

# **Segurança da aplicabilidade da eletroestimulação neuromuscular na hemodinâmica de pacientes nas UTI's como prevenção da polineuropatia: uma revisão de literatura**

**Safety of the applicability of neuromuscular electro-stimulation in hemodynamics of patients in ICU's as a prevention of polyuropathy: a literature review**

**Seguridad de la aplicabilidad de la electroestimulación neuromuscular en hemodinámica de pacientes en UCI como prevención de poliurromiopatía: revisión de la literatura**

Recebido: 14/12/2021 | Revisado: 23/12/2021 | Aceito: 24/12/2021 | Publicado: 04/01/2022

**Lisiane Lima Felix**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3044-3465>

Faculdade Facottur, Brasil

E-mail: [liz.limafelix@gmail.com](mailto:liz.limafelix@gmail.com)

**Cyntia Fonseca do Rêgo Barros e Albuquerque**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2576-5275>

Faculdade Facottur, Brasil

E-mail: [cyntiafrbalbuquerque15@gmail.com](mailto:cyntiafrbalbuquerque15@gmail.com)

**Harrison Euler Vasconcelos Queiroz**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7906-2981>

Faculdade Facottur, Brasil

E-mail: [harriseuler@gmail.com](mailto:harriseuler@gmail.com)

**Flávia Carolina Lasalvia da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3441-3201>

Faculdade Facottur, Brasil

E-mail: [flaviacsalvia@gmail.com](mailto:flaviacsalvia@gmail.com)

**Eudson José Santos do Monte**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1871-6619>

Faculdade Facottur, Brasil

E-mail: [eudson41@gmail.com](mailto:eudson41@gmail.com)

**Amanda Fonseca do Nascimento**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7804-671X>

Faculdade Facottur, Brasil

E-mail: [amandas2nascimento@gmail.com](mailto:amandas2nascimento@gmail.com)

**Ingrid Larissa da Silva Laurindo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7658-2455>

Faculdade Facottur, Brasil

E-mail: [larissasilvalaurindo@gmail.com](mailto:larissasilvalaurindo@gmail.com)

**Mateus Porfirio Rodrigues**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6747-4898>

Faculdade Facottur, Brasil

E-mail: [mateusporfirio6@gmail.com](mailto:mateusporfirio6@gmail.com)

**Camila Ellen Pinheiro dos Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8434-5342>

Faculdade Facottur, Brasil

E-mail: [camilaellen08@gmail.com](mailto:camilaellen08@gmail.com)

**Manoela Gouveia dos Passos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0552-8408>

Faculdade Facottur, Brasil

E-mail: [manugouveia264@gmail.com](mailto:manugouveia264@gmail.com)

**Klyvia Juliana Rocha de Moraes**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7407-4027>

Faculdade Facottur, Brasil

E-mail: [klyviaj@yahoo.com.br](mailto:klyviaj@yahoo.com.br)

**José Carlos Nogueira Nóbrega Júnior**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3908-9260>

Faculdade Facottur, Brasil

E-mail: [c10carlo@gmail.com](mailto:c10carlo@gmail.com)

### Resumo

**Objetivo:** Asseverar a segurança da aplicabilidade da eletroestimulação neuromuscular em pacientes nas UTI's como prevenção da polineuromiopia. **Métodos:** O presente estudo expõe-se como uma revisão de literatura, com as buscas realizadas nas bases de dados PubMed, SciELO, Medline e Cochrane desde o início de março até abril de 2020, não havendo restrição de idiomas, sendo sua análise descritiva realizada no período de maio a junho do mesmo ano. Foram inseridos artigos que contivessem informações sobre segurança e efeitos da aplicabilidade da técnica nos desfechos, levando-se em conta as possíveis alterações de hemodinâmica. **Resultados:** Foram identificados 234 estudos relevantes, dos quais 215 foram excluídos por não apresentarem desfechos de interesse e segurança, e inclusos 5 ensaios clínicos randomizados. O tamanho da amostra variou entre 11 e 54 pacientes de ambos os sexos, com faixa etária variando entre 18 e 82 anos, fazendo uso ou não de ventilação mecânica invasiva, submetidos à estimulação elétrica neuromuscular em pacientes graves. Dos artigos selecionados, todos analisaram a influência da estimulação elétrica neuromuscular e não constataram efeitos adversos que influenciassem no estado clínico do paciente. **Conclusão:** Os resultados das análises sugerem que a eletroestimulação neuromuscular (EENM) pode ser implementada nas UTI's para recuperação e prevenção da polineuromiopia, pois a ausência de efeitos secundários maléficos ou significativos enfatiza tal afirmação.

**Palavras-chave:** Fraqueza muscular; Unidade de Terapia Intensiva; Estimulação elétrica.

### Abstract

**Aim:** To assert the safety of using neuromuscular electro-stimulation on ICU patients as a way to prevent polyneuromyopathy. **Methods:** This study comes as a literature revision with researches concentrated on databases such as PubMed, SciELO, Medline and Cochrane from early March until April 2020, with no idiom restrictions, and with its main analysis being written between the months of May and June. There have been inserted articles with informations on the safety and effects of the applicability of the technic in the outcomes, taking in consideration possible hemodynamics alterations. **Results:** There have been identified 234 relevant studies, from which 215 have been excluded for not presenting relevant and safe outcomes, and there were included 5 randomized clinical trials. Sample size has varied between 11 and 54 patients from both genders, in an age range from 18 to 82 years old, involving or not the use of invasive mechanical ventilation, who were submitted to neuromuscular electrical stimulation in critically ill patients. Amongst the selected articles, all of them analyzed the influence from the neuromuscular electrical stimulation and didn't recognize side effects that could influence in the patient's clinical condition. **Conclusion:** The analysis results suggest that the neuromuscular electro-stimulation (NMES) could be implemented in ICUs for the recovery and prevention of polyneuromyopathy, hence the lack of malefic or relevant side effects.

