

## EFEITO DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR EM PACIENTES CRÍTICOS EM UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA- UMA REVISÃO INTEGRATIVA.

### EFFECT OF NEUROMUSCULAR ELECTRICAL STIMULATION IN CRITICAL PATIENTS IN THE INTENSIVE CARE UNIT - AN INTEGRATIVE REVIEW.

Caroligia Pereira de Souza, Afonso José Mafra Freire, Lorena Flores Malaquias, Kleyton Trindade Santos

FACULDADE INDEPENDENTE DO NORDESTE

#### Abstract

The objective of this systematic review is to present the impact of neuromuscular electrical stimulation (NMES) on intensive care unit (ICU) patients through clinical trial studies. This is an integrative literature review, where the studies were selected following these steps: formulation of the research question and topic, establishment of the type of study for article selection, eligibility criteria, database search, and rigorous analysis of the studies to verify their relevance to the proposed topic of this review. The search that underpinned this review was guided by the following research question: What are the effects of Neuromuscular Electrical Stimulation on patients undergoing intensive care? Based on the analysis conducted for the selection of articles, 11 studies were chosen to be included in this review. In conclusion, there is still no consensus on the effectiveness of using NMES in ICU patients due to the heterogeneity of the samples, very small sample sizes, and lack of standardized protocols, which impede comparisons between studies and/or interfere with the conduct of new studies. There is a scarcity of well-conducted randomized clinical trials with low risk of bias on the subject. Issues such as duration, safety, dosage, and outcomes remain unresolved. Most of the studies included in this review reported no benefits of NMES in critically ill patients in intensive care in terms of strength gain, early mobilization, length of hospital stay, and duration of mechanical ventilation.

**Keywords:** Intensive Care Unit. Electrical Stimulation. Early Mobilization. Intensive Care.

#### Resumo

O objetivo dessa revisão sistemática é apresentar a repercussão da estimulação elétrica neuromuscular em pacientes de unidade de terapia intensiva, através de estudos do tipo ensaios clínicos. Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, onde os estudos foram selecionados a partir das seguintes etapas: elaboração da questão de pesquisa e tema, estabelecimento do tipo de estudo para seleção dos artigos, critérios de elegibilidade, busca na base de dados e análise rigorosa dos estudos para verificar sua relevância ao tema proposto nesta revisão. A busca que fundamentou esta revisão foi norteadada pela seguinte questão de pesquisa: Quais os efeitos da Estimulação Elétrica Neuromuscular em pacientes submetidos à terapia intensiva? A partir da análise realizada para a seleção dos artigos, foram selecionados 11 estudos para compor esta revisão. Em conclusão, ainda não há um consenso sobre a eficácia do uso da EENM em pacientes de UTI já que pela heterogeneidade das amostras, amostras muito pequenas e falta de protocolo impossibilita a comparação entre os estudos e/ou interfere na condução de novos estudos, há escassez de ensaio clínicos randomizados bem conduzidos e com baixo risco de viés sobre o assunto, questões como tempo, segurança, dose e resultado permanecem sem respostas concretas. A maioria dos estudos utilizados para esta revisão relataram não haver benefícios na utilização da EENM em pacientes críticos em cuidados intensivos tanto no ganho de força quanto na mobilização precoce, tempo de internamento e tempo de ventilação mecânica.

**Palavras-chave:** Unidade de Terapia Intensiva. Estimulação Elétrica. Mobilização Precoce. Cuidado

**Introdução** A doença crítica e o tratamento intensivo são capazes de levar a graves

comprometimentos funcionais, nas capacidades cognitivas e na saúde mental, o que influenciam diretamente na vida diária das pessoas. A primeira semana de internamento em uma Unidade de Terapia Intensiva (UTI) é severa, já que a massa muscular e a função são perdidas rapidamente. A perda muscular está relacionada à imobilidade, distúrbios metabólicos e inflamação, e é evidente logo entre às 18-48h do início da doença crítica aguda ou lesão grave, sendo maior durante as primeiras 2-3 semanas da doença crítica. Os comprometimentos físicos, em relação a fraqueza muscular, implicam diretamente a curto prazo, já que os pacientes que sofrem de fraqueza têm menor chance de serem desmamados da ventilação mecânica, de receberem alta do hospital ou sobreviverem. E esses acometimentos funcionais, podem permanecer por pelo menos 5 anos após a alta da UTI<sup>1-2-3</sup>.

Antigamente, a rotina dos cuidados gerais ofertados na UTI englobava o uso excessivo de sedação e imobilização dos pacientes, que se acreditavam necessários para contribuir nas intervenções para normalizar a função fisiológica por meios artificiais. Na última década, ocorreu uma grande mudança no padrão assistencial dessa abordagem, o que fizeram adotar tratamentos mais conservadores para pacientes de UTI. Entretanto, uma política de interrupção diária da sedação tem sido empregada e provou ser benéfica, assim como a prática da mobilização precoce, consequentemente essas intervenções em conjunto podem atuar na prevenção das sequelas neuromusculares a longo prazo em sobreviventes de terapia intensiva<sup>2</sup>.

