

O IMPACTO DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR (EENM) NA FRAQUEZA ADQUIRIDA NA UTI (FAUTI) E SUA INFLUÊNCIA EM DESFECHOS CRÍTICOS: UMA ANÁLISE SOBRE A FORÇA MUSCULAR E O TEMPO DE VENTILAÇÃO MECÂNICA

THE IMPACT OF NEUROMUSCULAR ELECTRICAL STIMULATION (NMES) ON ICU-ACQUIRED WEAKNESS (ICU-AW) AND ITS INFLUENCE ON CRITICAL OUTCOMES: AN ANALYSIS OF MUSCLE STRENGTH AND MECHANICAL VENTILATION TIME

IMPACTO DE LA ESTIMULACIÓN ELÉCTRICA NEUROMUSCULAR (EENM) EN LA DEBILIDAD ADQUIRIDA EN LA UCI (DA-UCI) Y SU INFLUENCIA EN RESULTADOS CRÍTICOS: ANÁLISIS DE LA FUERZA MUSCULAR Y EL TIEMPO DE VENTILACIÓN MECÁNICA

Ivon Neuton de Oliveira Araujo Filho¹

Victor Manuel Fernandes Fontenele²

Breno Carvalho da Silva³

Maycon Shaenzo dos Santos Sousa Fontenele⁴

Ana Paula da Silva Carvalho⁵

Guilherme Antônio Lopes de Oliveira⁶

RESUMO: Objetivo: Analisar as evidências científicas sobre o impacto da estimulação elétrica neuromuscular na força muscular e no tempo de ventilação mecânica em pacientes com fraqueza adquirida na unidade de terapia intensiva. Metodologia: Trata-se de uma revisão bibliográfica integrativa realizada nas bases de dados PubMed, LILACS e Periódicos CAPES, abrangendo estudos publicados entre 2021 e 2026. Foram selecionados seis artigos que atenderam aos critérios de inclusão e exclusão estabelecidos. Resultados: A estimulação elétrica neuromuscular demonstrou benefícios na preservação da massa muscular periférica e respiratória, além de potencial para reduzir a incidência de fraqueza adquirida na unidade de terapia intensiva, especialmente em pacientes sob sedação profunda e idosos. Parâmetros de frequência entre 20 e 50 Hz e sessões diárias de 20 a 60 minutos foram associados à redução do tempo de ventilação mecânica e de internação hospitalar. As correntes de média frequência também apresentaram benefícios relacionados à funcionalidade e ao equilíbrio dinâmico. Conclusão: A estimulação elétrica neuromuscular constitui uma estratégia terapêutica promissora para minimizar os efeitos da imobilização prolongada. Entretanto, a heterogeneidade metodológica dos estudos evidencia a necessidade de protocolos clínicos padronizados para otimizar os resultados funcionais.

Palavras-chave: Estimulação Elétrica Neuromuscular. Unidade de Terapia Intensiva. Reabilitação.

¹ Discente do curso de Fisioterapia. Centro Universitário Chrisfapi.

² Bacharelado em Fisioterapia. Centro Universitário Chrisfapi.

³ Bacharelado em Fisioterapia. Centro Universitário Chrisfapi.

⁴ Discente do curso de Fisioterapia. Centro Universitário Chrisfapi.

⁵ Orientadora de conteúdo. Bacharelado em Fisioterapia. Universidade Federal do Piauí (UFPI).

⁶ Orientador metodológico. Doutor em Biotecnologia. Universidade Federal do Piauí (UFPI).

