitária da UnB. A atividade esteve vinculada ao projeto de extensão VIVETEC – Viver sem Limites em Corpos que Interação com Tecnologias, no qual atuei como vice-coordenadora, participando ativamente da organização, planejamento e execução das ações. O curso promoveu a articulação entre ensino, pesquisa e extensão, com foco na aplicação clínica e funcional da eletroestimulação neuromuscular, contando com a participação integrada de discentes e docentes tanto no desenvolvimento do projeto quanto na condução das atividades propostas.

Adicionalmente, destaca-se como produto de impacto científico e sociocultural o aperfeiçoamento de protocolos de eletrodiagnóstico, bem como a organização e recrutamento de voluntários para intervenções com ciclismo assistido por eletroestimulação, contribuindo para o avanço do conhecimento e para a inovação em tecnologias aplicadas à reabilitação. Atuei, ainda, como membro da comissão organizadora do evento de extensão “Diálogos sobre o Uso da Inteligência Artificial e Ética na Escrita Científica”, realizado pela Universidade de Brasília em julho de 2025, fortalecendo o debate crítico sobre inovação tecnológica, produção científica responsável e formação acadêmica.

No âmbito tecnológico e científico, publiquei resumos nos anais do IV Encontro Internacional de Inovação em Saúde e da II Feira de Inovação Tecnológica do Distrito Federal, realizados em 2023, com os trabalhos intitulados “Em busca de soluções inovadoras para o posicionamento de eletrodos durante o teste eletrodiagnóstico de estímulo não invasivo praticado por fisioterapeutas” e “Métodos para diagnóstico inovador de polineuromiopia adquirida por desuso em músculos paralisados de pessoas com lesão medular traumática”.

Em 2024, publiquei dois capítulos no livro PROFISIO Neurofuncional — “Nova geração de eletroestimuladores: pavimentação do caminho para o suporte neuromuscular

avançado” e “Inovações no emprego de estimuladores de terceira geração para a promoção do estado de saúde de pessoas com lesão medular” — contribuindo para a atualização científica e tecnológica na área de eletroestimulação aplicada à reabilitação. Ademais, apresentei dois pôsteres científicos sobre eletroestimulação neuromuscular em pacientes críticos no Congresso do Centro-Oeste de Fisioterapia Respiratória, Cardiovascular e em Terapia Intensiva, realizado em novembro de 2025, os quais foram premiados com o 2º e o 3º lugar, evidenciando a relevância e a qualidade dos achados apresentados.