Dentre os tratamentos disponíveis para a mobilização precoce de pacientes internados em UTI, a Estimulação Elétrica Neuromuscular (EENM) tem sido vista como um método promissor. A EENM é capaz de gerar contrações musculares em pacientes inconscientes ou sedados, ou seja, sem os esforços voluntários do paciente, sendo possível a utilização desse recurso como tratamento na fase inicial da doença crítica ou em qualquer outra condição que leva o internamento na UTI. Alguns ensaios clínicos foram capazes de fundamentar a hipótese de que a EENM é capaz de melhorar a condição física dos doentes em UTI, enquanto outros mostraram resultados inversos, como nenhuma melhora da força ou função muscular<sup>4-1-3-5</sup>.

A literatura científica ainda não tem um consenso sobre o efeito da EENM em pacientes em cuidados intensivos. Portanto, ainda há incerteza sobre benefícios e ou malefícios no estado funcional do paciente, estado de mobilidade, força muscular e/ou atrofia muscular, qualidade de vida, no tempo de internamento na UTI e no tempo de ventilação, em relação a utilização da EENM em comparação a não utilização desse recurso em pacientes de UTI. Visto isso, o objetivo dessa revisão sistemática é investigar o impacto da estimulação elétrica neuromuscular sobre pacientes de unidade de terapia intensiva através de ensaios clínicos.

## Metodologia

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, onde os estudos foram selecionados a partir das seguintes etapas: elaboração da questão de pesquisa e tema, estabelecimento do tipo de estudo para seleção dos artigos, critérios de elegibilidade, busca na base de dados e análise rigorosa dos estudos para verificar sua relevância ao tema proposto nesta revisão.

A busca que fundamentou esta revisão foi norteada pela seguinte questão de pesquisa: Quais os reais efeitos da Estimulação Elétrica Neuromuscular em pacientes submetidos à terapia intensiva? As buscas foram realizadas entre os meses setembro e outubro do ano de 2021 na base de dados Pubmed, utilizando as seguintes palavras-chaves no idioma inglês: “electrical stimulat[i]o [AND] ICU”; “Early rehabilitation [AND] ICU”; “Mobility [AND] Critically ill; “Intensive care unit [AND] electrical stimulat[i]o”; “Physical therapy [AND] ICU”; “Critical care”, sendo as buscas realizadas de forma separada e utilizando os indicadores booleanos. O recorte temporal utilizado foram artigos científicos publicados no período de 2016 a 2021 extraídos na base de dados Pubmed.

Os critérios utilizados para inclusão dos artigos foram estudos com desenho de pesquisa do tipo ensaios clínicos randomizados, que estivessem inseridos no tema sobre a utilização da estimulação elétrica neuromuscular em pacientes de unidade de terapia intensiva, que estivessem nos idiomas: inglês ou português e de acesso livre. Foram excluídos aqueles estudos que não fossem ensaios clínicos, estudos realizados em UTI neonatal e pediátrica, estudos que não falassem sobre o

tema proposto, estudos de acesso restrito e estudos publicados antes do ano de 2016. A seleção dos estudos foi a partir da análise dos títulos, metodologia e resultados. A amostra foi constituída por 11 artigos para realizar a presente revisão, sendo todos extraídos pela base de dados Pubmed.

### **Resultados**

A partir da análise realizada para a seleção dos artigos, foram selecionados 11 estudos. As informações obtidas encontram-se dispostas na Tabela 1 a seguir:

**Tabela 1** - Distribuição dos artigos de acordo com os critérios metodológicos- BA, 2021.

Autor	Título	Tamanho da Amostra	Objetivos do estudo	Desfechos
Fossat et al., 2018	Efeito do ciclismo de pernas na cama e da estimulação elétrica do quadríceps na força muscular global em adultos em estado crítico:  Um ensaio clínico randomizado.	314 pessoas participaram desse estudo.	O objetivo deste estudo foi avaliar se a combinação de estimulação elétrica precoce dos músculos quadríceps e ciclagem de perna na cama em um cicloergômetro adicionado a um programa de reabilitação precoce padronizado pode melhorar os efeitos da mobilização precoce em pacientes de UTI em termos de força muscular global avaliada na alta da UTI.	O principal achado deste ensaio clínico em um único centro foi que, entre os pacientes admitidos na UTI, o ciclismo na cama e a estimulação elétrica dos músculos quadríceps adicionados à reabilitação precoce em comparação com a reabilitação precoce isolada não resultaram em melhora da força muscular global avaliada pelo escore MRC na alta da UTI. O estudo também não mostrou diferenças significativas em resultados secundários importantes, como o número de dias sem ventilação ou qualidade de vida auto-relatada em 6 meses, conforme refletido pelos componentes físicos e mentais do questionário Short Form Health Survey de 36 itens
Kitamura et al., 2018	Efeito da estimulação elétrica neuromuscular perioperatória em pacientes submetidos a cirurgia cardiovascular: um ensaio piloto randomizado controlado	138 pacientes participaram deste estudo.	Este estudo teve como objetivo examinar os efeitos da estimulação elétrica neuromuscular perioperatória na proteólise muscular e função física em pacientes submetidos à cirurgia cardiovascular.	No entanto, a estimulação elétrica neuromuscular não forneceu quaisquer efeitos positivos nos resultados do estudo, os dados deste estudo piloto não mostraram efeitos benéficos claros da EENM em pacientes submetidos à cirurgia cardiovascular.
Cerqueira et al., 2018	Capacidade de deambulação e resultado funcional em pacientes submetidos à estimulação elétrica neuromuscular após cirurgia cardíaca valvar.  Um ensaio clínico randomizado	59 pacientes participaram deste estudo.	Este estudo teve como objetivo investigar os efeitos da EENM na capacidade de locomoção, força muscular, independência funcional e qualidade de vida em pacientes de cirurgia cardíaca valvar no pós-operatório imediato.	Em conclusão, o uso de EENM não apresentou efeito na capacidade de deambulação, força, qualidade de vida e resultado funcional em pacientes no pós-operatório regular de cirurgia cardíaca valvar. Os resultados sugerem que o uso de EENM no pós-operatório imediato em pacientes submetidos à cirurgia valvar de rotina e com curta permanência na UTI não influenciou a capacidade de deambulação, força muscular, qualidade de vida e independência funcional desta coorte. Esses achados podem estar associados ao curto