**Keywords:** Muscle weakness; Intensive Care Unit; Electrical stimulation.

### Resumen

**Objetivo:** Afirmar la seguridad de la aplicabilidad de la estimulación eléctrica neuromuscular en pacientes de UCI como prevención de polineuromiopatía. **Métodos:** El presente estudio se presenta como una revisión de la literatura, con búsquedas realizadas en las bases de datos PubMed, SciELO, Medline y Cochrane desde principios de marzo a abril de 2020, no existe restricción de idioma, y su análisis descriptivo se realizó de mayo a junio del mismo año. Se insertaron artículos que contienen información sobre seguridad y los efectos de la aplicabilidad de la técnica en los resultados, teniendo en cuenta los posibles cambios hemodinámicos. **Resultados:** Se identificaron 234 estudios relevantes, de los cuales 215 fueron excluidos por no presentar resultados de interés y seguridad, e incluyó 5 ensayos clínicos aleatorizados. El tamaño de la muestra osciló entre 11 y 54 pacientes de ambos sexos, con edades comprendidas entre 18 y 82 años, utilizando o no ventilación mecánica invasiva, sometida a estimulación eléctrica neuromuscular en pacientes críticos. De los artículos seleccionados, todos analizaron la influencia de la estimulación eléctrica neuromuscular y no encontraron efectos adversos que influyeran en el estado clínico del paciente. **Conclusión:** Los resultados de los análisis sugieren que la electroestimulación neuromuscular (EENM) se puede implementar en las UCI para la recuperación y prevención de la polineuropatía, ya que la ausencia de efectos secundarios nocivos o significativos enfatiza esta afirmación.

**Palabras clave:** Debilidad muscular; Unidad de Terapia Intensiva; Estimulación eléctrica.

## 1. Introdução

Entende-se como fraqueza muscular adquirida em unidade de terapia intensiva, também denominada como polineuromiopia, um enfraquecimento bilateral e simétrico que afeta os músculos periféricos e respiratórios, podendo já ser observado no segundo dia após a internação. É uma complicação significativa e comum em pacientes internados na unidade de terapia intensiva (UTI) comprometendo a qualidade de vida do paciente, mesmo após a alta hospitalar, ou levá-lo à óbito (Ferreira, et al., 2014; Godoy, et al., 2015).

Com o avanço da tecnologia e dos cuidados de terapia intensiva, foi permitido ao paciente crítico sobreviver e recuperar-

se, porém, quando a internação é prolongada, poderá tornar-se prejudicial, havendo perda da massa muscular devido à restrição no leito. A imobilidade no leito tem um efeito direto e maléfico aos músculos periféricos e respiratórios, que contribui para o surgimento da polineuropatia em pacientes críticos, cujo fatores de risco estão associados à ventilação mecânica prolongada (Hashem, et al., 2016; França, et al., 2012; Puthuchery, et al., 2010).

Para o diagnóstico de fraqueza muscular periférica na UTI é mais comumente utilizado o escore de força muscular denominado Medical Research Council (MRC) ou de preensão palmar por meio da dinamometria, mas, para realização de ambos os escores, é preciso que o paciente seja colaborativo. Em pacientes incapazes de cooperar, o diagnóstico de polineuropatia fica limitado devido à dificuldade da disponibilidade da eletromiografia (EMG) e do estudo da condução nervosa (NCS) outros meios para avaliação da fraqueza muscular (Menezes, et al., 2018; Santos, et al., 2017; Puthuchery, et al., 2010).

A intervenção dos fisioterapeutas intensivistas busca alternativas na resolução dessa síndrome, utilizando alguns recursos como: a mobilização do paciente crítico e a eletroestimulação neuromuscular (EENM), com o objetivo de abrandar a incidência da polineuropatia com a redução no tempo de ventilação mecânica e facilitando o desmame ventilatório (Godoy, et al., 2015).

É essencial dar importância ao fato de que alguns pacientes da UTI acham-se entorpecidos, com alterações hemodinâmicas ou com diminuição da cognição sem a possibilidade de realizar movimentos ativos, portanto a EENM mostrou-se como um dos recursos alternativos para melhorar ou manter a força muscular, através de agentes eletrofísicos, cujo são agentes não invasivos que fazem uso de correntes elétricas, mudanças de temperatura e princípios de fotomodulação para alcançar efeitos terapêuticos (Sachetti, et al., 2018; Santos, et al., 2020).

A EENM é um mecanismo modulador que atua no fortalecimento e recuperação do músculo através da excitação do nervo periférico, permitindo que o músculo realize contrações involuntárias e eficientes através da corrente elétrica de baixa voltagem, aumentando o fluxo circulatório, a força e a resistência, além da redução da fadiga, dessa forma, prevenindo o decréscimo da massa muscular em pacientes sedados nas UTIs que se encontram-se em ventilação mecânica prolongada. Desse modo, a EENM torna-se uma alternativa possível para a prevenção da redução da força muscular e suas consequências, mantendo e/ou aumentando a de força e resistência (Meesen, et al., 2010; Santos, et al., 2014; Figueira, et al., 2021).

Por ser um mecanismo de recurso terapêutico alternativo e promissor na reabilitação, a EENM tem como principais vantagens a melhora da funcionalidade motora com aumento ou manutenção da força muscular em pacientes críticos e prevenção da perda de sarcômeros ocasionada pelo desuso. Contudo, em contrapartida pode apresentar risco de queimaduras em casos de parâmetros errados, devendo ser aplicada apenas por profissionais treinados que utilizem parâmetros baseados em evidências (Sachetti et al., 2018; Santos et al., 2014).

