

---

## ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR EM PACIENTES EM UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA: REVISÃO SISTEMÁTICA

### NEUROMUSCULAR ELECTRICAL STIMULATION IN PATIENTS IN THE INTENSIVE CARE UNIT: SYSTEMATIC REVIEW

Jorge Luis Motta dos Anjos<sup>1</sup>

Monike Malta Cavalcanti<sup>2</sup>

Thiago Queiroz Pires<sup>3</sup>

Yuri de Araújo Tapparelli<sup>4</sup>

#### RESUMO

Realizar uma revisão sistemática sobre os efeitos da Eletroestimulação Neuromuscular (NMES) em pacientes internados em Unidades de Terapia Intensiva (UTI) e impactos na Força, volume muscular e capacidade funcional. **Métodos:** Busca nas bases de dados PubMed, SciELO e *Physiotherapy Evidence Database* (PEDro), foram incluídos artigos originais publicados em inglês e português até fevereiro de 2019. **Resultados:** Foram incluídos nove estudos que avaliaram os efeitos da NMES na força e volume muscular, um avaliou a capacidade funcional através da medidade independência funcional (MIF) e outro avaliou a capacidade de transferência através do tempo para transferência da cama para a cadeira. **Conclusão:** A eletroestimulação é eficaz na prevenção e tratamento da perda de força e trofismo muscular em pacientes internados em UTI's, porém não é possível afirmar que o uso da NMES em pacientes internados em UTI é eficaz na melhora da capacidade funcional e marcha.

**Palavras-chave:** Estimulação Elétrica; Modalidades de Fisioterapia; UTI.

#### ABSTRACT

<sup>1</sup>Doutorado em Medicina e Saúde pela Universidade Federal da Bahia, Brasil(2023)

MEMBRO DA DIRETORIA DE ENSINO DO HGRS do Secretaria de Saúde do Estado da Bahia , Brasil

<sup>2</sup> Graduação em Fisioterapia pela Faculdade Maurício de Nassau - Salvador, Brasil(2018)

<sup>3</sup> Especialização em Preceptorias em Saúde pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil(2021)  
Fisioterapeuta Intensivista do Hospital das Clínicas - Salvador (EBSERH), Brasil

<sup>4</sup> Mestrado Profissional em Tecnologias Aplicáveis a Bioenergia pela Faculdade de Tecnologia e Ciências,

---

Brasil(2018). Coordenador do Curso de Fisioterapia da Faculdade Maurício de Nassau - Salvador , Brasil

**Objective:** To carry out a systematic review on the effects of Neuromuscular Electrostimulation (NMES) in patients admitted to Intensive Care Units (ICU) and impacts on Strength, muscle volume and functional capacity. **Methods:** Search in the PubMed, SciELO and Physiotherapy Evidence Database (PEDro) databases, original articles published in English and Portuguese until February 2019 were included. **Results:** Nine studies that evaluated the effects of NMES on muscle strength and volume were included, one assessed functional capacity using the functional independence measure (FIM) and another assessed transfer capacity through time for transferring from bed to chair. **Conclusion:** Electrostimulation is effective in preventing and treating loss of strength and muscle trophism in patients admitted to the ICU, but it is not possible to state that the use of NMES in patients admitted to the ICU is effective in improving functional capacity and gait.

**Keywords:** Electrical stimulation; Physiotherapy modalities; ICU.

## 1 INTRODUÇÃO

O paciente crítico geralmente permanece por longos períodos internados em UTI, estando sujeito a complicações relacionadas à imobilidade, o que pode provocar redução da massa muscular e da densidade mineral óssea, além de comprometer outros sistemas já na primeira semana de restrição ao leito, gerando impacto direto no declínio de mobilidade que estes pacientes apresentam, com aumento do tempo de internação e posterior redução da qualidade de vida (MACHADO, 2017).

A estadia de pacientes na UTI está associada a gravidade da doença e apresenta taxas de mortalidade entre 5,4% a 33% a depender do perfil da unidade (SACHETTI, 2017).