				período de sedação, VM, repouso no leito e permanência na UTI, que favorecem o engajamento ativo precoce desses pacientes nas intervenções de reabilitação, levando a melhores resultados funcionais e diminuição da vulnerabilidade à atrofia e músculos fraqueza secundária à imobilização, para a qual a EENM poderia trazer maiores benefícios, porém não houve efeito.
Wollersheim et al., 2019	Emagrecimento muscular e função após ativação muscular e fisioterapia precoce baseada em protocolo: um ensaio exploratório	50 pacientes participaram deste estudo.	O objetivo deste estudo foi investigar se uma fisioterapia baseada em protocolo avançado sozinha ou combinada com medidas adicionais de ativação muscular, como a estimulação elétrica neuromuscular, poderia prevenir a atrofia muscular, manter a homeostase da proteína e melhorar a força muscular e a independência funcional em pacientes com sepse e síndrome de disfunção de múltiplos órgãos relacionados com alto risco de fraqueza adquirida na UTI.	Em conclusão, a aplicação de medidas de ativação muscular além da fisioterapia precoce baseada em protocolo em pacientes criticamente enfermos com síndrome de disfunção de múltiplos órgãos e síndrome de sepse não causou nenhum dano e preveniu a atrofia muscular. Na melhora na força ou função muscular - atribuível à prevenção da atrofia - não pôde ser observada na alta da UTI nem no seguimento de 12 meses.
McCaughey et al., 2019	Estimulação elétrica funcional abdominal para auxiliar no desmame do ventilador em doenças críticas: um estudo piloto duplo-cego, randomizado e controlado por sham.	20 participantes.	O objetivo principal deste estudo piloto foi avaliar a viabilidade de empregar um programa de treinamento com Estimulação Elétrica Funcional (FES) abdominal com pacientes em estado crítico sob ventilação mecânica. Os objetivos secundários foram investigar o efeito da FES abdominal na atrofia muscular, duração da ventilação mecânica e tempo de internação na UTI.	Embora este estudo piloto não tenha potência suficiente para fazer uma conclusão estatística precisa, não foi encontrado uma diferença longitudinal na espessura dos músculos respiratórios entre os grupos. No entanto, o tempo de permanência na UTI e o tempo de ventilação mecânica foram menores na FES abdominal do que no grupo controle.
Nakamura et al., 2019	Eficácia da estimulação elétrica do músculo esquelético da correia na redução da taxa de perda de volume	94 participantes.	O objetivo do presente estudo foi avaliar a eficácia da estimulação elétrica do músculo esquelético com eletrodo de correia na redução da perda de volume muscular na fase aguda inicial em	Este ensaio clínico randomizado examinou a eficácia da estimulação elétrica muscular na perda de volume do músculo femoral em cuidados intensivos e descobriu que inibia significativamente a perda de volume muscular. Os resultados sugerem que a