Diante de uma comorbidade adquirida na UTI, como a fraqueza muscular, que é ocasionada pela atrofia da musculatura esquelética, devido ao imobilismo no leito, gerando assim uma redução da funcionalidade geral. Com isto, o objetivo do estudo versa asseverar a segurança da aplicabilidade da eletroestimulação neuromuscular na hemodinâmica de pacientes nas UTI's como prevenção da polineuropatia.

## 2. Metodologia

Trata-se de uma revisão de literatura realizada nas bases de dados PubMed, SciELO, Medline e Cochrane. Foram incluídos artigos que contivessem informações sobre segurança da aplicabilidade da técnica como desfecho, levando-se em conta as possíveis alterações de hemodinâmica e efeitos adversos.

Foram incluídos ensaios clínicos randomizados (ECR) com pacientes internados em UTI's, que estavam fazendo uso ou não de ventilação mecânica invasiva (VMI), conscientes ou não, todos submetidos à aplicação da eletroestimulação neuromuscular em grupos musculares periféricos e respiratórios acessórios, àqueles artigos que incluíram a descrição da

intervenção clínica e que compararam os protocolos de sua aplicabilidade a fim de determinar sua eficiência, os que apresentaram desfechos relativos a sua eficácia e segurança da aplicabilidade da EENM e artigos publicados a partir do ano de 2015 à maio de 2020. Fizeram parte dos critérios de exclusão aqueles que envolveram estudos com crianças ou animais e relatos de caso.

O processo de busca e análise dos artigos foi realizado durante o período de março a maio de 2020, utilizando os seguintes descritores combinados nas línguas portuguesa e inglesa: “fraqueza muscular” (muscle weakness); “polineuromiopia por doença crítica” (critical illness polyneuromyopathy), “unidade de terapia intensiva” (intensive care unit); “estimulação elétrica” (electrical stimulation); “efeitos adversos” (adverse effects) utilizando os descritores booleanos AND e OR. As buscas foram realizadas por duas pesquisadoras que, de forma independente, selecionaram os artigos a partir dos títulos, ano de publicação e leitura dos resumos, e os que, em seu resumo, não forneceram informações suficientes foram excluídos.

Posteriormente, os artigos selecionados foram confrontados, havendo ainda uma nova seleção para definição dos que iriam ser lidos na íntegra. Para sua análise, foi determinado um roteiro para escolha, sendo selecionados os que fossem ensaios clínicos randomizados com pacientes internados na UTI que estavam fazendo uso ou não da VMI, com protocolos de intervenção definidos, havendo comparação, efeitos encontrados e desfechos. O desfecho foram os efeitos acarretados pela aplicabilidade da EENM quanto a hemodinâmica, funcionalidade e segurança. A análise dos estudos selecionados e sua síntese foram realizadas de forma descritiva. Por fim, interpretados os resultados e efeitos sem manipulação ou intervenção das pesquisadoras com o intuito de delinear o conhecimento produzido.