ABSTRACT: Objective: To analyze the scientific evidence regarding the impact of neuromuscular electrical stimulation on muscle strength and mechanical ventilation duration in patients with intensive care unit-acquired weakness. Methodology: This is an integrative literature review conducted using the PubMed, LILACS, and CAPES Journals databases, covering studies published between 2021 and 2026. Six articles that met the established inclusion and exclusion criteria were selected. Results: Neuromuscular electrical stimulation demonstrated benefits in preserving peripheral and respiratory muscle mass, as well as the potential to reduce the incidence of intensive care unit-acquired weakness, particularly in patients receiving deep sedation and older adults. Stimulation frequencies ranging from 20 to 50 Hz and daily sessions lasting 20 to 60 minutes were associated with reductions in mechanical ventilation duration and hospital length of stay. Medium-frequency currents also showed benefits related to functionality and dynamic balance. Conclusion: Neuromuscular electrical stimulation is a promising therapeutic strategy for minimizing the effects of prolonged immobilization. However, the methodological heterogeneity of the studies highlights the need for standardized clinical protocols to optimize functional outcomes.

Keywords: Neuromuscular Electrical Stimulation. Intensive Care Unit. Rehabilitation.

RESUMEN: Objetivo: Analizar la evidencia científica sobre el impacto de la estimulación eléctrica neuromuscular en la fuerza muscular y el tiempo de ventilación mecánica en pacientes con debilidad adquirida en la unidad de cuidados intensivos. Metodología: Se trata de una revisión bibliográfica integradora realizada en las bases de datos PubMed, LILACS y Periódicos CAPES, que abarcó estudios publicados entre 2021 y 2026. Se seleccionaron seis artículos que cumplieron los criterios de inclusión y exclusión establecidos. Resultados: La estimulación eléctrica neuromuscular demostró beneficios en la preservación de la masa muscular periférica y respiratoria, así como un potencial para reducir la incidencia de debilidad adquirida en la unidad de cuidados intensivos, especialmente en pacientes bajo sedación profunda y adultos mayores. Las frecuencias de estimulación de entre 20 y 50 Hz y las sesiones diarias de 20 a 60 minutos se asociaron con una reducción del tiempo de ventilación mecánica y de la estancia hospitalaria. Las corrientes de frecuencia media también mostraron beneficios relacionados con la funcionalidad y el equilibrio dinámico. Conclusión: La estimulación eléctrica neuromuscular constituye una estrategia terapéutica prometedora para minimizar los efectos de la inmovilización prolongada. Sin embargo, la heterogeneidad metodológica de los estudios pone de manifiesto la necesidad de establecer protocolos clínicos estandarizados para optimizar los resultados funcionales.

Palabras clave: Estimulación Eléctrica Neuromuscular. Unidad de Cuidados Intensivos. Rehabilitación.

1 INTRODUÇÃO

A fraqueza adquirida na unidade de terapia intensiva (FAUTI) representa uma complicação neuromuscular frequente e de grande impacto em pacientes críticos. De acordo com Vila-Pouca *et al.* (2025), cerca de 37% dos pacientes hospitalizados em UTI apresentam sinais de atrofia muscular entre o terceiro e quarto dia de internação, sendo que esta condição tem sido associada a internações mais prolongadas, ventilação mecânica estendida e aumento das taxas de mortalidade em curto, médio e longo prazo.

Dados epidemiológicos têm demonstrado a ampla ocorrência da fraqueza adquirida na UTI. Balke *et al.* (2022) evidenciaram que a FAUTI acomete aproximadamente 40% de todos os pacientes críticos, podendo atingir até 100% dos pacientes com choque séptico ou sepse grave

associada a falência orgânica. Nesse contexto, Fazzini *et al.* (2023) demonstraram que a perda de massa muscular pode superar 15% na primeira semana de internação, com redução de aproximadamente 2% ao dia, processo decorrente de intensa proteólise com alterações estruturais observadas precocemente após a admissão na UTI.

Com esse cenário, a elevada taxa de mortalidade associada à ventilação mecânica prolongada reforça a necessidade de intervenções eficazes na UTI. Wu *et al.* (2023), demonstram que pacientes submetidos a ventilação mecânica apresentam mortalidade hospitalar variando entre 23% e 51%. Nesse contexto, Wang *et al.* (2023) evidenciaram, que o tratamento de mobilidade progressiva exerceu efeito significativo na redução do tempo de uso do ventilador, sugerindo que a frequência das intervenções deve atingir nível moderado a alto, com pelo menos uma sessão por dia em três dias por semana.