	muscular em pacientes criticamente doentes: um teste randomizado controlado		pacientes de UTI. Um ensaio clínico randomizado.	estimulação elétrica muscular, aplicado via com eletrodo de correia, pode ser introduzido em pacientes criticamente enfermos na fase aguda da terapia intensiva.
Grunow et al., 2019	Resposta contrátil diferencial de pacientes gravemente enfermos à estimulação elétrica neuromuscular	50 indivíduos participaram deste estudo.	O objetivo do estudo foi caracterizar a resposta de pacientes criticamente enfermos à Estimulação Elétrica Neuromuscular, determinar preditores para uma resposta terapêutica adequada ou inadequada e investigar os potenciais benefícios ou prejuízos de uma resposta muscular adequada, respectivamente inadequada, à EENM.	Diferentes grupos musculares, bem como diferentes pacientes, apresentam uma resposta variável à EENM, que parece ser dependente de múltiplos fatores que estão ligados aos respectivos patomecanismos por trás do desenvolvimento da fraqueza adquirida na UTI. Uma vez que foi observado um grau variável de melhora clínica ao comparar os pacientes que responderam adequadamente a EENM com aqueles que não o fizeram, é fortemente sugerido que as taxas de resposta a EENM devem ser relatadas em estudos futuros e avaliadas em relação aos resultados clínicos. A diferença descrita nas taxas de resposta ao EENM pode explicar os achados controversos de estudos anteriores e melhorar a qualidade da evidência em futuros estudos de EENM em cuidados intensivos.
Silva et al., 2019	Estimulação elétrica neuromuscular em pacientes gravemente enfermos com lesão cerebral traumática atenua atrofia muscular, distúrbios neurofisiológicos e fraqueza: um ensaio clínico randomizado	60 participantes do estudo.	Este estudo teve como objetivo avaliar o tempo necessário e os efeitos de um protocolo de EENM na arquitetura muscular, distúrbios eletrofisiológicos neuromusculares e força muscular e, secundariamente, avaliar os efeitos na inflamação sistêmica plasmática, respostas catabólicas e resultados clínicos.	A EENM aplicada diariamente por quatorze dias consecutivos reduziu a atrofia muscular, a incidência de distúrbios eletrofisiológicos neuromusculares e a fraqueza muscular em pacientes gravemente enfermos com TCE. Foram necessários pelo menos 7 dias de EENM para obter os primeiros resultados significativos. O presente estudo demonstrou que um protocolo de EENM de tipo clínico é eficaz para preservar a integridade muscular, aumentar o pico de força evocada. Os benefícios da arquitetura muscular e força foram detectados a partir do 7º dia, enquanto o efeito da EENM para reduzir a distúrbio eletrofisiológico neuromuscular só foi observado a partir do 14º dia de tratamento

<p>Sumin et al., 2020</p>	<p>Estimulação elétrica neuromuscular na reabilitação precoce de pacientes com complicações pós-operatórias após cirurgia cardiovascular. Um ensaio clínico randomizado</p>	<p>44 pacientes participaram deste estudo.</p>	<p>Teve como objetivo avaliar a eficácia da EENM em pacientes com complicações após cirurgia cardíaca que limitam sua atividade física.</p>	<p>No presente estudo, a EENM do músculo quadríceps foi associada a um aumento mais perceptível na força dos músculos estimulados em comparação ao grupo controle em pacientes com complicações após cirurgia cardiovascular, mostrou também efeitos benéficos da EENM na força muscular em pacientes com complicações após cirurgia cardiovascular. O uso de EENM não apresentou efeito na força do músculo não estimulado, na AST do quadríceps e na distância do TC6 na alta.</p>
<p>Jonkman et al., 2020</p>	<p>Estimulação elétrica sincronizada com a respiração dos músculos expiratórios em pacientes ventilados mecanicamente: um estudo de viabilidade controlado randomizado e análise conjunta.</p>	<p>20 pacientes participaram deste estudo.</p>	<p>O objetivo do presente estudo foi avaliar a viabilidade de realizar FES da musculatura expiratória em uma população mista de UTI.</p>	<p>O estudo de viabilidade atual demonstra que a FES dos músculos expiratórios sincronizados com a respiração é viável, segura e eficaz na eliciação da atividade muscular expiratória durante a ventilação mecânica em pacientes de UTI. Foi observado uma diferença entre os grupos nas alterações da espessura muscular expiratória abdominal total no dia 3, favorecendo o grupo ativo, no entanto, não foi encontrado diferenças entre os grupos no dia 5.</p>
<p>Waldauf et al., 2021</p>	<p>Cicloergometria assistida por estimulação elétrica funcional em pacientes críticos: protocolo para um ensaio clínico randomizado</p>	<p>150 indivíduos</p>	<p>Investigar os efeitos da reabilitação intensiva muito precoce usando um protocolo direcionado a metas que inclui cicloergometria funcional assistida por estimulação elétrica em pacientes de UTI mecanicamente ventilados com previsão de necessidade de internação prolongada na UTI.</p>	<p>O principal achado deste estudo é que em pacientes ventilados mecanicamente com longa duração prevista de internação na UTI, o programa de mobilidade progressiva foi iniciado muito cedo e contendo cicloergometria funcional assistida por estimulação elétrica não melhorou a deficiência física 6 meses após sobreviver à doença crítica, nem a duração da ventilação mecânica ou quaisquer parâmetros de massa muscular esquelética, potência e função na alta da UTI.</p>

## Discussão

O principal achado no estudo de Fossat et al<sup>3</sup> foi que, os pacientes admitidos na UTI que fizeram o uso da cicloergometria no leito e a estimulação elétrica dos músculos quadríceps somado à reabilitação precoce quando comparados com aqueles que só fizeram a reabilitação precoce isolada, não obtiveram melhora da força muscular global avaliada pelo escore MRC na alta da UTI. O estudo mostrou que não houve diferenças significativas importantes em resultados secundários, como o número de dias sem ventilação ou qualidade de vida auto relatada aos 6 meses, conforme refletido pelos componentes físicos e mentais do questionário Short Form Health Survey de 36 itens utilizada no estudo.

