



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS I - CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

**JÉSSICA GREGÓRIO DA COSTA**

**UTILIZAÇÃO DA ELETROESTIMULAÇÃO NEUROMUSCULAR EM PACIENTES  
CRÍTICOS EM UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA: UMA REVISÃO  
INTEGRATIVA**

**CAMPINA GRANDE - PB  
2022**

JÉSSICA GREGÓRIO DA COSTA

**UTILIZAÇÃO DA ELETROESTIMULAÇÃO NEUROMUSCULAR EM  
PACIENTES CRÍTICOS EM UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA: UMA REVISÃO  
INTEGRATIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado à Coordenação /Departamento do curso de Fisioterapia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Fisioterapia.

**Área de concentração:** Fisioterapia em Terapia Intensiva

**Orientador:** Prof. Dr. João Virgínio de Moura

**CAMPINA GRANDE - PB  
2022**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

C838u Costa, Jéssica Gregório da.

Utilização da eletroestimulação neuromuscular em pacientes críticos em Unidade de Terapia Intensiva [manuscrito] : uma revisão integrativa / Jéssica Gregório da Costa. - 2022.

28 p.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Fisioterapia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2022.

"Orientação : Prof. Dr. João Virgínio de Moura , Coordenação do Curso de Fisioterapia - CCBS."

1. Terapia de Estimulação Elétrica. 2. Eletroestimulação neuromuscular. 3. Fraqueza muscular. 4. Unidade de Terapia Intensiva (UTI). I. Título

21. ed. CDD 616.028

JÉSSICA GREGÓRIO DA COSTA

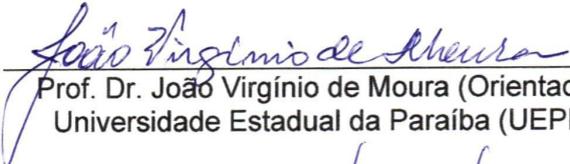
UTILIZAÇÃO DA ELETROESTIMULAÇÃO NEUROMUSCULAR EM PACIENTES CRÍTICOS EM UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

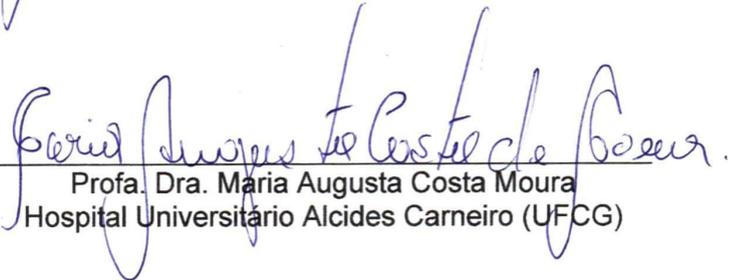
Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado à Coordenação/Departamento do Curso de Fisioterapia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Fisioterapia.

**Área de concentração:** Fisioterapia em Terapia Intensiva

Aprovada em: 29/11/2022.

**BANCA EXAMINADORA**

  
Prof. Dr. João Virgínio de Moura (Orientador)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

  
Profa. Dra. Maria Augusta Costa Moura  
Hospital Universitario Alcides Carneiro (UFPG)

  
Prof. Me. Eder Rodrigues Araújo  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

À Deus, pelo dom da vida e por ter me abençoado com sabedoria, e aos meus pais, por todo amor, incentivo e esforços para que eu pudesse chegar até aqui, DEDICO.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> - Fluxograma do processo de seleção dos estudos.....	14
--	----

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Categorização dos estudos e suas características.....	15
---	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEM	Mobilização Ativa de Extremidades
AMIB	Associação de Medicina Intensiva Brasileira
APAT	Treinamento de atividade ativa e passiva
DPOC	Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica
EENM	Estimulação Elétrica Neuromuscular
FES	Functional Electrical Stimulation
FMA-UTI	Fraqueza Muscular Adquirida na UTI
MRC	Escala Medical Research Council
PCE	Cicloergometria Passiva
QF	Quadríceps Femoral
UTI	Unidade de Terapia Intensiva
VM	Ventilação Mecânica
VO <sup>2</sup>	Volume de consumo de Oxigênio

## LISTA DE SÍMBOLOS

$\leq$	Menor ou igual que
$\geq$	Maior ou igual que
%	Porcentagem
<	Menor que
>	Maior que
=	Igual a
+	Mais
-	Menos

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>11</b>
<b>2 METODOLOGIA</b>	<b>12</b>
2.1 Tipo de estudo	12
2.2 Estratégia de busca e busca eletrônica	12
2.3 População de estudo	13
2.4 Critérios de inclusão	13
2.5 Critérios de exclusão	13
<b>3 RESULTADOS</b>	<b>13</b>
3.1 Seleção dos estudos	13
<b>4 DISCUSSÃO</b>	<b>20</b>
<b>5 CONCLUSÃO</b>	<b>22</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>24</b>

## UTILIZAÇÃO DA ELETROESTIMULAÇÃO NEUROMUSCULAR EM PACIENTES CRÍTICOS EM UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

### USE OF NEUROMUSCULAR ELECTROSTIMULATION IN CRITICAL PATIENTS IN INTENSIVE CARE UNIT: AN INTEGRATIVE REVIEW

Jéssica Gregório da Costa<sup>1\*</sup>  
João Virgínio de Moura<sup>2\*\*</sup>

#### RESUMO

**INTRODUÇÃO:** O paciente grave, internado em UTI pode necessitar se manter restrito no leito, com redução de sua autonomia e sob repouso intensivo, com isso, há uma anulação de sua mobilidade gerando desuso e inatividade da musculatura, o que resulta em perdas consideráveis de força e da massa muscular e maior dificuldade de desmame da ventilação e o retorno às atividades funcionais e independentes. **OBJETIVO:** Analisar a eficácia da eletroestimulação na prevenção da atrofia e fraqueza muscular adquirida na UTI. **METODOLOGIA:** Trata-se de uma revisão integrativa, a fim de sintetizar na literatura estudos sobre a eletroestimulação neuromuscular como instrumento de auxílio para redução da fraqueza muscular em pacientes críticos a partir das publicações nas bases de dados da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), Science Direct, Web of Science e Scopus. **RESULTADOS:** Foram identificados 119 artigos e após seleção de títulos e resumos, a amostra final foi composta de 11 artigos. Observou-se que a eletroestimulação apresentou resultados positivos em 7 estudos, demonstrando-se como eficaz nas funções musculares, sendo uma intervenção segura, capaz de promover prevenção da fraqueza e atrofia muscular em pacientes críticos, todavia, 4 estudos mostraram que a eletroestimulação não foi eficiente na melhora da força e prevenção da atrofia muscular, podendo ser relacionados com a gravidade do paciente, estágio avançado de atrofia e fraqueza muscular, presença de edema e à utilização de vasopressores, colaborando para uma contração muscular ineficiente e menor probabilidade de responder à EENM. **CONCLUSÃO:** A maioria dos estudos mostraram que a terapia por eletroestimulação neuromuscular apresentou resultados positivos na prevenção da atrofia e fraqueza muscular adquirida, tendo a possibilidade de ser um aliado na mobilização precoce do paciente crítico, porém, novos estudos devem ser realizados com amostras de pacientes maiores.

**Palavras-chave:** Terapia de Estimulação Elétrica; Eletroestimulação neuromuscular; Fraqueza muscular; Unidade de Terapia Intensiva (UTI).