Diante desses achados, a estimulação elétrica neuromuscular (EENM) surge como uma estratégia promissora de reabilitação na UTI, fundamentando-se na aplicação de correntes elétricas para o recrutamento artificial de unidades motoras, induzindo contrações que auxiliam na manutenção do trofismo muscular em pacientes com mobilidade voluntária limitada. Segundo Viana *et al.* (2025), a EENM promove a melhoria da circulação sanguínea local e favorece a oxigenação tecidual, combatendo a atrofia por desuso e auxiliando na prevenção de complicações vasculares. Ao mimetizar os impulsos nervosos naturais, a técnica preserva a integridade estrutural do músculo e otimiza a função metabólica durante o período crítico.

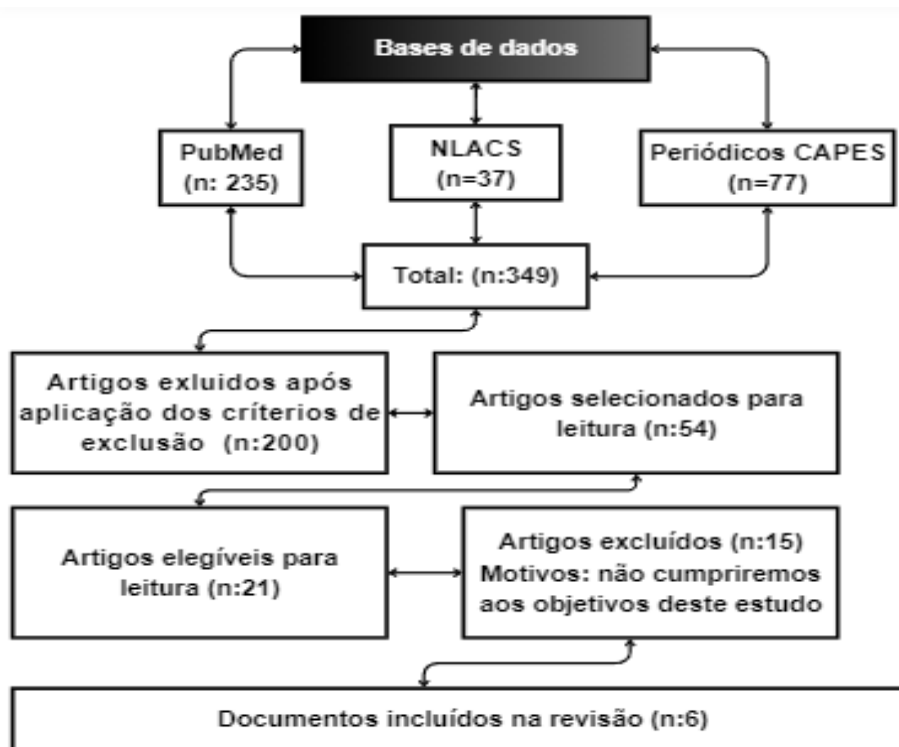
Nessa perspectiva, este estudo teve como objetivo analisar as evidências científicas disponíveis, sobre o uso da estimulação elétrica neuromuscular na preservação da força muscular e redução do tempo de ventilação mecânica em pacientes com fraqueza adquirida na unidade de terapia intensiva.

2 MÉTODOS

O presente estudo tratou-se de uma revisão bibliográfica integrativa, realizada por meio das bases de dados: National Library of Medicine (PUBMED), Portal de Periódicos CAPES e Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), que disponibilizaram uma seleção de periódicos científicos nacionais e internacionais, no qual foram selecionados para análise artigos nos idiomas português, inglês e espanhol, sendo excluídos aqueles que não atendiam aos requisitos estabelecidos.