Corroborando com o estudo de Waldauf et al<sup>6</sup>, em que os pacientes ventilados mecanicamente com longa duração de internação na UTI foram submetidos a um programa de mobilidade progressiva iniciado precocemente, associado ao uso da estimulação elétrica funcional, foi observado que não houve melhora da deficiência física seis meses após sobreviver à doença crítica. Além disso, não houve preservação mensurável da massa muscular dos membros inferiores, potência muscular, aptidão física na alta da UTI, nem diminuição do tempo em ventilação mecânica (VM) e/ou permanência na UTI. Portanto, o uso da estimulação elétrica neste estudo, mostrou-se segura, sem nenhum comprometimento imediato na função cardiorrespiratória e nem disfunção da diálise, foi observado também em um subgrupo a segurança em paciente com lesão neurológica, permitindo essa intervenção com o monitoramento da pressão intracraniana (PIC), nenhuma sessão foi interrompida devida a elevação da PIC, contudo, não foi observado qualquer efeito imediato da estimulação elétrica na funcionalidade ou na reabilitação de controle na PIC.

Apesar disso, neste estudo foi notado elevações atrasadas de PIC que ocorreram no grupo de intervenção, que foi o grupo que utilizou a estimulação elétrica, e após seis meses na avaliação da saúde mental, funções emocionais e sociais foram piores no grupo intervenção em comparação com o grupo controle. O uso de sedativos e antipsicóticos não foi diferente entre os grupos, o que não teve explicação para a ocorrência desses

fenômenos. No entanto, não deve-se descartar que o uso da estimulação elétrica funcional em si foi responsável pelo comprometimento da função do sistema nervoso central, já que o programa de mobilidade progressiva por si só é seguro em pacientes neurológico<sup>6</sup>.

No estudo de Kitamura et al<sup>7</sup>, ao contrário da expectativa dos pesquisadores, a EENM não proporcionou quaisquer efeitos positivos nos desfechos do estudo. Os resultados negativos podem ser esclarecidos pela atividade física pós-operatória ser diferente da mobilização precoce após a cirurgia que não foi controlada neste estudo. A atividade física pré-operatória mostrou uma relação independente com a redução do tempo prolongado de permanência na UTI. Além disso, a quantidade de atividade física pós-operatória se associa negativamente com o tempo de internação hospitalar. A indicação clínica para EENM é outra questão que deve ser estudada com base nas características dos pacientes. Esperava-se que a EENM diminuía a proteólise muscular pós-operatória e os declínios funcionais subsequentes em pacientes após cirurgia cardiovascular.

Não houve efeitos prejudiciais, como elevação acentuada da pressão arterial sistólica, frequência cardíaca ou mau funcionamento do marcapasso, exceto em um paciente que desistiu devido a dor muscular, a baixa taxa de eventos adversos associados à EENM pode ser positivo para o desenvolvimento de uma nova estratégia de manejo perioperatório em uma determinada população de pacientes, já que indica ser segura<sup>7</sup>.

No estudo de Cerqueira et al., os participantes do grupo experimental receberam estimulação elétrica neuromuscular (EENM) e tratamentos fisioterapêuticos regulares no pós-operatório imediato, desde a admissão na UTI até o quinto dia de pós-operatório. Eles foram submetidos à EENM duas vezes ao dia, totalizando 10 sessões por paciente. Os participantes do grupo controle receberam o atendimento fisioterapêutico habitual realizado pelos fisioterapeutas hospitalares, também duas vezes ao dia, pela manhã e à noite. Os resultados mostraram que o uso de EENM no pós-operatório imediato em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca valvar de rotina e com curta permanência na UTI não influenciou a capacidade de



deambulação, força muscular, qualidade de vida e independência funcional. Esses achados podem estar associados ao curto período de sedação, ventilação mecânica, repouso no leito e permanência na UTI, que favorecem a mobilização ativa precoce desses pacientes durante as intervenções de reabilitação, levando a melhores resultados funcionais e redução da vulnerabilidade à atrofia e à fraqueza muscular secundária à imobilização, condições nas quais a EENM poderia trazer maiores benefícios.

Os pacientes pós-operatórios deste estudo apresentaram manutenção da independência funcional, qualidade de vida e força muscular geral, tendo menor vulnerabilidade ao declínio funcional nos dois grupos estudados. A queda do escore MRC de membros superiores e da capacidade física observada no terceiro dia de pós-operatório em ambos os grupos, houve uma predisposição de recuperação aos valores iniciais no quinto dia de pós-operatório, isso aconteceu possivelmente pela esternotomia. Já que a esternotomia limita a mobilização e avaliação da força muscular dos membros superiores durante os primeiros dias de pós-operatório, sugerindo ser necessário um tempo maior para uma melhor recuperação<sup>8</sup>.

Um estudo observou melhores resultados da EENM em pacientes submetidos a sedação mais longa, VM, restrição de leito e permanência prolongada na UTI e em pacientes que não puderam se participar em intervenções de reabilitação ativa devido à gravidade da doença crítica, sedação profunda, delírio e coma, mas ainda não está bem esclarecido sobre essas afirmações já que ensaios clínicos randomizados bem conduzidos são escassos sobre a temática. A fraqueza muscular adquirida na UTI afeta de 24% a 77% dos pacientes internados por mais de uma semana, o que não foi observado na população do presente estudo, cujo tempo médio de permanência na UTI foi de 2 a 3 dias. Este estudo, utilizou como amostra pacientes em pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca com protocolo de aplicação da EENM por 5 dias<sup>8</sup>.