#### ABSTRACT

**INTRODUCTION:** The critically ill patient admitted to the ICU must remain confined to bed, with reduced autonomy and under intensive rest. of muscle mass and greater

---

<sup>1\*</sup> Aluna de Graduação em Fisioterapia na Universidade Estadual da Paraíba - UEPB.  
Email: jessicagregorioc@gmail.com

<sup>2\*\*</sup> Professor Doutor do Curso de Graduação em Fisioterapia na Universidade Estadual da Paraíba - UEPB  
Email: joaovirginiomoura@gmail.com

difficulty in weaning from ventilation and returning to functional and independent activities. **OBJECTIVE:** To analyze the effectiveness of electrostimulation in the prevention of muscle atrophy and weakness acquired in the ICU. **METHODOLOGY:** This is an integrative review, in order to synthesize in the literature studies on neuromuscular electrical stimulation as an aid tool to reduce muscle weakness in critically ill patients based on publications in the databases of the Virtual Health Library (VHL), Science Direct, Web of Science and Scopus. **RESULTS:** 119 articles were identified and after selection of titles and abstracts, the final sample consisted of 11 articles. It was observed that electrostimulation had positive results in 7 studies, demonstrating to be effective in muscle functions, being a safe intervention, capable of promoting the prevention of muscle weakness and atrophy in critically ill patients, however, 4 studies showed that electrostimulation was not efficient in improving strength and preventing muscle atrophy, which may be related to the severity of the patient, advanced stage of atrophy and muscle weakness, presence of edema and the use of vasopressors, contributing to an inefficient muscle contraction and lower probability of responding to NMES. **CONCLUSION:** Most studies have shown that neuromuscular electrostimulation therapy had positive results in preventing atrophy and acquired muscle weakness, with the possibility of being an ally in the early mobilization of critically ill patients. bigger.

**Palavras-chave:** Electrical Stimulation Therapy; Neuromuscular electrical stimulation; Muscle weakness; Intensive care unit (UTI).

## 1 INTRODUÇÃO

O paciente grave ou paciente crítico, de acordo com a Associação de Medicina Intensiva Brasileira (AMIB), é aquele que se encontra com comprometimento de um ou mais sistemas, necessitando de assistência integrada e contínua devido a perdas de funções de autorregulação do organismo. Esta condição está relacionada com um estado de estresse catabólico que provoca uma resposta inflamatória sistêmica, ocasionando em disfunção de múltiplos órgãos, tornando-se necessária a hospitalização prolongada, cursando com o aumento nos índices de morbimortalidade (FAN et al., 2014; MESQUITA e GARDENGHI, 2016). Diante destas condições, o paciente fica restrito no leito em Unidade de Terapia Intensiva (UTI) com redução de sua autonomia e sob repouso intensivo, com isso, há uma anulação de sua mobilidade, podendo ser mais acentuada dependendo de sua gravidade (PIRES, 2012; SILVA e SILVA, 2018).

O imobilismo e desuso da musculatura gera um quadro de fraqueza muscular adquirida na UTI (FMA-UTI), sendo considerada comum, porém grave, acometendo cerca de 30 a 60% dos pacientes em terapia intensiva, que chegam a ter perda de metade da massa muscular em duas semanas de internação em caso de total imobilidade, e quando há presença de sepse, ocorre um declínio de 1,5 kg ao dia (FREDERICKS, 1996; WAGENMAKERS, 2001; SILVA, MAYNARD e CRUZ, 2010; RAMOS et al., 2021; DAMACENO, SACON e RODRIGUES, 2021)). Ela pode envolver tanto a musculatura periférica quanto a musculatura respiratória, sendo atingidos de forma difusa e simétrica, incluindo pacientes sem nenhum comprometimento muscular prévio à internação (LATRONICO e BOLTON, 2011; FANAYA, 2020). Alguns fatores estão diretamente relacionados à redução da força muscular, como o uso da Ventilação Mecânica (VM) que, somado a gravidade do paciente, designa uma restrição de movimento ou total imobilidade até que haja uma estabilização do quadro hemodinâmico do paciente, favorecendo o desuso da musculatura (KOUKOURIKOS, TSALOGLIDOU e KOURKOUTA, 2014; MESQUITA e GARDENGHI, 2016). Estudos demonstraram que o paciente internado sob uso de VM por mais de sete dias apresenta redução de 30% de força muscular neste período, podendo ter uma perda de 20% da força a cada semana a mais de internação, resultando em maior dificuldade de desmame da ventilação e o retorno às atividades funcionais e independentes (JONGHE et al., 2007; RODRIGUES et al., 2010; SIBINELLI et al., 2012; BUENO, 2019). Além da VM, a administração de medicações, como sedativos, bloqueadores neuromusculares e corticosteróides, também são um fator altamente contribuinte para a fraqueza muscular adquirida, visto que são frequentemente administrados ao paciente crítico e utilizados precocemente, em doses altas e por tempo prolongado (NEEDHAM, 2008; MESQUITA e GARDENGHI, 2016).

A utilização de um programa de intervenção precoce nos primeiros dias de internação é essencial para promover um bom prognóstico dos resultados, no entanto, a mobilização precoce é elegível apenas para pacientes alertas e cooperativos, o que dificulta a realização de abordagens terapêuticas em pacientes críticos, e tem sido um fator contribuinte para um registro de treinamento de apenas 14% do tempo total de permanência na UTI, podendo justificar os resultados abaixo do esperado em alguns estudos (DOIRON, HOFFMANN e BELLER, 2018; RAMOS, NASCIMENTO e CAMINHA, 2021).

Pensando nisso, a utilização da eletroestimulação neuromuscular (EENM) na prática clínica está sendo inserida como um importante aliado na preservação e/ou

recuperação da funcionalidade muscular em pacientes críticos internados em UTIs, como também em pós-operatórios e na reabilitação de pacientes com doenças cardiopulmonares, tendo como objetivos reduzir o tempo de ventilação mecânica e de internação na UTI, melhorar a funcionalidade dos pacientes, prevenir o desenvolvimento da FMA-UTI e da polineuropatia periférica e manter ou aumentar a massa, a força e o volume muscular (SBRUZZI e PLENTZ, 2020).

A EENM se refere à estimulação por meio de impulsos elétricos, através de eletrodos aplicados sobre a pele, com objetivo de gerar uma contração involuntária de determinado músculo (LOW e REED, 2001; SILVA et al., 2016). Os seus efeitos são semelhantes aos obtidos em contrações no exercício voluntário e tem como ponto positivo a prestabilidade em pacientes inconscientes e sedados, não sendo prejudicada pela falta de cognição e interação do paciente para a atividade muscular (SILVA et al., 2017; RAMOS, NASCIMENTO e CAMINHA, 2021).

Considerando a importância deste assunto, dada as complicações que podem advir pela falta da mobilização precoce e estímulos à musculatura periférica em pacientes críticos internados em UTI com conseqüente perda de força e de massa muscular, fatores que agravam a dependência da ventilação mecânica e maior tempo de permanência no leito, esta revisão teve como objetivo analisar a eficácia da eletroestimulação na prevenção destas complicações, a fim de estudarmos as evidências científicas que existem sobre este relevante assunto.