A fisioterapia está entre os tratamentos a disposição de pacientes internados e tem como finalidade manter e/ou recuperar a capacidade funcional desses indivíduos, além de restabelecer as funções respiratória e física, reduzindo a chance de complicações relacionadas à imobilidade no leito (SACHETTI, 2017).

Os estudos atuais na área de fisioterapia em terapia intensiva estão focados na reabilitação precoce, com utilização de técnicas consideradas seguras, viáveis e que raramente provocam reações adversas, devendo estas ser realizadas diariamente, tanto em pacientes estáveis que se encontram acamados e inconscientes, quanto em pacientes conscientes e que realizam a marcha independente (SACHETTI, 2017).

Dentre o arsenal de técnicas fisioterapêuticas utilizadas para a reabilitação precoce está a Eletroestimulação Neuromuscular (NMES), que tem como objetivo a prevenção da perda de massa muscular, ajudando a prevenir a polineuromiopia do doente crítico, sendo de particular interesse na UTI, pois além da redução da massa muscular mais acentuada quando comparada a outras condições crônicas, é uma técnica considerada de fácil utilização (SACHETTI, 2017).

Essa revisão sistemática teve como objetivo estabelecer os efeitos da Eletroestimulação Neuromuscular (NMES) em pacientes internados em Unidades de Terapia Intensiva (UTI) e seus impactos na Força muscular, volume muscular e capacidade funcional de pacientes críticos.

## 2 MÉTODOS

Foi realizada uma revisão sistemática observando-se os critérios estabelecidos pelo *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) guideline* (LIBERATI, 2009).

O protocolo desta revisão está registrado no banco de dados internacional para comentários, PROSPERO, sob o número CRD42018103817, e pode ser acessado em ([http://www.crd.york.ac.uk/PROSPERO/display\\_record.asp?ID=CRD42018103817](http://www.crd.york.ac.uk/PROSPERO/display_record.asp?ID=CRD42018103817)).

### 2.1 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

Foram incluídos na pesquisa ensaios clínicos randomizados (ECR) que compararam pacientes internados em unidades de terapia intensiva submetidos à aplicação de NMES em musculatura periférica, os quais sejam comparados a grupo controle, que poderia ser outra técnica fisioterapêutica ou nenhuma intervenção, ou ainda NMES placebo, com idade superior a 18 anos, de ambos os sexos.

### 2.2 FONTE DE DADOS E PESQUISAS

A pesquisa dos artigos aconteceu na base de dados PubMed, SciELO e *Physiotherapy Evidence Database (PEDro)*, onde foram incluídos artigos originais publicados em inglês, espanhol e português até fevereiro de 2019.

A estratégia de busca inicial foi composta por quatro palavras-chave (desenho do estudo, participantes, intervenção e medida dos resultados). As palavras-chave utilizadas foram descritas a partir dos termos de busca contidos nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) nas quais foram incluídas para o desenho de estudo: ensaio clínico randomizado e estudo controlado. Os descritores

e seus termos sinônimos utilizados para intervenção foram: “doença crítica”, “cuidados intensivos”, “unidades de terapia intensiva”, “estimulação elétrica” e “terapia de estimulação elétrica”.

A busca e a seleção inicial para identificar os títulos e resumos dos estudos potencialmente relevantes foram realizadas por dois revisores de forma independente. Se ao menos um revisor considerar uma referência elegível, o artigo era obtido na íntegra. De forma independente, os dois autores analisaram os artigos para selecionar os que incluiriam na revisão. Em caso de discordância, a decisão foi realizada por consenso dos autores e nos casos em que persistir a dúvida, foi consultado um terceiro pesquisador com experiência no tema estudado.