Wollersheim et al<sup>5</sup> investigaram o efeito das medidas de ativação muscular, além da fisioterapia baseada em protocolo, na perda muscular, homeostase proteica e função muscular em uma coorte selecionada de pacientes com disfunção de múltiplos órgãos e sepse. A prática de fisioterapia baseada em protocolo sozinha teve um impacto importante em relação à prática fisioterapêutica comum, já que preveniu a atrofia muscular. Por mais que preservou a área da secção transversal do

miócito, a intervenção com ativação muscular não preveniu a fraqueza muscular no primeiro despertar nem aumentou a força e função muscular na alta da UTI ou no acompanhamento de 12 meses. A mobilização precoce de pacientes criticamente enfermos é recomendada nas diretrizes internacionais, ao mesmo tempo que medidas adicionais de ativação muscular por EENM não são recomendadas devido à falta de evidências. A implantação de protocolos de mobilização durante a doença crítica inicial melhora a segurança, a intensidade e o grau de mobilização, como mostrado neste estudo.

Já no estudo de McCaughey et al<sup>9</sup>, teve como objetivo avaliar a viabilidade de empregar um programa de treinamento estimulação elétrica funcional (FES) abdominal com pacientes em estado crítico sob ventilação mecânica, assim como investigar o efeito da FES abdominal na atrofia dos músculos respiratórios, duração da ventilação mecânica e tempo de internação na UTI. Mais 90% em ambos os grupos estudados demonstraram viabilidade de realizar esta intervenção na população em estado crítico de ventilação mecânica. Apesar deste estudo piloto não ser suficiente para fazer uma conclusão estatística precisa, não foi encontrado uma diferença longitudinal na espessura dos músculos respiratórios entre os grupos. Portanto, foi observado que o tempo de permanência na UTI e o tempo de ventilação mecânica foram menores no grupo FES abdominal do que no grupo controle. Isso fornece a justificativa para um estudo completo para determinar se a FES abdominal pode reduzir a ventilação mecânica em doentes críticos.

Nakamura et al<sup>10</sup> examinaram a eficácia do EENM na perda de volume do músculo femoral em cuidados intensivos e observaram que inibiu significativamente a perda de volume do músculo, avaliado através de tomografia computadorizada. Esses desfechos indicam que a EENM, aplicado com eletrodo de correia, pode ser utilizado em pacientes criticamente enfermos na fase aguda da terapia intensiva. Neste estudo, a EENM foi introduzida a partir do segundo dia de internação na UTI. Os resultados do presente estudo sugerem que a EENM pode ser considerado como um recurso fisioterapêutico alternativa para a reabilitação precoce em paciente de UTI. Portanto, este estudo não encontrou nenhuma diferença significativa entre os grupos em termos do Índice de Barthel total na alta. No entanto, maiores pontuações do Índice de Barthel foram observadas no grupo EENM, especificamente na habilidade de subir escadas, que foi significativamente melhor.

A taxa de perda de volume muscular é capaz de estar relacionada com fraqueza muscular e função física perdida. Neste estudo, EENM foi utilizada em toda a parte inferior do corpo e manteve o volume muscular da parte inferior do corpo. A diminuição da taxa de perda de volume muscular pode ter associação com áreas de aptidões de locomoção que necessitam muito mais função muscular, como a capacidade de subir escadas. Portanto, mais estudos são necessários para esclarecer o efeito do EENM na função física, usando a avaliação com muitos outros testes funcionais<sup>10</sup>.

Na análise de Grunow et al<sup>1</sup> teve como objetivo delinear as características e também os preditores de uma resposta contrátil à EENM, e também os benefícios clínicos potenciais resultantes de uma resposta adequada à EENM. Os autores mostraram que no início da EENM, apenas dois terços dos estímulos levaram a uma resposta contrátil e que esse número diminuiu para um terço ao longo dos primeiros 7 dias de estimulação. Foi observado que as extremidades superiores responderam à EENM com mais frequência do que as extremidades inferiores e as extremidades distais com mais frequência do que as extremidades proximais. Pacientes classificados como respondedores à EENM mostraram ter um escore SOFA (uma escala de avaliação diária de disfunções de órgão relacionada à sepse) mais baixo e ter uma força muscular da extremidade superior significativamente melhorada na alta.

Neste estudo, foi observado que o músculo vasto lateral tem a menor taxa de resposta à EENM e que há uma diferença importante entre as extremidades superiores e inferiores na resposta à EENM. Por fim, os autores concluíram que diferentes grupos musculares, bem como diferentes pacientes, manifestaram resposta variável à EENM, que pode ser dependente de vários fatores que estão associados aos respectivos mecanismos desenvolvidos através da fraqueza adquirida na UTI. Pacientes com maior gravidade da doença, seja por sepse ou sem sepse, têm menor probabilidade de responder à EENM<sup>1</sup>.