## **2 METODOLOGIA**

### **2.1 Tipo de estudo**

Trata-se de uma revisão integrativa, a qual consiste em realizar uma busca na literatura e exercer uma análise de pesquisas relevantes e realizar uma síntese do assunto proposto, promovendo aperfeiçoamento do conhecimento acerca do uso do EENM como instrumento de auxílio para redução da fraqueza muscular em pacientes críticos.

A pesquisa foi elaborada a partir das seguintes etapas: (1) identificação do tema, (2) estabelecimento dos critérios de inclusão e exclusão dos estudos (3) categorização dos estudos, (4) avaliação dos estudos incluídos e (5) interpretação dos resultados (MENDES; SILVEIRA; GALVÃO, 2008).

### **2.2 Estratégia de busca e busca eletrônica**

A busca dos estudos foi realizada no período de Setembro a Novembro de 2022, nas seguintes bases de dados: Biblioteca Virtual de Saúde (BVS), ScienceDirect, Web of Science e Scopus. Os estudos foram selecionados através da busca com descritores em inglês, previamente consultados nos Descritores em Ciências da Saúde - DeCS/MeSH, desta forma, foram utilizados os indexadores "Transcutaneous Electric Nerve Stimulation", "Electric Stimulation Therapy", "Muscle Weakness", "Intensive Care Units", sendo utilizado também o termo livre "Muscle Strength", todos combinados pelo operador booleano AND.

Na plataforma de dados da BVS foram utilizadas duas opções de estratégias de buscas, sendo a primeira combinando os termos "Transcutaneous Electric Nerve Stimulation AND Intensive Care Units", onde foram encontrados 11 artigos e a segunda opção "Electric Stimulation Therapy AND Muscle Weakness AND Intensive

Care Units”, nesta pesquisa foi utilizado o método de filtragem, selecionando para inclusão os estudos de ensaios clínicos controlados e estudos observacionais, sem restrição dos anos de publicação, desta forma, o resultado da busca totalizou 14 artigos; Do mesmo modo, na Web of Science, foram utilizadas as mesmas estratégias de busca “Transcutaneous Electric Nerve Stimulation AND Intensive Care Units” resultando em um total de 4 artigos e “Electric Stimulation Therapy AND Muscle Weakness AND Intensive Care Units” resultando em 12 artigos, todavia, devido ao pequeno número de artigos encontrados, não foi utilizado método de filtragem; Na plataforma do ScienceDirect, a estratégia utilizada foi “Transcutaneous Electric Nerve Stimulation AND Muscle Strength AND Intensive Care Units” e devido ao grande número de resultados, foram selecionados na filtragem os estudos publicados 2012 a 2022 e os artigos de pesquisa, assim totalizando 12 artigos; já na plataforma Scopus, foram utilizadas três opções para estratégia de busca, sendo a primeira opção a combinação dos termos “Transcutaneous Electric Nerve Stimulation AND Intensive Care Units” mostrando um total de 30 artigos, a segunda opção alternativa foi “electric AND nerve AND stimulation AND muscle AND strength AND intensive AND care AND units”, mostrando um total de 11 artigos e a terceira sendo “Electric Stimulation Therapy AND Muscle Weakness AND Intensive Care Units”, sendo selecionado na filtragem apenas os artigos, assim, totalizando 25 artigos.

### **2.3 População de estudo**

Pacientes críticos com idade  $\geq 18$  anos, internados em UTI por pelo menos 48 horas, submetidos a terapia de eletroestimulação em musculatura periférica.

### **2.4 Critérios de inclusão**

Para composição desta revisão foram selecionados artigos que obedeceram aos seguintes critérios de inclusão: estudos do tipo randomizados, ensaios clínicos, estudo de caso ou série de caso que utilizaram a EENM em pacientes críticos, em unidade de terapia intensiva, que apresentavam fraqueza muscular adquirida na UTI e que foram publicados entre os anos de 2010 a 2022, nos idiomas português ou inglês.

### **2.5 Critérios de exclusão**

Foram excluídos os estudos observacionais, os artigos de revisão integrativa e revisão sistemática, editoriais, relatórios, resenhas, aqueles que não possuíam o texto completo disponível na íntegra e os publicados em outros idiomas que não português e inglês.

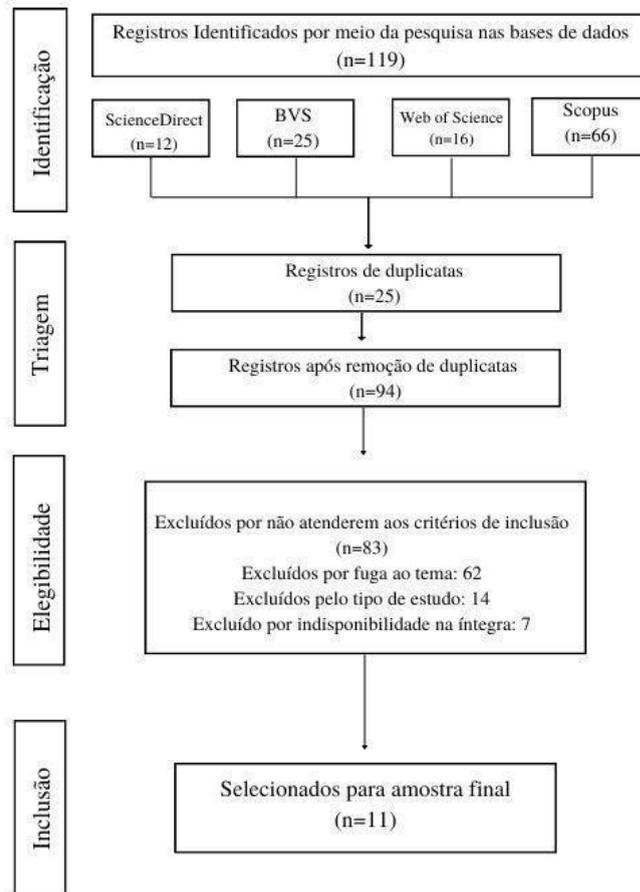
## **3 RESULTADOS**

### **3.1 Seleção dos estudos**

Ao ser realizada a pesquisa, foram utilizados os termos de buscas e foram encontrados um total de 119 artigos, entretanto, 25 foram eliminados por apresentarem-se duplicados, restando 94 artigos. Após a leitura dos títulos e

resumos, 83 foram eliminados por não atenderem aos critérios de inclusão pré estabelecidos, totalizando uma amostra final de 11 artigos eleitos para esta revisão. A figura 1 ilustra detalhadamente o processo realizado para seleção dos artigos.

**Figura 1:** Fluxograma do processo de seleção dos estudos



**Fonte:** Dados da pesquisa, 2022

Dentre os estudos incluídos nesta revisão, a amostra total foi de 432 participantes. Os objetivos dos estudos foram avaliar o efeito da EENM na melhora da força muscular; avaliar a sua eficácia para preservação muscular, se a EENM reduz a incidência ou gravidade da miopatia relacionada à doença crítica, avaliar seu efeito na espessura muscular, investigar sua segurança e viabilidade do uso em pacientes críticos, seus efeitos sobre o estresse nitroso e citometria inflamatória e analisar sua eficácia nas funções musculares, processo de desmame e resposta inflamatória. Com relação à região estimulada, houve variação entre os estudos, sendo aplicados nos músculos: quadríceps, tibial anterior, tríceps sural, posteriores da coxa, bíceps braquial, tríceps braquial, extensores do punho, flexores do punho e deltóide. Com relação ao tempo de intervenção, as sessões variaram entre 15 e 60 minutos. Estas principais características estão detalhadas na tabela 1.