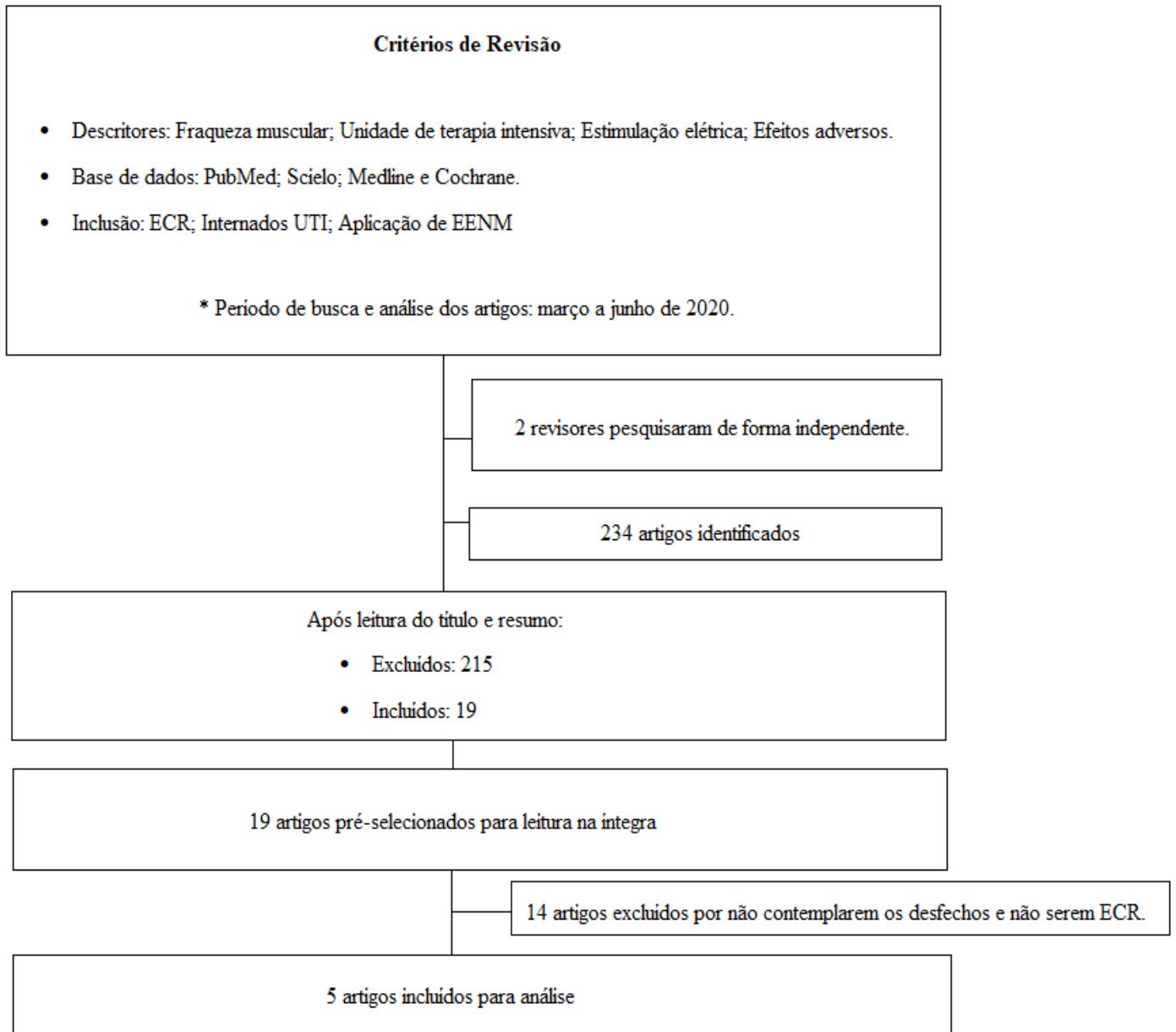
### 3. Resultados

Foram identificados 234 artigos dos quais, após a leitura dos títulos e resumos, foram pré-selecionados 19 artigos para leitura completa. Os que foram excluídos justificam-se por não apresentarem os desfechos de interesse, segurança, ou não serem ensaios clínicos randomizados, resultando em um total de 5 artigos para análise e descrição detalhada por parte dos revisores e de forma independente (Figura 1).

O tamanho da amostra dos cinco estudos variou de 11 a 54 pacientes, totalizando 151 participantes de ambos os sexos com idades superiores a 18 anos até aos 82 anos. Todos em estado crítico e internados na unidade de terapia intensiva e que estavam fazendo uso ou não de VMI, estando conscientes ou não. Sendo divididos entre grupos controle e intervenção. Com relação a patologia ou motivo de internação: Akar, *et al.* (2015) se referiram a pacientes (n=30) com DPOC; o estudo de Stefanou, *et al.* (2016) referem-se a pacientes (n=32) enfermos apresentando sepse não definindo qual patologia primária; Fischer, *et al.*, (2016) citaram que eram pacientes críticos pós-cirurgia cardiotorácica (n=54); já o estudo de Silva, *et al.* (2017) que eram compostos por 82% de pacientes (n=9) com Politrauma, exceto com fraturas em MMII, por 9% com Pancreatite (n=1) e 1% por cirurgia abdominal (n=1) e por fim o artigo de Sachetti, *et al.* (2018) citaram apenas que eram pacientes críticos nas UTI's fazendo uso VMI (n=24).

Todos os estudos envolvidos nesta revisão, realizaram programas de intervenções com grupos que pudessem fazer comparações. Entre os ensaios clínicos randomizados aqui analisados, os artigos de Fisher, *et al.* (2016) e o de Sachetti, *et al.* (2018) compararam o uso da EENM entre os grupos de controle e de intervenção; o estudo de Stefanou, *et al.* (2016) compararam grupos com uso da EENM com frequências diferentes; Akar, *et al.* (2015) separaram os pacientes randomizados em três grupos nos quais o grupo 1 combinou exercícios ativos com EENM, o grupo 2 apenas EENM e grupo 3, exclusivamente, exercícios ativos. E, por fim, Silva, *et al.* (2017) avaliaram, como desfecho primário a segurança de um protocolo da EENM aplicados em cinco grupos musculares em pacientes críticos submetidos à VM.

**Figura 1** - Fluxograma mostrando as estratégias de buscas dos dados para revisão da literatura.



Fonte: Autores (2021).

Quanto ao programa de intervenção da EENM, este foi realizado no ambiente da UTI como prevenção da polineuropatia e segurança da sua aplicabilidade. O tempo de aplicabilidade da EENM variou apenas em 1 artigo, Silva, et al. (2017) com aplicação de 3 ciclos de 15 minutos totalizando 45 minutos na sessão e os demais estudos por 30 minutos a sessão; o número de sessões variou de 1 à 2 vezes ao dia e suas frequências variaram de 45Hz, 50Hz, 66Hz, 75Hz e 100Hz. A frequência entre os artigos variou entre a sua aplicabilidade, sendo que Akar, et al. (2015) e os estudos de Sachetti, et al. (2018) apresentaram a mesma frequência de 50Hz. O único artigo que utilizou frequências diferentes entre os grupos foi o de Stefanou, et al. (2016) aplicando respectivamente 45Hz e 75Hz. A largura de pulso não foi referida em todos os artigos. Os que a mencionaram variou entre 300  $\mu$ s e 400  $\mu$ s, sendo fixa durante toda as sessões. Silva, et al. (2017) aplicaram, em seu estudo, inicialmente, uma largura de pulso de 100  $\mu$ s, sendo aumentada de 20  $\mu$ s até 1000  $\mu$ s a cada 1s até que houvesse uma contração visível.

Dos cinco estudos incluídos, todos analisaram a influência da EENM na hemodinâmica como desfecho primário para determinar o quesito segurança, sendo que Silva, et al. (2017) avaliaram o quesito segurança, dentre outros níveis séricos, as aferições dos níveis de fosfoquinase (CPK) para avaliar o grau de lesão muscular. Fisher, et al. (2016) avaliaram a aplicação da EENM como requisito de recuperação da força muscular e impedimento da perda de espessura da camada muscular. Enquanto os demais deram ênfase na FC e FR, foram citados também em alguns artigos o lactato, a pressão arterial e a creatina fosfoquinase, e todos com valores de alteração não significativos ou não apresentaram mudança.