O estudo de Silva et al<sup>4</sup> mostraram que um protocolo EENM utilizado no estudo foi eficaz para conservar a estrutura muscular, aumentar o pico de força evocado e diminuir a incidência de distúrbio eletrofisiológico neuromuscular. Os efeitos benéficos da estrutura muscular e força foram identificados a partir do 7º dia, enquanto o efeito da EENM para reduzir o distúrbio eletrofisiológico neuromuscular só foi detectado a partir do 14º dia de intervenção. Tudo indica

que o tempo necessário para o protocolo de EENM é essencial para conduzir a tomada de decisão sobre os efeitos do tratamento para neutralizar a atrofia do músculo esquelético, fraqueza e o distúrbio eletrofisiológico neuromuscular em pacientes gravemente enfermos com traumatismo cranioencefálico em estado crítico, que foram os pacientes estudados nesta pesquisa. O presente estudo foi o primeiro ensaio clínico a avaliar o efeito da EENM no pico de força evocado e na excitabilidade neuromuscular.

Um estudo realizado em pós-operatório de cirurgia cardiovascular, a EENM do músculo quadríceps foi relacionada a um aumento mais notável na força dos músculos estimulados em comparação ao grupo controle em pacientes com complicações após cirurgia cardiovascular. Porém, não foi identificado o efeito do EENM nos músculos não estimulados, não houve alteração no teste de caminhada de 6 minutos, assim como também não afetou o tempo geral do tratamento no hospital<sup>11</sup>.

Um estudo atual de viabilidade demonstrou que a estimulação elétrica funcional dos músculos expiratórios sincronizados com a respiração é viável, segura e eficaz na excitação da atividade muscular expiratória durante a ventilação mecânica em pacientes de UTI. Este estudo foi planejado para averiguar a viabilidade e eficácia da excitação da atividade muscular expiratória nos estágios precoce da ventilação mecânica, já que a ventilação mecânica está correlacionada à atrofia por desuso dos músculos expiratórios. Foi observado que a FES muscular expiratória utilizada duas vezes ao dia com intensidade máxima de 100 mA é viável e segura em pacientes críticos estudados. Nenhum dano ou complicação grave relacionado à FES foi relatado neste estudo, e apenas algumas sessões foram interrompidas logo após o cumprimento dos critérios de segurança<sup>12</sup>.

A perda da massa muscular e / ou presença de fraqueza muscular retrata um desafio importante que afeta grande parte os pacientes de terapia intensiva. Os sobreviventes de doenças críticas, principalmente aquelas prolongadas, são constantemente afetados pela síndrome de cuidado pós-intensivo, que é definida por uma deficiência física e mental de longo prazo. As complicações clínicas da fraqueza muscular incluem, por exemplo, mobilização prejudicada, repouso prolongado no leito e tempo de internação prolongado na UTI e / ou no hospital. Portanto, isso pode provocar um ciclo vicioso de recorrências que implica em terapia repetida e / ou intensificada, o que pode outra

vez proceder em aumento da morbidade e mortalidade. Contudo, vale ressaltar que a fraqueza muscular provoca uma carga significativa não apenas aos indivíduos afetados, mas também aos sistemas de saúde, por isso a importância de pesquisas sobre protocolos e métodos que previnam a fraqueza muscular adquirida na UTI<sup>13</sup>.

Entretanto, não há consenso sobre os parâmetros do uso da EENM na UTI, o que dificulta a comparação entre os estudos. Resultados inconsistentes têm sido relatados em relação à prevenção da fraqueza muscular com EENM em pacientes de UTI, os resultados são conflitantes, a falta de ensaios clínicos também contribui para essas incertezas, portanto, uma ampla gama de questões permanece sem resposta em relação ao tempo, segurança, eficácia e modalidades de reabilitação física para pacientes de UTI, mais estudos precisam ser realizados para explorar as indicações de EENM com base nas características dos pacientes e para examinar a relação dose-resposta<sup>3-8-10</sup>.

### Considerações finais

Em conclusão, ainda não há um consenso sobre a eficácia do uso da EENM em pacientes de UTI já que pela heterogeneidade das amostras, amostras muito pequenas e a falta de protocolo impossibilita a comparação entre os estudos e/ou interfere na condução de novos estudos, há escassez de ensaio clínicos randomizados bem conduzidos e com baixo risco de viés sobre os assuntos, questões como tempo, segurança, dose e resultado permanecem sem respostas concretas. A maioria dos estudos utilizados para esta revisão relataram não haver benefícios na utilização da EENM em pacientes críticos em cuidados intensivos tanto no ganho de força quanto na mobilização precoce, tempo de internamento e tempo de ventilação mecânica, porém, alguns dos estudos notaram ser um procedimento seguro para ser usado em pacientes internados em UTI.

Mais estudos do tipo ensaios clínicos randomizados e bem conduzidos são necessários para definir a prescrição ideal da EENM (parâmetros, número de contrações, regularidade da terapia e duração do tratamento) para melhor compreender o efeito da EENM nos desfechos clínicos. Novos estudos também devem investigar a utilidade clínica primária da estimulação elétrica neuromuscular (EENM) em pacientes críticos e determinar se sua implementação em unidades de terapia intensiva é justificada. Além disso, é crucial avaliar o

impacto da EENM nos custos de tratamento, na mortalidade na UTI, no tempo de permanência na UTI, na qualidade de vida pós-alta hospitalar e em todos os domínios da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF). A falta de evidências científicas é o principal obstáculo para a adoção generalizada deste recurso nas UTIs.