Foram utilizados os descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e seus correspondentes em inglês (MeSH), combinados com o operador booleano “AND”. Foram utilizadas as palavras-chave: “Neuromuscular Electrical Stimulation”, “Intensive Care Unit”, “Mechanical Ventilation” e “Muscle Strength”. Foram pré-selecionados os estudos por meio da leitura dos títulos e resumos, aplicando critérios de inclusão como: artigos originais que abordassem o tema proposto, publicações completas de forma gratuita, com o ano de publicação entre 2021 e 2026. Foram utilizados critérios de exclusão como: artigos que não abordavam diretamente o tema proposto, publicados fora do período estabelecido, que associavam a EENM a outras técnicas terapêuticas, que não apresentavam rigor metodológico adequado e que não estavam disponíveis gratuitamente na íntegra. O processo de busca, identificação, triagem e seleção dos estudos incluídos na presente revisão está exibido no Fluxograma 1.

Fluxograma 1 – Distribuição da estratégia de busca dos achados nas bases de dados



Fonte: Neuton et al, 2026.

3 RESULTADOS

Após a aplicação dos critérios de seleção, seis estudos foram incluídos na revisão, sendo suas principais características apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Características dos estudos selecionados quanto ao autor, ano, título, qualis e objetivos, incluídos no estudo, 2026

Nº	AUTOR / ANO	TÍTULO	QUALIS	OBJETIVO
1	Bao <i>et al.</i> , (2022)	Prevenção de atrofia muscular em pacientes de UTI sem lesão nervosa por estimulação elétrica neuromuscular: um estudo clínico randomizado.	B1	Comparar a efetividade e segurança da EENM para prevenir atrofia muscular em pacientes de UTI sem lesão nervosa, testando estimulação bilateral versus unilateral.
2	Liu <i>et al.</i> , (2023)	Efeito da estimulação elétrica neuromuscular combinada com terapia de reabilitação precoce em pacientes ventilados mecanicamente: um estudo clínico randomizado prospectivo.	B1	Avaliar os efeitos da EENM na espessura do diafragma e força muscular em pacientes críticos submetidos à ventilação mecânica.
3	Miyagishima <i>et al.</i> , (2024)	Estimulação Elétrica Neuromuscular Sob Sedação Profunda Reduz a Incidência de Fraqueza Adquirida na UTI em Pacientes Críticos com COVID-19 com Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo.	A2	Investigar a eficácia da EENM na redução da incidência de FAUTI em pacientes críticos com COVID-19 sob sedação profunda.
4	Tsuchikawa <i>et al.</i> , (2024)	Efeitos da Estimulação Elétrica Muscular Intensiva na Fase Aguda em Pacientes com COVID-19 Requerendo Ventilação Mecânica Invasiva: Um Estudo Observacional Caso-Control Retrospectivo	B1	Avaliar os efeitos da adição de estimulação elétrica muscular de membros superiores e inferiores a um programa de reabilitação precoce na função física de pacientes com COVID-19 grave em ventilação mecânica.
5	Yokobatake <i>et al.</i> , (2025)	Efeito da Estimulação Elétrica Neuromuscular para Pacientes Críticos Idosos na UTI: Um Ensaio Clínico Randomizado.	A2	Avaliar se a combinação de mobilização precoce com EENM melhora a força muscular periférica e a funcionalidade física em pacientes críticos idosos.
6	Guerra-Vega <i>et al.</i> , (2025)	Efeitos da Estimulação Elétrica Muscular Intensiva na Fase Aguda em Pacientes com COVID-19 Requerendo Ventilação Mecânica Invasiva: Um Estudo Observacional Caso-Control Retrospectivo	B1	Comparar os efeitos de EENM de média frequência versus baixa frequência, ambas combinadas com terapia de suporte precoce, na capacidade funcional e mobilidade de pacientes críticos.

Fonte: Neuton et al, 2026.