Como desfecho para seguranças referentes aos artigos analisados, em todos os artigos não foram constatados efeitos adversos. Stefanou, et al. (2016) aponta que houve efeitos benéficos sistêmicos na microcirculação que não ocorreram distúrbios eletrocardiográficos e hemodinâmicos durante as sessões, que houve aumento da FC, FR, lactato e na creatina fosfoquinase (CPK), porém com valores não relevantes que alterassem a clínica do paciente e que a PAM não mudou, enquanto Sachetti, et al. (2018) e Akar, et al. (2015) não relataram diferença significativa entre os grupos que analisaram. No estudo de Fisher, et al. (2016) a aplicação da EENM não teve efeito significativo na espessura da camada muscular (ECM) porém havendo resultado positivo na recuperação da força muscular. Silva, et al. (2017) relataram, ao final de seus resultados, que não houve alterações significativas no lactato sérico e tampouco da creatina fosfoquinase (CPK) ao longo do estudo, no entanto apresentando mudança considerável nos valores de saturação venosa central de oxigênio (SvcO<sub>2</sub>) no terceiro e último dia da aplicação da EENM.

Silva, et al. (2017) relataram que todos os pacientes foram sedados, porém 15% deles manifestaram algia, havendo a interrupção da sessão, o que impossibilitou o acréscimo da intensidade, que foi padronizada e fixada a partir da maior contração muscular visível. Em nenhum artigo analisado foi relatado a ocorrência de queimaduras. Dessa forma, apresentando segurança da aplicabilidade da EENM para ser aplicada em pacientes críticos.

No Quadro 1 encontram-se as descrições gerais sobre cada artigo, listando números de pacientes envolvidos e estudados, as divisões dos grupos, parâmetros de intervenção, local de aplicação e desfecho de segurança encontrados.

**Quadro 1:** Descrição das informações contidas nos artigos selecionados.

Estudo	Grupos	Pacientes (n)	Objetivo Principal do estudo	Parâmetros	Local de Aplicação	Desfecho para segurança
STEFANO <i>et al.</i> , 2016	G1: Alta frequência G2: Média frequência	32 pacientes com idade média de 58 anos na UTI em VM e sépticos, sedados ou não sedados.	Explorar os efeitos induzidos pela NMES na mobilização de células progenitoras endoteliais em pacientes sépticos em UTI.	Impulso bifásico e largura de pulso de 400µs; intensidade máxima tolerada; aplicada uma única sessão com duração de 30 minutos mais 10 minutos entre aquecimento e recuperação.	Nos pontos motores dos músculos Vasto Lateral, Vasto Medial e Fibular Longo dos MMII, bilateralmente.	Efeitos benéficos sistêmicos na microcirculação; Não ocorreram distúrbios eletrocardiográficos e hemodinâmicos durante as sessões; Em ambos os grupos houve aumento da FC, FR, Lactato e na Creatina Fosfoquinase mas com valores não significativos; Enquanto a PAM não mudou.
SILVA <i>et al.</i> , 2017	Todos os pacientes fazendo uso da EENM	11 pacientes críticos fazendo uso de VM por 24 à 48 horas com Politrauma (9), exceto com fraturas em MMII, Pancreatite (1) e cirurgia abdominal (1).	Avaliar a segurança e viabilidade da eletroestimulação neuromuscular. Protocolo baseado na excitabilidade neuromuscular e aplicado em numerosos grupos musculares de pacientes críticos.	A EENM foi realizada uma vez ao dia por 15 minutos (90 contrações) por 3 dias consecutivos, frequência de 100 Hz, tempo ON 5s, tempo OFF de 5 s, sem tempo de subida e decaimento. A intensidade da largura de pulso foi padronizada e fixada a partir da maior contração muscular visível.	Nos pontos motores dos músculos glúteo máximo, quadríceps, tibial anterior, isquiotibiais e gastrocnêmios, bilateralmente.	No final de cada sessão de 15 min. de EENM, todos os pacientes apresentaram fadiga com capacidade de contração diminuída. Não houve alterações significativas no lactato sérico e tampouco da creatina fosfoquinase (CPK) ao longo do estudo. No entanto, inicialmente nenhum paciente mostrou alteração dos valores de SvcO <sub>2</sub> nos dois primeiros dias, havendo mudança considerável no terceiro dia da aplicação da EENM. Mostrando-se que o protocolo aplicado é totalmente eficaz e seguro.
SACHETTI <i>et al.</i> , 2018	G1(10): Grupo intervenção: EENM + Fisioterapia convencional G2(14): Grupo controle: EENM Placebo + fisioterapia convencional	24 pacientes Fazendo uso VMI, porém não fizeram aplicação de bloqueadores neuromusculares ou corticoides.	Avaliar a segurança da técnica de EENM em pacientes críticos em VMI. O tratamento ocorreu desde a entrada do paciente no estudo, ainda sedado, iniciando 24 horas após intubação até o momento da extubação.	Frequência 50Hz, duração de pulso de 300 µs; Tempo 4 seg ON e 11 seg OFF; intensidade aumentada até visualização ou a palpação de contração muscular e em pacientes acordados foi ajustado conforme tolerância. Sessões diárias de 30 min. (uma vez ao dia), enquanto a fisioterapia convencional foi aplicada 2 vezes ao dia por 30min.	Nos pontos motores, bilateralmente, dos músculos Peitoral Maior e Reto Abdominal.	Foram avaliados Lactato sanguíneo, complacência pulmonar dinâmica e variáveis cardiorespiratórias (FC, FR, saturação de oxigênio e Pressão arterial antes e após a EENM). Não foram observados eventos adversos; As variáveis metabólicas não apresentou diferença entre os grupos; Os níveis de lactato sanguíneo e da complacência pulmonar dinâmica não houve diferença significativa; Não foi apresentado alterações nos parâmetros cardiorespiratórios, quando avaliados antes e após a EENM, apresentando-se constantes.