Tabela 1: Categorização dos estudos e suas características

Título	Autor e ano	Amostra	Objetivo	Métodos	Desfecho
Muscle weakness in septic patients requiring mechanical ventilation: Protective effect of transcutaneous neuromuscular electrical stimulation.	Rodriguez et al., 2012	14	Avaliar o potencial efeito protetor da EENM na força muscular em pacientes internados em UTI com sepse grave	Pacientes sépticos que necessitavam de VM e com 1 ou mais falência de órgãos além da disfunção respiratória foram inscritos dentro de 48 horas após a admissão na unidade de terapia intensiva. A estimulação elétrica neuromuscular foi administrada duas vezes ao dia no bíceps braquial e vasto medial (quadríceps) de 1 lado do corpo até a retirada da VM. Foram medidas as circunferências do braço e da coxa, a espessura do bíceps por ultrassonografia e a força muscular após o despertar com a escala MRC.	As forças de bíceps (P=0,005) e quadríceps (P=0,034) foram significativamente maiores no lado estimulado no último dia de EENM. A melhora foi observada principalmente em pacientes mais graves e mais fracos. A circunferência do braço não estimulado diminuiu no último dia da EENM (P=0,015), enquanto nenhuma outra diferença significativa nas circunferências dos membros ou na espessura do bíceps foi observada.
Feasibility of neuromuscular electrical stimulation in critically ill patients	Segers et al., 2014	50	Investigar a viabilidade e segurança da EENM do músculo quadríceps femoral (QF) em pacientes críticos agudos	Foram avaliados os parâmetros: estado funcional antes da admissão na UTI (índice de Barthel), tipo e gravidade da doença, tratamentos possivelmente influenciando a contração muscular, nível de consciência, características da estimulação (intensidade da EENM, número de sessões por paciente e edema) e características eletrofisiológicas neuromusculares. Alterações na frequência cardíaca, pressão arterial, saturação de oxigênio, frequência respiratória as reações cutâneas foram registradas para avaliar a segurança da técnica.	Em 50% dos pacientes, uma contração adequada do quadríceps foi obtida em pelo menos 75% das sessões de EENM. A análise univariada mostrou que edema de membros inferiores, sepse, admissão na UTI médica e tratamento com vasopressores foram associados ao comprometimento da contração do quadríceps. Os pacientes responderam melhor à EENM no início da internação na UTI em comparação com após 1 semana de internação na UTI. Não houve alteração em nenhum dos pontos finais de segurança com a EENM.

Prevention of muscle atrophy in ICU patients without nerve injury by neuromuscular electrical stimulation: a randomized controlled study	Bao et al., 2022	60	Comparar a eficácia e segurança da EENM para prevenir a atrofia muscular em pacientes de unidade de terapia intensiva (UTI) sem lesão nervosa.	Os pacientes em UTI sem lesão nervosa, foram divididos em grupo experimental I: treinamento de atividade ativa e passiva (APAT) + tratamento EENM nos músculos gastrocnêmio e tibial anterior, grupo experimental II: APAT + EENM no gastrocnêmio e grupo controle: APAT sozinho. Alterações na força do gastrocnêmio, amplitude de movimento do tornozelo e a área de seção transversal muscular da perna foram avaliados antes e depois da intervenção.	A força do músculo gastrocnêmio, a amplitude de movimento da articulação do tornozelo e a área transversal do músculo da perna nos três grupos mostraram uma tendência de queda, indicando que a tendência geral de atrofia muscular em pacientes de UTI era irreversível. A diminuição da força do músculo gastrocnêmio no Exp I e Exp II foi menor do que no grupo controle, mas não houve diferença entre Exp I e Exp II.
Effect of transcutaneous electrical neuromuscular stimulation on myopathy in intensive care patients	Koutsioumpa et al., 2018	80	Examinar se a aplicação de estimulação neuromuscular elétrica transcutânea (TENS) reduz a incidência ou gravidade da miopatia relacionada à doença crítica em pacientes de unidade de terapia intensiva.	Pacientes com idade igual ou superior a 18 anos, com permanência na unidade de terapia intensiva e uso de ventilação mecânica por 96 horas ou mais. Os pacientes receberam fisioterapia convencional isolada (grupo controle) ou fisioterapia convencional e TENS (grupo TENS) por 10 dias. A miopatia foi avaliada histologicamente por biópsia por agulha dos músculos quadríceps no 4º e 14º dias de internação na unidade de terapia intensiva.	27 pacientes (40%) apresentaram evidência de miopatia no 14º dia de UTI, mas não houve diferença estatisticamente significativa na incidência de miopatia entre os grupos. As pontuações médias da escala Rankin aos 6 meses foram 3,2 (1,8) e 3,8 (2,1) nos grupos TENS e controle, respectivamente (P=0,09). A TENS não teve impacto significativo na miopatia nos pacientes críticos neste estudo.
Acute effect of passive cycle-ergometry and functional electrical stimulation on nitrosative stress and inflammatory cytokines in	França et al., 2020	35	Avaliar o efeito da estimulação elétrica funcional (FES) e cicloergometria passiva (PCE) sobre o	Os pacientes foram randomizados em quatro grupos: grupo controle (n=10), não sofreu nenhuma intervenção terapêutica durante o estudo; grupo PCE (n=9), PCE de membros inferiores por 30 ciclos/min por 20 min; grupo FES (n=9),	Não houve diferenças nas características clínicas e demográficas entre os grupos. Os resultados revelaram concentrações reduzidas de óxido nítrico uma hora após o uso de PCE (P<0,001) e FES (P<0,05), indicando que essas terapias podem

mechanically ventilated critically ill patients: a randomized controlled trial.			estresse nitrosativo e citometria inflamatória em pacientes críticos	eletroestimulação do músculo quadríceps por 20 min; e grupo FES com PCE (n=7), os pacientes foram submetidos a PCE e FES, com ordem determinada aleatoriamente. Os níveis séricos de óxido nítrico, fator de necrose tumoral alfa, interferon gama e interleucinas 6 e 10 foram analisados antes e depois da intervenção.	reduzir o estresse nitrosativo celular quando aplicadas separadamente. Os níveis de fator de necrose tumoral alfa foram reduzidos após a intervenção PCE (P = 0,049), indicando que a PCE foi o único tratamento que reduziu a concentração do fator de necrose tumoral alfa.
Effects of neuromuscular electrical stimulation on muscle layer thickness of knee extensor muscles in intensive care unit patients: a pilot study	Gruther et al., 2010	33	Avaliar os efeitos da estimulação elétrica neuromuscular na espessura da camada muscular dos músculos extensores do joelho em pacientes de unidade de terapia intensiva.	Os pacientes da unidade de terapia intensiva foram estratificados em 2 grupos: 17 pacientes agudos (< 7 dias) e 16 pacientes de longo prazo (> 14 dias). Ambos os grupos foram randomizados para um grupo de estimulação ou um grupo de estimulação simulada. A estimulação elétrica neuromuscular foi aplicada aos músculos extensores do joelho por um período de 4 semanas (tempo de sessão 30-60 minutos, 5dias/semana). Medições de ultrassom foram realizadas antes e após o período de estimulação para quantificar a espessura da camada muscular dos músculos extensores do joelho.	Apenas os pacientes estimulados a longo prazo (+4,9%) apresentaram um aumento significativo (p = 0,013) na espessura da camada muscular em comparação com os pacientes controle (-3,2%). Ambos os grupos de pacientes agudos tiveram uma perda significativa de massa muscular.
Electric Muscle Stimulation for Weaning from Mechanical Ventilation in Elder Patients with Severe Sepsis and Acute Respiratory	Shen et al., 2017	25	Avaliar o efeito da EMS na preservação da força muscular e duração da ventilação mecânica (VM) em pacientes críticamente	Pacientes idosos com sepse grave e insuficiência respiratória aguda foram incluídos e randomizados para EMS ou grupo controle no terceiro dia de VM. O EMS foi aplicado a ambos os quadríceps 32 minutos em dias de semana com voltagem mínima para induzir	O EMS não ajudou idosos sépticos em estado crítico a reduzir a duração da ventilação mecânica em nosso estudo piloto. A duração média da dependência do ventilador foi de 6 dias (IQR 6–15) no grupo controle e 6,5 dias (IQR 5–10) no grupo EMS (P = 0,85).