Após a caracterização dos estudos quanto à autoria, ano, título, Qualis e objetivos, foram analisadas suas metodologias e principais achados, conforme apresentado no Quadro 2

Quadro 2 – Características dos estudos selecionados quanto a metodologia e principais achados, incluídos no estudo, 2026

Nº	METODOLOGIA	PRINCIPAIS ACHADOS
1	Ensaio clínico randomizado com 65 pacientes com UTI-AW, divididos em três grupos: Experimental I (EENM em gastrocnêmio e tibial anterior, n=21), Experimental II (EENM apenas em gastrocnêmio, n=22) e Controle (APAT apenas, n=22). Avaliação de força muscular, amplitude de movimento articular e área de seção transversal muscular antes e após intervenção.	A redução na força do gastrocnêmio foi significativamente menor nos grupos experimentais em comparação ao controle ($P < 0,05$). O grupo com estimulação bilateral (Exp I) apresentou melhores resultados que o grupo com estimulação unilateral (Exp II). EENM bilateral em músculos agonistas e antagonistas demonstrou maior eficácia na preservação da força muscular periférica.
2	Ensaio clínico randomizado prospectivo com 80 pacientes em ventilação mecânica, divididos em grupo EENM + reabilitação precoce e grupo controle (reabilitação precoce isolada). A EENM foi aplicada por 30 minutos/dia nos músculos peitoral maior, reto abdominal e quadríceps bilateral.	O grupo EENM apresentou melhora na espessura diafragmática (DTF: $0,15 \pm 0,05\%$ vs. $0,12 \pm 0,04\%$; $p=0,034$), e menor atrofia muscular do reto abdominal e reto femoral ($p=0,029$ e $p<0,001$). Observou-se redução no tempo de ventilação mecânica no grupo EENM [109,5 h ($88,0-213,0$) vs. $189,5$ h ($131,5-343,5$); $p=0,023$].
3	Estudo prospectivo com 129 pacientes críticos com COVID-19 inicialmente incluídos; 68 completaram o protocolo (54 homens, 14 mulheres). Grupos: EENM (n=38) e Controle (n=30). Avaliação da incidência de ICU-AW sob sedação profunda. Duração média de EENM: $9,6 \pm 4,8$ dias.	Redução drástica na incidência de FAUTI no grupo EENM (28,95% vs. 56,67%, $P < 0,05$). EENM demonstrou ser particularmente eficaz em pacientes sob sedação profunda, cenário onde mobilização ativa é impossível. Preencheu lacuna importante na reabilitação de pacientes não colaborativos.
4	Estudo observacional retrospectivo caso controle realizado com 32 pacientes graves com COVID-19 em ventilação mecânica invasiva internados em UTI, divididos em grupo EENM e grupo controle. A EENM foi iniciada em média $3,2 \pm 1,4$ dias após a admissão na UTI e aplicada bilateralmente nos músculos bíceps braquial, quadríceps femoral e gastrocnêmio, durante 30 minutos por dia, 6 vezes por semana, por até 2 semanas, associada ao protocolo de reabilitação precoce.	A EENM aplicada em pacientes graves com COVID-19 sob ventilação mecânica invasiva mostrou-se segura. Entretanto, não houve melhora significativa da força muscular global na alta da UTI quando comparado ao grupo controle (MRC: 51 vs. 53 pontos; $p=0,439$), nem diferenças relevantes no tempo de ventilação mecânica, mobilidade funcional, tempo de internação em UTI, sugerindo que a curta duração da intervenção e o pequeno tamanho amostral podem ter influenciado os resultados.
5	Ensaio clínico randomizado, com 44 pacientes críticos idosos em centro único de emergência e cuidados Japão. Randomizados: 44 pacientes; Completaram: 32 (EENM: n=17, Controle: n=15). Idade média: $77,6 \pm 6,5$ anos; APACHE II: $29,7 \pm 6,3$. EENM duração: $9,6 \pm 4,8$ dias. Desfechos: força isométrica do quadríceps (QIS), distância de caminhada de 6 minutos, Índice Barthel.	Na alta hospitalar a Força Isométrica do Quadríceps foi significativamente maior no grupo EENM ($0,46 \pm 0,13$ kgf/kg) versus controle ($0,30 \pm 0,13$ kgf/kg), diferença média de 0,16 (IC 95%: $0,07-0,25$; $P = 0,002$). Desfechos secundários (6minute walk distance e Índice de Barthel) também maiores em EENM. Benefícios não limitados a pacientes jovens; estratégia chave contra sarcopenia aguda em idosos.