(Continua)

Estudo	Grupos	Pacientes (n)	Objetivo Principal do estudo	Parâmetros	Local de Aplicação	Desfecho para segurança
AKAR <i>et al.</i> , 2015	G1: Exercícios ativos e EENM G2: EENM G3: Exercícios ativos	30 pacientes conscientes entre homens e mulheres em terapia intensiva com DPOC.	Investigar o impacto de ativos mobilização de extremidades e estimulação elétrica neuromuscular (EENM) desmame, alta hospitalar e mediadores inflamatórios na DPOC pacientes recebendo ventilação mecânica.	Frequência 50Hz; amplitude 20mA e 25mA; impulso bifásico, quadrado e simétrico; duração de 1,5 ON e 0,75 OFF; aplicação a partir do 2º dia de VMI até a saída da UTI.	Músculos Deltóide e Quadriceps bilateralmente.	Contrações visíveis e palpáveis durante a EENM; Variáveis hemodinâmicas: Em todos os grupos tiveram achados vitais semelhantes, no grupo 2 houve FC diminuída com melhora da força sem aumentar a carga cardíaca. A FR em todos os grupos não se alterou nem antes e depois da intervenção. Força muscular: os valores não foram significativamente diferentes entre os grupos tendo destaque os grupos 1 e 2. Tempo de Desmame dos grupos foi semelhante para todos os grupos.
FISHER <i>et al.</i> , 2016	Grupo intervenção fazendo uso EENM Grupo controle EENM placebo	54 pacientes críticos após cirurgia cardiotorácica	Investigar se a EENM impede a perda de espessura da camada muscular (ECM) e força e observar a variação temporal do ECM e força desde o dia pré-operatório até o hospital descarga.	Frequência de 66Hz, estimulador fornecido bifásico pulsos retangulares de 0,4 ms, os músculos foram estimulados duas vezes ao dia (2 x 30 minutos de EENM com um intervalo de pelo menos 30 minutos entre as duas sessões, 7 dias por semana durante toda a estadia na UTI.	A eletroestimulação foi aplicada nos pontos motores dos músculos quadriceps bilateralmente (os demais músculos foram medidos pelo MRC), desde o 1º dia de pós operatório até a alta da UTI até no máximo 14 dias.	EENM não teve efeito significativo no ECM, porém recuperaram a força muscular 4,5 vezes mais rápido do que o grupo controle. Na alta hospitalar todos os pacientes recuperaram níveis de força do pré-operatório, mas não de ECM.

G: grupo; UTI: unidade de terapia intensiva; VM: ventilação mecânica; NMES/EENM: eletroestimulação neuromuscular; MMII: membros inferiores; FC: frequência cardíaca; FR: frequência respiratória; PAM: pressão arterial média; SvcO<sub>2</sub>: saturação venosa central de oxigênio; CPK: creatina fosfoquinase; VMI: ventilação mecânica invasiva; DPOC: doença pulmonar obstrutiva crônica; ECM: espessura da camada muscular; MRC: medical research council.

Fonte: Autores (2021)



#### 4. Discussão

A presente revisão literária inclui apenas ensaios clínicos randomizados (ECR) que apresentaram as vantagens de fornecerem as causas da aplicabilidade da EENM em pacientes críticos com a variável segurança como efeito primário ou secundário do estudo. Além de revelarem-se com um desenho metodológico adequado para o desenvolvimento do presente estudo, esses artigos apontaram conclusões consistentes que sugeriram resultados positivos da EENM, não ocorrendo efeitos adversos que prejudicassem o quadro clínico dos pacientes e não apresentando impactos significativos na hemodinâmica quando aferidos e comparados antes e depois das sessões.

Mesmo que todos os artigos aqui incluídos e analisados tenham sido ECR, apenas o de Sachetti, et al. (2018) foi classificado como duplo cego, ou seja, com mascaramento dos voluntários e dos examinadores, e o de Fisher, et al. (2016) sendo classificado como único cego no qual os pacientes não foram informados quanto ao tratamento a ele designado.

Todos os estudos foram realizados com uma preocupação em comum pelo uso da EENM que seria o impacto sobre a hemodinâmica dos pacientes, porém nenhum estudo apresentou alterações clínicas relevantes, embora sendo demonstrado alguns aumentos marginais na aferição após sua administração como a FC, FR e do lactato mas não representando alterações que representassem uma anormalidade.

Segundo Cerqueira, et al. (2019), em seu estudo que caracterizou-se como ECR, foi exposto que não houve nenhuma alteração clínica nas variáveis hemodinâmica sobre a FC, PAS (pressão arterial sistólica), PAD (pressão arterial diastólica) e na PAM (pressão arterial média), como também não demonstrou arritmias cardíacas nos pacientes ao realizar a EENM e que nenhuma alteração foi encontrada nas variáveis respiratórias como FR e na SpO<sub>2</sub> (saturação periférica de oxigênio), permanecendo dentro dos limites considerados normais.

Ainda de acordo com Cerqueira, et al. (2019), foi proposto que a EENM poderia ser usado de forma segura no pós-cirúrgico cardíaco como forma de amenizar o declínio da força e que, em estudos anteriores havia um anseio com relação ao uso da EENM nesses pacientes bem como os considerados críticos na área médica pela possível geração de arritmias.