Failure—A Pilot Study			e sépticos.	contração muscular visível (modo de agravamento de força programada). O grupo controle teve exercícios passivos de extremidades. A duração do suporte VM foi comparada.	
Early neuromuscular electrical stimulation reduces the loss of muscle mass in critically ill patients – A within subject randomized controlled trial	Segers et al., 2021	47	Investigar o efeito da Estimulação Elétrica Neuromuscular (EENM) na espessura muscular, força e marcadores morfológicos e moleculares do quadríceps.	Pacientes adultos criticamente enfermos com uma permanência prolongada receberam sessões unilaterais de EENM do quadríceps por 7 dias consecutivos. A espessura do quadríceps foi medida com ultrassom antes e após o período de intervenção e após o período de intervenção, a força foi avaliada nos pacientes cooperativos e biópsias musculares foram feitas. A regressão multivariada foi realizada para identificar os fatores que afetam a perda de espessura muscular.	A EENM atenuou a perda de massa muscular, mas não de força, em pacientes críticos. A preservação da massa muscular foi mais provável em pacientes que receberam opioides, que tiveram uma contração muscular pior durante a EENM ou que foram mais propensos à perda de massa muscular e não foram observadas diferenças nos sinais de necrose ou inflamação da fibra muscular em ambos os músculos.
Effects of physical therapy with neuromuscular electrical stimulation in acute and late septic shock patients: A randomized crossover clinical trial	Lago et al., 2022	37	Identificar se a EENM realizada nas primeiras 72 horas do diagnóstico de choque séptico e posteriormente é segura do ponto de vista metabólico	Foram elegíveis pacientes com choque séptico agudo, nas primeiras 72 horas do diagnóstico de sepse, e choque séptico na fase tardia, após 72 horas do diagnóstico. Os pacientes foram submetidos em ordem aleatória ao protocolo de intervenção (decúbito dorsal com membros inferiores elevados com EENM) e controle (decúbito dorsal com membros inferiores elevados sem EENM). Os pacientes foram alocados em grupo 1 (intervenção e controle) ou grupo 2 (controle e intervenção) com período de wash-out de 4 a 6 horas. As variáveis	Não houve diferenças significativas entre os valores de Consumo de Oxigênio ( $VO_2$ ) na fase aguda do choque séptico quando comparados o período basal, intervenção e protocolos de controle. O mesmo foi observado quando comparados os valores de $VO_2$ na fase tardia. As demais variáveis metabólicas seguiram o mesmo padrão, sem diferenças significativas entre os protocolos. Quando as variáveis metabólicas foram comparadas entre a fase aguda e tardia, diferenças significativas foram observadas ( $p < 0,05$ ).

				metabólicas foram avaliadas por calorimetria indireta.	
Differential contractile response of critically ill patients to neuromuscular electrical stimulation.	Grunow et al., 2019	21	Caracterizar a resposta de pacientes críticos à EENM e investigar os potenciais benefícios de resultado de uma resposta contrátil adequada.	Esta é uma subanálise de um estudo controlado randomizado que investiga medidas de ativação muscular precoce. Os pacientes incluídos receberam fisioterapia baseada em protocolo duas vezes ao dia por 20 minutos e EENM uma vez ao dia por 20 minutos, bilateralmente em oito grupos musculares. A corrente elétrica foi aumentada até 70 mA ou até que uma contração fosse detectada visualmente ou à palpação. A força muscular foi medida por um avaliador cego no primeiro despertar adequado e na alta da UTI.	A resposta contrátil diminuiu de 64,4% no dia 1 para 25,0% no dia 7 com uma taxa de resposta significativamente menor nas extremidades inferiores e nos grupos musculares proximais. A corrente elétrica necessária para provocar uma contração não mudou ao longo do tempo. A corrente elétrica necessária para uma resposta contrátil foi maior nas extremidades inferiores. Ao primeiro despertar, os pacientes apresentavam fraqueza significativa. A força muscular mostrou valores mais elevados nas extremidades superiores dos respondedores na alta da UTI.
Efficacy of neuromuscular electrical stimulation in patients with COPD followed in intensive care unit.	Akar et al., 2015	30	Comparar a eficácia da mobilização ativa de extremidades (AEM) sozinha, AEM em combinação com EENM e EENM isoladamente nas funções musculares, processo de desmame e resposta inflamatória em pacientes que recebem	Os pacientes foram randomizados em três grupos, incluindo 10 pacientes para cada. O treinamento ativo de exercícios e EENM foi aplicado ao Grupo 1, apenas o EENM foi aplicado ao Grupo 2 e o treinamento ativo de exercícios de extremidade isolado foi aplicado ao Grupo 3. Foram avaliadas a força muscular, duração da mobilização e situação de desmame. Os níveis séricos de citocinas foram avaliados.	A força muscular dos membros inferiores melhorou significativamente no Grupo 1 e 2. A força muscular dos membros superiores também melhorou significativamente em todos os três grupos. A duração da mobilização e da alta da UTI foi semelhante entre os grupos. Houve uma diminuição significativa no nível sérico de interleucina 6 (IL-6) no Grupo-1 e no nível sérico de IL-8 no Grupo-1 e Grupo-2 após a reabilitação.

			suporte de ventilação mecânica devido à insuficiência respiratória secundária à exacerbação aguda de DPOC em UTI.		
--	--	--	---	--	--

*Fonte: Dados da pesquisa, 2022.*

#### 4 DISCUSSÃO

Alguns estudos mostraram resultados controversos em relação aos efeitos da terapia por eletroestimulação na atrofia muscular em pacientes críticos em UTI. Bao et al, (2022) e Koutsoumpa et al., (2018) verificaram que a eletroestimulação neuromuscular (EENM) não teve impacto significativo na prevenção da atrofia e miopatia nos pacientes críticos, enquanto que Segers et al. (2021) apresentaram bons resultados. Já Guther et al, (2010) observaram esse efeito apenas em um grupo de pacientes. Em relação a força muscular Rodriguez et al, (2012) e Akar et al, (2015), mostraram bons resultados, enquanto Grunow et al, (2019) verificaram que a EENM não se mostrou eficaz.