Nº	METODOLOGIA	PRINCIPAIS ACHADOS
6	Ensaio clínico randomizado realizado com pacientes internados em UTI, divididos em grupo controle (fisioterapia padrão), grupo EENM de baixa frequência + fisioterapia padrão e grupo EENM de média frequência + fisioterapia padrão. A EENM foi aplicada bilateralmente nos músculos quadríceps femoral e tibial anterior durante a internação na UTI. Foram avaliados força muscular periférica (MRC-SS), força de preensão palmar, equilíbrio dinâmico, mobilidade funcional, independência funcional, tempo de ventilação mecânica, permanência na UTI e tempo de hospitalização.	Ambos os protocolos de EENM combinados com fisioterapia padrão foram eficazes na melhora da força muscular e funcionalidade dos pacientes críticos. Entretanto, a EENM de média frequência apresentou resultados superiores, promovendo maiores ganhos de força muscular periférica, mobilidade funcional e independência funcional. O grupo de média frequência apresentou menor prevalência de fraqueza muscular adquirida na UTI na alta hospitalar (6% vs. 53% no grupo controle) e menor tempo total de hospitalização ($25,8 \pm 3,9$ vs. $27,0 \pm 4,7$ dias). Não houve diferenças significativas no tempo de ventilação mecânica.

Fonte: Neuton et al, 2026.

4 DISCUSSÃO

Os estudos analisados demonstram a eficácia da EENM na prevenção e tratamento da FAUTI. Entretanto, embora os resultados indiquem efeitos favoráveis sobre a força muscular periférica e tempo de ventilação mecânica, a variação metodológica e dos desfechos avaliados exigem uma análise cuidadosa para situar esses achados e orientar a prática clínica.

No que se refere à força muscular periférica, Bao *et al.* (2022) avaliaram 65 pacientes de UTI divididos em grupos: o Grupo I recebeu treinamento ativo e passivo (APAT) associado à EENM no gastrocnêmio e tibial anterior; o Grupo II recebeu APAT com EENM apenas no gastrocnêmio; e o grupo controle recebeu somente APAT. A redução da força do gastrocnêmio foi significativamente menor nos grupos com EENM em relação ao controle. O grupo I ainda apresentou menor perda na amplitude de movimento do tornozelo e na área de seção transversal da perna, indicando que a abordagem bilateral potencializa a prevenção da atrofia.

Complementando os achados sobre a musculatura periférica, Liu *et al.* (2023) investigaram os efeitos da EENM na musculatura respiratória de 80 pacientes em ventilação mecânica. Um grupo recebeu EENM combinada com reabilitação precoce, enquanto o grupo controle apenas a reabilitação precoce incluindo mudança de decúbito, manutenção da amplitude de movimento articular, sentar na beira do leito e ortostatismo. Os resultados demonstraram que o grupo com EENM apresentou uma variação da fração de espessamento diafragmático (DTF) maior e menor redução na área de seção transversal do reto femoral, notavelmente a duração da ventilação mecânica também foi menor neste grupo de 189,5 para 109,5 horas.

A relação entre os dois estudos demonstra que a EENM exerce efeitos benéficos tanto sobre a musculatura periférica quanto respiratória. Enquanto Bao *et al.* (2022) demonstrou a importância da estimulação simultânea de músculos agonistas e antagonistas nos membros inferiores, Liu *et al.* (2023) evidenciou que a EENM pode reduzir a atrofia diafragmática e reduzir o tempo de ventilação mecânica. A utilização de parâmetros de estimulação semelhantes em ambos os estudos (frequência de 30-50 Hz, pulso de 250-300 μ s) sugere que essa faixa pode ser um ponto de partida eficaz para a prática clínica.