Hill, et al. (2018), em sua revisão, relataram que, em relação aos eventos adversos, não há diferença de risco quanto à mortalidade dos pacientes quando aplicado a EENM isoladamente ou apenas tratamento físico convencional ou em conjunto, declarando que pacientes incapazes ou indispostos podem utilizar a eletroestimulação como uma estratégia de reabilitação, mas deixando claro que a qualidade de evidência é baixa.

Embora os estudos estabeleçam critérios para examinar se a hemodinâmica ou se a incidência de complicações estaria dentro da faixa de normalidade para demonstrar a segurança e a viabilidade do tratamento pela EENM, os parâmetros de aplicação, os seus protocolos e as características dos participantes foram altamente variáveis entre os estudos, dessa forma inviabilizando agrupar os seus resultados para que pudessem ser descritos.

Fazendo um comparativo, Chen, et al. (2016), em sua metanálise, evidenciaram a heterogeneidade dos programas de aplicação da EENM, no que tange a intensidade do estímulo. No entanto, concluíram que a mais adequada dosagem é a individualizada e a máxima tolerada. A respeito da sua aplicabilidade em pacientes com DPOC moderada à grave, constataram o aumento da força do quadríceps e da resistência ao exercício, porém não afirmaram melhora significativa na qualidade de vida.

A EENM foi implementada nos estudos e, como conclusão, a segurança da sua aplicação foi citada, demonstrando que sua aplicabilidade era bem tolerada pelos pacientes sem causar eventos adversos, sugerindo que é segura e viável mesmo que em pacientes críticos que requerem cuidados intensivos que precisam manter o status hemodinâmico aceitável.

Comparando com os resultados de Jones, et al. (2016), em sua revisão sistemática sobre a ocorrência de eventos adversos eles relatam que não houve nenhum que fosse considerado grave, porém alguns de seus estudos foram constatados que 1 a cada

20 pacientes apresenta desconforto muscular após as primeiras sessões e alguns poucos apresentaram surgimento de eritema persistente pelo uso de eletrodos adesivos, mas que os demais estudos não apresentaram eventos adversos, sugerindo que a EENM pode ser um tratamento bem tolerado, eficaz e seguro para fraqueza muscular.

Neste estudo, houve limitações quanto ao número de ensaios clínicos analisados e tamanho amostral reduzidos devido à falta de mais artigos que se detivesse na segurança da aplicabilidade da EENM em pacientes críticos nas unidades de terapia intensiva.

## 5. Conclusão

Os resultados das análises sugerem que a EENM pode ser implementada nas UTI's na recuperação e prevenção da polineuropatia, pois a ausência de efeitos secundários maléficos ou significativos enfatiza tal afirmação.

Entretanto estudos futuros devem explorar ainda mais o papel da EENM como um recurso alternativo e seguro para que a sua aplicabilidade clínica seja vista como importante nas UTI's e demonstre total segurança da aplicação da mesma sendo necessária a realização de estudos que utilizem protocolos bem estabelecidos com maior rigor estatísticos, com maiores amostras, com parâmetros mais uniformizados e que sua variação seja de maneira controlada para determinar a intervenção mais adequada afim de aumentar a qualidade metodológica dos ECR. Dessa forma, fortalecendo o que compreende como a “tríade da prática da fisioterapia”: melhor evidência disponível, experiência profissional (expertise) e a preferência do paciente.

Para tanto, é necessário observar os níveis de evidências. Por exemplo, a escala PEDro desenvolvida pela Physiotherapy Evidence Database e graus de recomendação da aplicabilidade da EENM com base na segurança e efetividade direcionando ao processo de reintegração social, laboral e familiar do indivíduo. Sendo de fundamental importância as constantes atualizações sobre as informações crescentes e criteriosas, pois elas servem de elementos norteador para a tomada de decisão clínica diminuindo as incertezas. Por fim, foi observado nas bases de literaturas pesquisadas, diversos trabalhos que utilizaram a EENM. Contudo, faz-se necessário novos estudos randomizados para melhor embasar a aplicabilidade desta técnica nas UTI's.

## Referências

- Akar, O., Günay, E., Sarinc Ulasli, S., Ulasli, A. M., Kacar, E., Sariaydin, M., Solak, Ö., Celik, S., & Ünlü, M. (2015). Efficacy of neuromuscular electrical stimulation in patients with COPD followed in intensive care unit. *The Clinical Respiratory Journal*, 11(6), 743–750. <https://doi.org/10.1111/crj.12411>
- Cerqueira, T. C. F., Cerqueira Neto, M. L. d., Carvalho, A. J. G., Oliveira, G. U., Araújo Filho, A. A. d., Carvalho, V. O., Cacau, L. d. A. P., Silva Júnior, W. M. d., Mendonça, J. T. d., & Santana Filho, V. J. d. (2019). Neuromuscular Electrical Stimulation on Hemodynamic and Respiratory Response in Patients Submitted to Cardiac Surgery: Pilot Randomized Clinical Trial. *International Journal of Cardiovascular Sciences*. <https://doi.org/10.5935/2359-4802.20190028>
- Chen, R.-c., Li, X.-y., Guan, L.-l., Guo, B.-P., Wu, W.-l., Zhou, Z.-q., Huo, Y.-t., Chen, X., & Zhou, L.-q. (2016). Effectiveness of neuromuscular electrical stimulation for the rehabilitation of moderate-to-severe COPD: a meta-analysis. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, Volume 11, 2965–2975. <https://doi.org/10.2147/copd.s120555>
- Ferreira, L. L., Vanderlei, L. C. M., & Valenti, V. E. (2014). [ARTIGO RETRATADO] Estimulação elétrica neuromuscular em pacientes graves em unidade de terapia intensiva: revisão sistemática. *Einstein*, 12(3), 361–365. <https://doi.org/10.1590/s1679-45082014rw2955>
- Fischer, A., Spiegl, M., Altmann, K., Winkler, A., Salamon, A., Themessl-Huber, M., Mouhieddine, M., Strasser, E. M., Schiferer, A., Paternostro-Sluga, T., & Hiesmayr, M. (2016). Muscle mass, strength and functional outcomes in critically ill patients after cardiothoracic surgery: does neuromuscular electrical stimulation help? The Catastim 2 randomized controlled trial. *Critical Care*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s13054-016-1199-3>
- França, E. É. T. d., Ferrari, F., Fernandes, P., Cavalcanti, R., Duarte, A., Martinez, B. P., Aquim, E. E., & Damasceno, M. C. P. (2012). Fisioterapia em pacientes críticos adultos: recomendações do Departamento de Fisioterapia da Associação de Medicina Intensiva Brasileira. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, 24(1), 6–22. <https://doi.org/10.1590/s0103-507x2012000100003>
- Godoy, M., Costa, H., Neto, A., Serejo, A., Souza, L., Kalil, M., Rodrigo, M., Monteiro, F., Souza, O., Freitas, M., Bastos, V., Novellino, P., Matta, A., & Orsin, M. (2015). Fraqueza muscular adquirida na UTI (ICU-AW): efeitos sistêmicos da eletroestimulação neuromuscular. *Rev. Bras. de Neurologia*, 51(1). <https://revistas.ufrj.br/index.php/rbn/article/view/3109>
- Hashem, M. D., Parker, A. M., & Needham, D. M. (2016). Early Mobilization and Rehabilitation of Patients Who Are Critically Ill. *Chest*, 150(3), 722–731. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2016.03.003>