Bao et al, (2022) avaliou a eficácia da EENM na prevenção da atrofia muscular dos músculos gastrocnêmio e tibial anterior e verificaram que a área do músculo mostrou tendência de queda e os pacientes ainda tiveram um declínio significativo na força muscular destes músculos e diminuição da amplitude articular do tornozelo. Concluíram que apesar da intervenção precoce, os pacientes ainda tiveram um declínio significativo na força muscular, tendo em vista que a atrofia muscular já adquirida não pode ser totalmente revertida, porém, os pacientes que receberam a intervenção da EENM junto com a mobilização tiveram um declínio relativamente pequeno na força muscular, sendo favorecedor do retardo para o surgimento da atrofia muscular no estágio inicial.

Estes achados foram semelhantes no estudo de Koutsoumpa et al, (2018), que examinaram o efeito da TENS na miopatia do 4º ao 14º dia de UTI. Eles observaram que a TENS não teve efeito significativo, mostrando que no 14º dia de estimulação, 27 (40%) dos pacientes apresentaram evidência de miopatia, porém, isso teve influência do IMC médio e da nutrição inadequada, mostrando que os pacientes com miopatia tiveram o IMC menor e maior tempo médio com nutrição inadequada entre o 4º e 14º dias de UTI. Quando avaliada a força muscular na escala MRC, o escore dos pacientes que receberam a TENS mudou favoravelmente, mas mesmo com a mudança na pontuação da escala MRC, a TENS não teve impacto significativo na miopatia avaliada histologicamente nesses pacientes.

Já Guther et al, (2010) avaliaram os efeitos da EENM na espessura da camada muscular dos músculos extensores do joelho em pacientes críticos. Estes pacientes foram divididos em pacientes agudos, sendo aqueles que receberam a

terapia em até 1 semana desde sua admissão e pacientes de longo prazo, aqueles que receberam a terapia após 2 semanas de admissão. Os resultados mostraram que os pacientes agudos tiveram uma diminuição estatisticamente significativa da espessura da camada muscular após 4 semanas de terapia por EENM, porém nos pacientes de longo prazo, a espessura da camada muscular aumentou significativamente com a EENM.

Segers et al, (2021), avaliaram o efeito da EENM no quadríceps unilateral dos pacientes críticos e verificaram a espessura deste músculo utilizando ultrassonografia. Foi observado que no final do período de intervenção, a espessura muscular diminuiu significativamente em ambos os músculos, mas o declínio médio no grupo muscular de intervenção foi menor do que no grupo de controle, em relação à força muscular, não foram observadas diferenças entre o músculo estimulado e o não estimulado. Em contrapartida, Rodriguez et al, (2012), utilizaram a aplicação da EENM apenas em um lado do corpo de 14 participantes para comparar o lado estimulado ao não estimulado, sendo os músculos alvos o bíceps braquial e o quadríceps. O desfecho mostrou que dez pacientes apresentaram fraqueza acentuada nos músculos do lado não estimulado no último dia de intervenção e do lado estimulado tiveram força suficiente para, pelo menos, mover-se contra a gravidade. Quanto à circunferência, o braço não estimulado reduziu em 1 centímetro, enquanto que no braço estimulado houve uma redução, mas não significativa, já a circunferência do quadríceps estimuladas e não estimuladas apresentaram variações não significativas.

Akar et al, (2015) utilizaram a eletroestimulação em pacientes com DPOC em unidade de terapia intensiva, sendo realizada por via transcutânea na extremidade superior bilateral do músculo deltóide e na extremidade inferior bilateral do músculo quadríceps. A força muscular dos membros inferiores e superiores melhorou significativamente, especialmente das extremidades inferiores, e houve uma diminuição significativa no nível sérico de interleucina 8 (IL-8) após a reabilitação.

Avaliando a resposta contrátil da musculatura ao receber a EENM, Grunow et al, (2019) dividiu os pacientes em respondedores definidos como > 50% de resposta contrátil à EENM, e não respondedores, com ≤ 50 % de resposta contrátil ao EENM durante os primeiros 7 dias da intervenção, sendo aplicada nos músculos tibial anterior, tríceps sural, vasto lateral, posterior da coxa, bíceps braquial, tríceps braquial, extensores de punho e flexores de punho. No dia 1 da EENM, apenas 64,4% das estimulações levaram a uma resposta contrátil com diferença significativa entre as extremidades superior (100%) e inferior (41,7%), e após os 7 dias essa resposta reduziu dos 64,4 para 25,0% no geral, da mesma forma, houve uma diminuição na resposta contrátil para as extremidades superior, de 100 para 58,3% e inferior, de 41,7 para 12,5%. Além disso, os resultados mostraram que os grupos musculares proximais em geral são menos propensos a responder à EENM do que os grupos musculares distais, sendo evidente tanto nas extremidades superiores quanto nas inferiores, e foi observado que o músculo vasto lateral foi o menos propenso a responder à estimulação elétrica neuromuscular. Ao final, 8 pacientes foram classificados como respondedores e 13 foram classificados como não respondedores e no primeiro despertar adequado, todos os pacientes apresentaram fraqueza significativa geral.

Shen et al, (2017) avaliaram o efeito da estimulação muscular elétrica (EMS) na preservação da força muscular do vasto medial e bíceps braquial e na duração da ventilação mecânica (VM) em pacientes gravemente sépticos e foi visto que 17/25 (68%) dos participantes estavam muito fracos no teste de força de preensão

manual e apenas oito participantes puderam realizar o teste, e o resultado da preensão palmar foi muito inferior à referência normal (20-33 Kg para população acima de 70 anos), e a duração média da dependência do ventilador foi de 6 dias no grupo controle e 6,5 dias no grupo EMS mostrando que a duração da ventilação mecânica não foi significativamente reduzida pela terapia de eletroestimulação.

Segers et al, (2014) investigaram a segurança e viabilidade da EENM promover contração nos músculos quadríceps bilaterais. Os parâmetros da frequência cardíaca, pressão arterial, saturação de oxigênio e frequência respiratória foram observados e nenhum deles mudou significativamente durante a intervenção, mostrando ser segura aos pacientes, e em relação a viabilidade, os pacientes que tiveram contração negativa na primeira sessão, não tiveram melhora após a quinta, em contrapartida, 22% dos pacientes que tiveram uma resposta positiva na sessão 1 mudaram para uma resposta negativa na sessão 5, porém este desfecho foi observado em pacientes gravemente enfermos com sepse, edema ou recebendo vasopressores, sendo o grau de contração inversamente proporcional ao grau de edema; quando não havia edema os pacientes foram mais propensos a ter um maior grau de contração. Lago et al, (2022) também avaliaram a segurança da EENM, sendo aplicada em pacientes sépticos nas primeiras 72 horas de seu diagnóstico e após as 72 horas. Os resultados mostraram que os pacientes com choque séptico (<72h) e em sepse (>72h) não apresentaram diferenças significativas quando comparados intragrupo para consumo de oxigênio, gasto energético, produção de dióxido de carbono e quociente respiratório (ou seja, entre repouso, intervenção e protocolos de controle). Apenas um paciente apresentou dor durante a EENM, que foi atenuada quando a intensidade foi diminuída. Desta forma, a EENM pode ser uma alternativa segura para contração e mobilização muscular devido à baixa demanda metabólica.