Um aspecto particularmente relevante é a aplicabilidade da EENM em pacientes sob sedação profunda. Miyagishima *et al.* (2024) com 68 pacientes com COVID-19 e síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA) sob sedação profunda (RASS -4 a -5), dos quais 38 receberam EENM e 30 não receberam. Os resultados demonstraram que a incidência de FAUTI foi significativamente menor no grupo EENM 28,95% vs 56,67%. Além disso, a análise de regressão logística confirmou a EENM como um fator protetor para o desenvolvimento de FAUTI, juntamente com o sucesso no desmame do ventilador e a menor duração da sedação.

Em contraste com estudos anteriores, Tsuchikawa *et al.* (2024) não observaram benefícios significativos da EENM em pacientes com COVID-19 grave internados na UTI, 32 pacientes submetidos à ventilação mecânica invasiva, foram divididos entre grupo EENM e controle. A intervenção foi iniciada cerca de 3 dias após a admissão na UTI, com média de 6 sessões por paciente, associada à reabilitação precoce convencional. Apesar de a técnica ter se mostrado segura, não houve diferenças significativas entre os grupos quanto à força muscular avaliada pelo escore MRC (51 vs. 53 pontos), mobilidade ou demais desfechos clínicos.

A divergência entre os resultados pode ser atribuída a diferenças metodológicas importantes. Enquanto Miyagishima *et al.* 2024, iniciou o uso da EENM dentro de dois dias da sedação profunda com um maior número de pacientes avaliados (68) e com uma frequência de 1-20 Hz, Tsuchikawa *et al.* 2024, iniciaram após 3,2 dias com menos pacientes (32), empregando uma frequência variável iniciando com bursts de alta frequência (200 Hz) seguidos de baixa frequência (20 Hz). Estas diferenças demonstram que o momento de início da intervenção e os parâmetros de estimulação podem ser determinantes críticos para a eficácia da EENM.

A questão dos parâmetros ideais de estimulação foi diretamente investigada por Guerra-Vega *et al.* (2025) em seu estudo com 54 pacientes em ventilação mecânica, no qual um grupo controle recebeu apenas fisioterapia padrão, o seguinte EENM de baixa frequência (100 Hz) e o último EENM de média frequência (100 Hz com frequência portadora de 2500 Hz - corrente

rusa), ambos combinados a fisioterapia. Ambos os grupos com EENM melhoraram a capacidade funcional. Entretanto, a EENM de média frequência proporcionou benefícios adicionais no equilíbrio dinâmico, no grau de independência e na qualidade de vida, assim foi a única intervenção associada a uma redução significativa na duração da internação hospitalar.

A aplicabilidade da EENM em populações específicas, também merece destaque. Yokobatake *et al.* (2025) investigaram essa questão em 32 pacientes idosos críticos (idade média 77 anos), comparando um grupo EENM a um controle. A intervenção consistiu em sessões diárias de 60 minutos, com frequência de 20 Hz e uma largura de pulso de 250 μ s, por uma média de 9,6 dias. Na alta hospitalar, o grupo EENM apresentou força isométrica do quadríceps significativamente maior (0,46 vs. 0,30 kgf/kg). Desfechos secundários, como o teste de caminhada de 6 minutos e o Índice de Barthel, também foram superiores no grupo EENM.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em síntese, o estudo demonstrou que a estimulação elétrica neuromuscular representa uma estratégia terapêutica promissora para a prevenção e tratamento da fraqueza adquirida na UTI. As evidências analisadas mostraram benefícios consistentes sobre a força muscular periférica e respiratória, com redução significativa do tempo de ventilação mecânica em diversos contextos clínicos. A EENM mostrou-se eficaz tanto em pacientes conscientes quanto sob sedação profunda, bem como em populações específicas como idosos e pacientes com COVID-19.