- Hill, K., Cavalheri, V., Mathur, S., Roig, M., Janaudis-Ferreira, T., Robles, P., Dolmage, T. E., & Goldstein, R. (2018). Neuromuscular electrostimulation for adults with chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd010821.pub2>
- Jones, S., Man, W. D.-C., Gao, W., Higginson, I. J., Wilcock, A., & Maddocks, M. (2016). Neuromuscular electrical stimulation for muscle weakness in adults with advanced disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd009419.pub3>
- Meesen, R. L. J., Dendale, P., Cuypers, K., Berger, J., Hermans, A., Thijs, H., & Levin, O. (2010). Neuromuscular Electrical Stimulation As a Possible Means to Prevent Muscle Tissue Wasting in Artificially Ventilated and Sedated Patients in the Intensive Care Unit: A Pilot Study. *Neuromodulation: Technology at the Neural Interface*, 13(4), 315–321. <https://doi.org/10.1111/j.1525-1403.2010.00294.x>
- Menezes, T. C. d., Bassi, D., Cavalcanti, R. C., Barros, J. E. S. L., Granja, K. S. B., Calles, A. C. d. N., & Exel, A. L. (2018). Comparisons and correlations of pain intensity and respiratory and peripheral muscle strength in the pre- and postoperative periods of cardiac surgery. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, 30(4). <https://doi.org/10.5935/0103-507x.20180069>
- Moraes, A. V., Costa, J. S., & Nascimento, J. M. R. (2019). The effects of transcutaneous electrostimulation in patients in the intensive care unit. *Rev. Pesqui. Fisioter*, 9(4) 572-580. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1151936>
- Pinheiro, A. R., & Christofoletti, G. (2012). Fisioterapia motora em pacientes internados na unidade de terapia intensiva: uma revisão sistemática. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, 24(2), 188–196. <https://doi.org/10.1590/s0103-507x2012000200016>
- Puthuchery, Z., Montgomery, H., Moxham, J., Harridge, S., & Hart, N. (2010). Structure to function: muscle failure in critically ill patients. *The Journal of Physiology*, 588(23), 4641–4648. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2010.197632>
- Sachetti, A., Carpes, M. F., Dias, A. S., & Sbruzzi, G. (2018). Safety of neuromuscular electrical stimulation among critically ill patients: systematic review. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, 30(2). <https://doi.org/10.5935/0103-507x.20180036>
- Sant'Ana, C. d. F., & Castro, D. L. d. (2019). Ensino de Química em repositórios digitais: Uma análise de simuladores sob o viés da experimentação por investigação. *Research, Society and Development*, 8(2), Artigo e1382588. <https://doi.org/10.33448/rsd-v8i2.588>
- Santos, L. S., Ribeiro, E. S., Neves, V. A., Silva, M. H. M. d. L., Silva, C. F., & Gama, G. L. (2020). Uso de agentes eletrofísicos por fisioterapeutas no Brasil. *Research, Society and Development*, 9(12), Artigo e30591210965. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i12.10965>
- Santos, L. J. d., Silveira, F. d. S., Müller, F. F., Araújo, H. D., Comerlato, J. B., Silva, M. C. d., & Silva, P. B. d. (2017). Avaliação funcional de pacientes internados na Unidade de Terapia Intensiva adulto do Hospital Universitário de Canoas. *Fisioterapia e Pesquisa*, 24(4), 437–443. <https://doi.org/10.1590/1809-2950/17720924042017>
- Santos, R., Carvalhais, V., Paz, C., & Criollo, C. (2015). Use of functional electrical stimulation post-stroke: systematic review. *Revista Neurociências*, 23(01), 103–115. <https://doi.org/10.4181/rnc.2015.23.01.1008.13p>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2016.09.012>
- Stefanou, C., Karatzanos, E., Mitsiou, G., Psarra, K., Angelopoulos, E., Dimopoulos, S., Gerovasili, V., Boviatsis, E., Routsis, C., & Nanas, S. (2016). Neuromuscular electrical stimulation acutely mobilizes endothelial progenitor cells in critically ill patients with sepsis. *Annals of Intensive Care*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s13613-016-0123-y>