Por fim, França et al, (2020) avaliaram o efeito da EENM sobre o estresse nitrosativo e a citometria inflamatória da musculatura de quadríceps. Foi feita a comparação da intervenção com cicloergometria passiva com o FES, os níveis séricos de óxido nítrico, fator de necrose tumoral alfa, interferon gama e interleucinas 6 e 10 foram analisados antes e depois da intervenção e os resultados mostraram que não foram identificadas diferenças significativas entre os grupos e as intervenções foram insuficientes para alterar os níveis séricos de citocinas em uma única sessão, no entanto, se tratando do efeito da eletroestimulação funcional no estresse nitrosativo, os resultados revelaram concentrações reduzidas de óxido nítrico uma hora após o uso dessa terapia, indicando que possui efeito positivo na redução do estresse nitrosativo celular e a duração e o nível de intensidade da atividade tiveram uma regulação positiva da defesa antioxidante, mas não houve redução do fator de necrose tumoral alfa durante esta intervenção.

## **5 CONCLUSÃO**

Diante da análise dos 11 estudos selecionados, observou-se que a eletroestimulação apresentou resultados positivos em 7 estudos, demonstrando-se como eficaz nas funções musculares, sendo uma intervenção segura, capaz de promover prevenção da fraqueza e atrofia muscular em pacientes críticos. Enquanto estes estudos produziram resultados positivos, 4 estudos demonstraram que a eletroestimulação não foi eficiente na melhora da força e prevenção da atrofia muscular. Estes resultados podem estar relacionados à gravidade do paciente,

estágio avançado de atrofia e fraqueza muscular, presença de edema e à utilização de vasopressores, colaborando para uma contração muscular ineficiente e menor probabilidade de responder à EENM, isso mostra que nem todo paciente responderá da mesma forma à estimulação. Além disso, os grupos musculares distais respondem melhor à EENM do que os grupos musculares proximais.

Desse modo, com os resultados desta revisão evidencia-se a importância da realização de novos estudos, com amostras maiores, sobre a terapia por eletroestimulação em pacientes críticos em UTI, uma vez que pode se tornar um importante aliado na mobilização precoce para prevenção da atrofia e fraqueza muscular adquirida e maiores agravos e verificação da eficácia da técnica para utilização na prática clínica diária.

## REFERÊNCIAS

Associação de Medicina Intensiva Brasileira – AMIB. **Regulamento técnico para funcionamento das unidades de terapia intensiva**. São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.amib.org.br/fileadmin/RecomendacoesAMIB.pdf>

AKAR, Olcay et al. Efficacy of neuromuscular electrical stimulation in patients with COPD followed in intensive care unit. **The clinical respiratory journal**, v. 11, n. 6, p. 743-750, 2017.

BAO, Weiwei et al. Prevention of muscle atrophy in ICU patients without nerve injury by neuromuscular electrical stimulation: a randomized controlled study. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 23, n. 1, p. 1-10, 2022.

Barbas CSV, Ísola AM, Farias AMC, Cavalcanti AB, Gama AMC, Duarte ACM, et al. Recomendações brasileiras de ventilação mecânica 2013. Parte I. **Rev Bras Ter Intensiva**. 2014;26(2):89-121.

BUENO, Aline Felício. Avaliação da força evocada de pacientes críticos após alta da unidade de terapia intensiva. 2019.

DA SILVA, Ana Carolina Almeida et al. Efeitos e modos de aplicação da eletroestimulação neuromuscular em pacientes críticos. **ASSOBRAFIR Ciência**, v. 7, n. 1, p. 59-68, 2019.

DE JONGHE, Bernard; BASTUJI-GARIN, Sylvie; DURAND, Marie Chistine; MALISSIN, Isabelle; RODRIGUES, Pablo; CERF, Charles; OUTIN, Hervé; SHARSHAR, Tarek & GROUPE DE RÉFLEXION ET D'ETUDE DES NEUROMYOPATHIES EN RÉANIMATION. Respiratory weakness is associated with limb weakness and delayed weaning in critical illness. **Critical Care Medicine**, v. 35, n. 9, p. 2.007-2.015, September, 2007.

Doiron, K. A., Hoffmann, T. C., & Beller, E. M. (2018). Early intervention (mobilization or active exercise) for critically ill adults in the intensive care unit. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, (3).

DOS SANTOS DAMACENO, Gabriel; SACON, Gabriela Regina Talaska; DE MOURA RODRIGUES, Gabriela Meira. Efeitos da fisioterapia motora no paciente com fraqueza muscular adquirida na unidade de terapia intensiva. **Revista Brasileira Interdisciplinar de Saúde**, 2021.

Fan E, Dowdy DW, Colantuoni E, Mendez-Tellez PA, Secransky JE, Shanholtz C et al. Physical complications in acute lung injury survivors: a two-year longitudinal prospective study. **Crit care med**. 2014;42(4):849-59.

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, 2020.

- Fredericks CM. Adverse effects of immobilization on the musculoskeletal system. In: Fredericks CM, Saladim LK, editors. Pathophysiology of the motor systems: principles and clinical presentations. Philadelphia: F.A. Davis Company; 1996.
- GODOY, Marcos David Parada et al. Fraqueza muscular adquirida na UTI (ICU-AW): efeitos sistêmicos da eletroestimulação neuromuscular. **Revista Brasileira de Neurologia**, v. 51, n. 4, p. 110-3, 2015.
- GOMES, Carlos Alberto Cavalcante et al. Impacto de dois protocolos de estimulação diafragmática elétrica transcutânea nos parâmetros ventilométricos de pacientes críticos. **ASSOBRAFIR Ciência**, v. 11, p. 0-0, 2020.
- GRUNOW, Julius J. et al. Differential contractile response of critically ill patients to neuromuscular electrical stimulation. **Critical Care**, v. 23, n. 1, p. 1-12, 2019.
- GRUTHER, Wolfgang et al. Effects of neuromuscular electrical stimulation on muscle layer thickness of knee extensor muscles in intensive care unit patients: a pilot study. **Journal of rehabilitation medicine**, v. 42, n. 6, p. 593-597, 2010.
- Koukourikos K, Tsaloglidou A, Kourkouta L. Muscle atrophy in intensive care unit patients. **Acta Inform Med**. 2014;22(6):406-10.
- Latronico, N, Bolton, CF. Critical illness polyneuropathy and myopathy: a major cause of muscle weakness and paralysis. **The Lancet Neurology**. 2011; 10(10): 931–941. doi: 10.1016/s1474-4422(11)70178-8
- 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, 2018.
- LAGO, Alessandra Fabiane et al. Effects of physical therapy with neuromuscular electrical stimulation in acute and late septic shock patients: A randomised crossover clinical trial. **PloS one**, v. 17, n. 2, p. e0264068, 2022.
- Low J, Reed A. Eletroterapia Explicada: Princípios e Prática. In: Roberston V, Ward A, Low J, Reed A. Editores. Tratamento com radiações eletromagnéticas. São Paulo: Manole, 2001. p. 385-98.
- MACHADO, Isadora Clara; DA SILVA, Welisson Porto; DOS SANTOS, Vinicius Biulchi. Análise do índice de perda da força muscular em pacientes submetidos à internação na UTI do Hospital Municipal de Paracatu. **Humanidades e tecnologia (FINOM)**, v. 30, n. 1, p. 183-194, 2021.
- Maffiuletti NA. Physiological and methodological considerations for the use of neuromuscular electrical stimulation. **European Journal of Applied Physiology**. 2010; 110(2):223-34. PMID:20473619.
- Medrinal C, Combret Y, Prieur G, Robledo Quesada A, Bonnevie T, Gravier FE, et al. Comparação da intensidade do exercício durante quatro técnicas de reabilitação

precoce em pacientes sedados e ventilados em UTI: um estudo cruzado randomizado. **Cuidados Críticos**. 2018; 22 :110.