Em suma, esta temática possui resultados variados e algumas lacunas significativas na literatura. Embora ser inconclusivo sobre os reais desfechos da prática, a pesquisa sobre EENM em UTIs desempenha um papel importante na comunidade social e acadêmica por diversas razões. Primeiramente, ela oferece percepções valiosas sobre estratégias de reabilitação que podem potencialmente melhorar os desfechos funcionais e de saúde dos pacientes críticos. Além disso, estudos bem conduzidos podem influenciar práticas clínicas, promovendo o uso eficaz e segura de tecnologias de reabilitação inovadoras. Estimular novas pesquisas não apenas impactam em decisões clínicas, mas também podem ter impactos econômicos significativos ao avaliar o custo-benefício da implementação da EENM. Além disso, ao explorar os efeitos da EENM em desfechos como mortalidade, tempo de permanência na UTI e qualidade de vida pós-hospitalar, esses estudos fornecem uma base científica para o desenvolvimento de diretrizes clínicas e políticas de saúde mais robustas.

Portanto, apesar das incertezas atuais, a continuação da pesquisa em EENM é fundamental para aprimorar a prática clínica, melhorar os resultados dos pacientes críticos e preencher as lacunas de conhecimento existentes, conduzindo a avanços significativos no cuidado intensivo e na reabilitação.

### Referências

- 1 Grunow JJ, Goll M, Carbon NM, Liebl ME et al. Resposta contrátil diferencial de pacientes gravemente enfermos à estimulação elétrica neuromuscular. *Critical Care*. 2019;23: 308.
- 2 Waldauf P, Gojda J, Urban T, Hrušková N et al. Cicloergometria assistida por estimulação elétrica funcional em pacientes críticos: protocolo para um ensaio clínico randomizado. *Trial BMC*. 2019;20: 724.
- 3 Fossat G, Baudin F, Courtes L, Bobet S et al. Effect of In-Bed Leg Cycling and Electrical Stimulation of the Quadriceps on Global Muscle Strength in Critically Ill Adults. *JAMA*. 2018;320 (4): 368–378.

- 4 Silva PE, Marqueti RC, Livino-de-Carvalho K, Araújo AET et al. Estimulação elétrica neuromuscular em pacientes gravemente enfermos com lesão cerebral traumática atenua atrofia muscular, distúrbios neurofisiológicos e fraqueza: um ensaio clínico randomizado. *Journal of Intensive Care*. 2019;7 (59).
- 5 Wollersheim T, Grunow JJ, Carbon NM, Haas K et al. Muscle wasting and function after muscle activation and early protocol-based physiotherapy: an explorative trial. *Journal of Cachexia*. 2019;10.4: 734-747.
- 6 Waldauf P, Hrušková N, Blahutova B, Gojda J et al. Programa de mobilidade progressiva baseado em cicloergometria assistida por estimulação elétrica funcional para pacientes ventilados mecanicamente: ensaio clínico randomizado com 6 meses de acompanhamento. *BMJ journals*, 2021. 76: 664-671.
- 7 Kitamura H, Yamada S, Adachi T, Tamaki M et al. Efeito da estimulação elétrica neuromuscular perioperatória em pacientes submetidos a cirurgia cardiovascular: um ensaio piloto randomizado controlado. *Seminars in Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2019;31(3): 361-367.
- 8 Cerqueira TCF, Neto MLC, Cacau, LAP, Oliveira GU et al. Ambulation capacity and functional outcome in patients undergoing neuromuscular electrical stimulation after cardiac valve surgery. *Medicine*. 2018;97,46: e13012.
- 9 McCaughey EJ, Jonkman AH, Boswell-Ruys CL, McBain RA et al. Estimulação elétrica funcional abdominal para auxiliar no desmame do ventilador em doenças críticas: um estudo piloto duplo-cego, randomizado e controlado por sham. *Critical Care*. 2019;23.
- 10 Nakamura K, Kihata A, Naraba A, Kanda N et al. Eficácia da estimulação elétrica do músculo esquelético da correia na redução da taxa de perda de volume muscular em pacientes criticamente doentes: um teste randomizado controlado. *Journal Rehabilitation Medicine*. 2019:51.9.
- 11 Sumin AN, Oleinik PA, Bezdenezhnykh AV, Ivanova AV. Estimulação elétrica neuromuscular na reabilitação precoce de pacientes com complicações pós-operatórias após cirurgia cardiovascular. *Medicine (Baltimore)*. 2020; 99 (42).
- 12 Jonkman AH, Frenzel T, McCaughey EJ, McLachlan A et al. Breath-synchronized electrical stimulation of the expiratory muscles in mechanically ventilated patients: a randomized controlled feasibility study and pooled analysis. *Critical Care*. 2020;24: 628.
- 13 Schefold JC, Wollersheim T, Grunow JJ, Luedi MM et al. Fraqueza muscular e perda de massa muscular em pessoas em estado crítico. *The Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*. 2020;11: 1399–1412.

#### Endereço para Correspondência

Caroligia Pereira de Souza  
Avenida Brasil, 1200, Bairro Candeias -  
Vitória da Conquista/BA, Brasil  
E-mail: [carol.ligia21@gmail.com](mailto:carol.ligia21@gmail.com)

---

Recebido em 10/07/2022  
Aprovado em 25/06/2024  
Publicado em 29/06/2024