A implementação da EENM na prática clínica deve considerar os parâmetros de estimulação, o momento de início da intervenção e as características individuais dos pacientes. Os estudos sugerem que frequências entre 20-50 Hz, largura de pulso de 250-300 μ s e sessões diárias de 20-60 minutos são parâmetros adequados. A estimulação de média frequência (corrente russa) pode oferecer benefícios adicionais em termos de capacidade funcional e tempo de internação. Pesquisas futuras devem focar na padronização de protocolos, identificação de subgrupos de pacientes que mais se beneficiam da intervenção e avaliação de desfechos em longo prazo.

REFERÊNCIAS

Balke L, et al. Electrical muscle stimulation in critically ill patients: A systematic review. *Frontiers in Physiology*. 2022;13:865437. DOI: 10.3389/fphys.2022.865437

Bao W, et al. Prevention of muscle atrophy in ICU patients without nerve injury by neuromuscular electrical stimulation: a randomized controlled study. **BMC Musculoskeletal Disorders**. 2022;23:780. DOI: 10.1186/s12891-022-05739-2

Burgess LC, et al. Effect of neuromuscular electrical stimulation on the recovery of people with COVID-19 admitted to the intensive care unit: A narrative review. **Journal of Rehabilitation Medicine**. 2021;53:jrm00164. DOI: 10.2340/16501977-2805

Fazzini B, et al. The rate and assessment of muscle wasting during critical illness: a systematic review and meta-analysis. **Critical Care**. 2023;27(1):2. DOI: 10.1186/s13054-022-04253-0

Guerra-Vega P, et al. Medium-Frequency Neuromuscular Electrical Stimulation in Critically Ill Patients Promoted Larger Functional Capacity Improvement During Recovery than Low-Frequency Neuromuscular Electrical Stimulation: Randomized Clinical Trial. **Journal of Clinical Medicine**. 2025;14:5407. DOI: 10.3390/jcm14155407

Liu Y, et al. Effect of neuromuscular electrical stimulation combined with early rehabilitation therapy on mechanically ventilated patients: a prospective randomized controlled study. **BMC Pulmonary Medicine**. 2023;23:272. DOI: 10.1186/s12890-023-02481-w

Miyagishima S, et al. Neuromuscular Electrical Stimulation Under Deep Sedation Reduces the Incidence of ICU-Acquired Weakness in Critically Ill Patients With COVID-19 With Acute Respiratory Distress Syndrome. **Cureus**. 2024;16(10):e71029. DOI: 10.7759/cureus.71029

Tsuchikawa Y, et al. Effects of acute phase intensive electrical muscle stimulation in COVID-19 patients requiring invasive mechanical ventilation: an observational case-control study. **Scientific Reports**. 2024;14:5254. DOI: 10.1038/s41598-024-55969-8

10

Viana, A P, et al. Electrical neuromuscular stimulation (EENM) effects on respiratory and motor function in critically ill individuals. **Saúde e Pesquisa, [S. l.]**, v. 18, p. e12985, 2025. DOI: 10.17765/2176-9206.2025v18e12985

Vila Pouca CP, et al. Neuromuscular electrical stimulation in critically ill patients: An umbrella review. **Australian Critical Care**. 2025;38:101456. DOI: 10.1016/j.aucc.2025.101456

Wang L, et al. The effects of early mobilization in mechanically ventilated adult ICU patients: systematic review and meta-analysis. **Frontiers in Medicine**. 2023;10:1202754. DOI: 10.3389/fmed.2023.1202754

Wu L, et al. Different types of early rehabilitation programs for critically ill patients: A systematic review and network meta-analysis. **PLOS ONE**. 2023;18(4):e0284923. DOI: 10.1371/journal.pone.0284923

Yokobatake K, et al. Effect of Neuromuscular Electrical Stimulation for Older Critically Ill Patients in the ICU: A Randomized Controlled Trial. **Critical Care Explorations**. 2025;7(12):e1345. DOI: 10.1097/CCE.0000000000001345.