Meireles FMS, Barbosa IO, Viana MCC, Kuehner CP. Caracterização de parâmetros e estratégias do desmame difícil da ventilação mecânica adotados por fisioterapeutas. **Rev Bras Promoç Saúde**. 2013;26(1):51-5.

MENDES, Karina dal Sasso; SILVEIRA, Renata Cristina de Campos Pereira; GALVÃO, Cristina Maria. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. **Texto & Contexto - Enfermagem**, [S.L.], v. 17, n. 4, p. 758-764, dez. 2008. FapUNIFESP (SciELO).

MESQUITA, Tamara Márcia de Jesus Castro; GARDENGHI, Giulliano. Imobilismo e fraqueza muscular adquirida na Unidade de Terapia Intensiva. **Revista Brasileira de Saúde Funcional**, v. 1, n. 3, p. 47-47, 2016.

Needham DM. Mobilizing patients in the intensive care unit: improving neuromuscular weakness and physical function. **JAMA**. 2008;300(14):1685-90.

Oliveira ACL, Reis MMP, Mendonça SS. Alterações na composição corporal em pacientes internados em unidades de terapia intensiva. **Com Ciências Saúde**. 2011; 22(4):367-78.

PIRES, Rossana Maria de Sousa. **Implementação de um protocolo de exercícios cinesioterapêuticos e seus efeitos sobre o trofismo muscular em pacientes com internação prolongada**. 2012. 50 f. Dissertação (Mestrado)- Curso de Bioengenharia, Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, 2012.

Ramos FF, Nascimento IA, Caminha MR. Eletroestimulação do paciente com covid-19: da unidade de terapia intensiva à alta hospitalar. In: Associação Brasileira de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva; Martins JA, Reis LFF, Andrade FMD, organizadores. **PROFISIO Programa de Atualização em Fisioterapia em Terapia Intensiva Adulto: Ciclo 12**. Porto Alegre: Artmed Panamericana; 2021. p. 11-53. (Sistema de Educação Continuada a Distância, v.2).

Ramos SM, Vaceli JV, Cavenaghi OM, Mello JR, Brito MV, Fernandes MJ, et al. Associação entre funcionalidade e tempo de permanência de pacientes críticos em UTI. **Fisioter Bras** 2021; 22(2):120-31.

RODRIGUES, Isabelle Delaqua et al. Fraqueza muscular adquirida na unidade de terapia intensiva: um estudo de coorte muscle weakness acquired in the intensive care unit: a cohort study. **Revista de Atenção à Saúde**, v. 8, n. 24, 2010.

RODRIGUEZ, Pablo O. et al. Muscle weakness in septic patients requiring mechanical ventilation: protective effect of transcutaneous neuromuscular electrical stimulation. **Journal of critical care**, v. 27, n. 3, p. 319. e1-319. e8, 2012.

SBRUZZI, Graciele; PLENTZ, Rodrigo Della Méa. Indicação e uso da estimulação elétrica neuromuscular (EENM) no tratamento de pacientes adultos críticos com COVID-19. **Assobrafir ciência**, v. 11, n. Suplemento 1, p. 133-142, 2020

SEGERS, Johan et al. Early neuromuscular electrical stimulation reduces the loss of muscle mass in critically ill patients—A within subject randomized controlled trial. **Journal of Critical Care**, v. 62, p. 65-71, 2021.

SEGERS, Johan et al. Feasibility of neuromuscular electrical stimulation in critically ill patients. **Journal of critical care**, v. 29, n. 6, p. 1082-1088, 2014.

SHEN, Sheng-Yeh et al. Electric muscle stimulation for weaning from mechanical ventilation in elder patients with severe sepsis and acute respiratory failure—a pilot study. **International Journal of Gerontology**, v. 11, n. 1, p. 41-45, 2017.

Sibinelli M, Maioral DC, Falcão ALE, Kosour C, Dragosavac D, Lima NMV. Efeito imediato do ortostatismo em pacientes internados na unidade de terapia intensiva de adultos. **Rev Bras Ter Intensiva**. 2012; 24(1): 64-70.

SILVA, Alice Sousa; SILVA, Karina Martin Rodrigues. A FISIOTERAPIA NA PREVENÇÃO E MINIMIZAÇÃO DA ATROFIA MUSCULAR ADQUIRIDA NA UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA: REVISÃO SISTEMÁTICA. **UNILUS Ensino e Pesquisa**, v. 15, n. 38, p. 11-24, 2018.

SILVA, Ana Paula Pereira da; MAYNARD, Kenia; CRUZ, Mônica Rodrigues da. Efeitos da fisioterapia motora em pacientes críticos: revisão de literatura. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 22, p. 85-91, 2010.

Silva, P. E., Babault, N., Mazullo, J. B., de Oliveira, T. P., Lemos, B. L., Carvalho, V. O., & Durigan, J. L. Q. (2017). Safety and feasibility of a neuromuscular electrical stimulation chronaxie-based protocol in critical ill patients: A prospective observational study. **Journal of Critical Care**, 37, 141-148.

Wagenmakers AJ. Muscle function in critically ill patients. **Clin Nutr**. 2001;20(5):451-4. Review.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus pela força, sabedoria e todas as bênçãos e graças concedidas, por me sustentar até aqui e não me permitir desistir diante das dificuldades.

Aos meus pais, Maria José e Manoel, por todo apoio, incentivo, esforços e pelas lutas enfrentadas junto a mim para que eu pudesse me formar, muitas vezes deixando de lado suas necessidades para suprir as minhas. Às minhas irmãs, Luana e Carla, por fazerem parte da minha vida, e minha sobrinha, Maria Júlia, que chegou em nossas vidas trazendo muito amor, união, me dando muitas alegrias e fortaleza, sua chegada em minha vida me trouxe paz, motivação e muitos ensinamentos.

Aos meus familiares e amigos próximos, mesmo que de longe, me ajudaram de alguma forma, torcendo e me incentivando.

Ao meu noivo, Samuel, por fazer parte da minha vida e estar comigo em todos os momentos, bons e ruins. Por todas as vezes em que enfrentei dificuldades e estava ao meu lado para me amparar, por todo amor e companheirismo e pelos esforços e incentivos para que eu pudesse chegar até aqui.

À minha amiga de curso, Carla, por ter se mantido fielmente ao meu lado em todos esses anos. Por todas as vezes em que pensei em desistir, esteve ao meu lado me incentivando a seguir firme, me dando muito carinho e motivação. Por toda ajuda que me deu quando precisei e por ser minha companheira para tudo, tanto na vida acadêmica como pessoal.

Ao meu orientador, professor João Virgínio, por toda ajuda, compreensão e por ter acreditado em mim. Agradeço imensamente por todos os ensinamentos repassados na graduação e durante a construção deste trabalho. O senhor é um excelente profissional e ser humano incrível, sendo um grande exemplo para mim. Com todo seu carinho e paciência, me ajudou a ser mais forte e confiante. Muito obrigada!

À todos, meus sinceros agradecimentos por toda contribuição e torcida, sozinha, eu não chegaria até aqui. Todos foram essenciais na realização deste sonho.