### 2.3 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE METODOLÓGICA DOS ESTUDOS

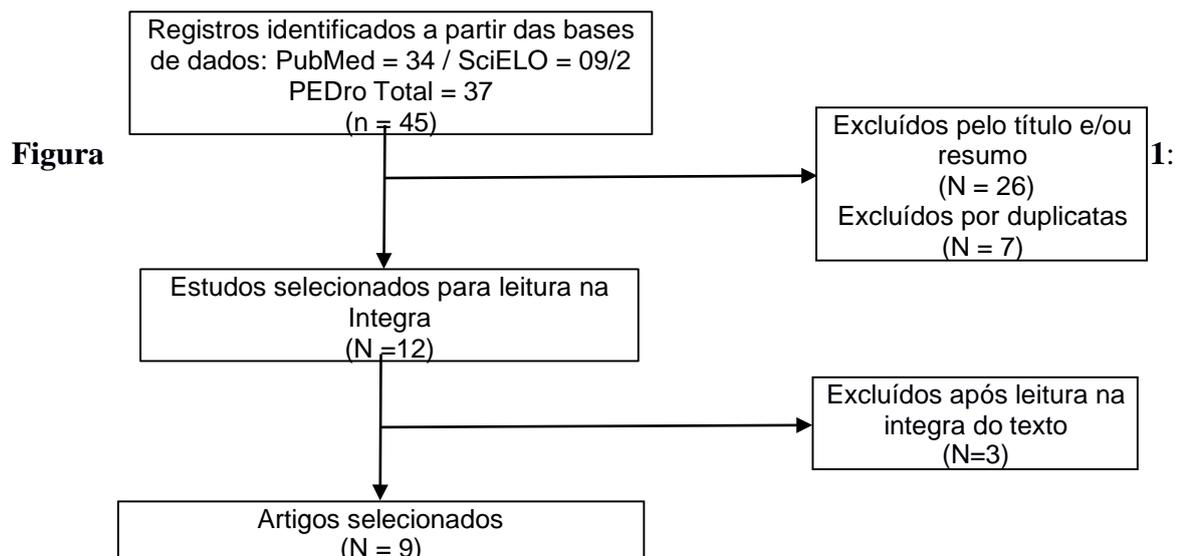
A qualidade dos estudos foi avaliada utilizando-se a escala PEDro, que é a mais utilizada na área da reabilitação, com objetivo de mensurar a validade interna por meio da presença ou ausência de critérios metodológicos (MAHER, 2003).

### 2.4 AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA

Foi realizada uma síntese descritiva e qualitativa dos dados, sendo apresentada em forma de tabelas.

### 2.5 RESULTADOS

Inicialmente foi identificado um total de 45 artigos nas pesquisas nas bases de dados selecionadas, sendo 34 na PubMed, 09 na SciELO e 02 na PEDro. Após leitura criteriosa, 26 artigos foram excluídos de títulos e/ou resumos e 07 por duplicata, sendo incluídos os 12 artigos restantes que preencheram os critérios de inclusão foram selecionados para a leitura na íntegra, onde destes, 09 foram incluídos na revisão (Figura 1).



Fluxograma do processo de seleção dos estudos. Dos Anjos et al, 2020.

### 3 ANÁLISE DA QUALIDADE METODOLÓGICA DOS ESTUDOS

A análise da qualidade metodológica dos estudos que cumpriram o critério de inclusão foi realizada por dois pesquisadores de forma independente, na qual o valor aproximado de média 6,6 foi encontrada utilizando-se a escala de PEDro (Tabela 1).

**Tabela 1.** Avaliação da qualidade metodológica dos estudos incluídos através da escala PEDro. Salvador-Ba, 2020.

Autor, ano	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	Total
Fischer et al, 2016.	X	X		X	X		X	X	X	X	X	8
Koh et al, 2012.	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	9
Hirose et al, 2013.	X	X		X				X	X	X	X	6
Rodriguez et al, 2012.	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	9
Poulsen et al, 2011.	X	X		X				X	X	X	X	6
Routsi et al, 2010.	X	X							X	X	X	4
Gruther et al, 2010.	X	X	X	X	X			X		X	X	7
Meesen et al, 2010.	X	X		X					X	X	X	5
Zanoti et al, 2003.	X	X	X	X				X		X	X	5

Fonte: Dos Anjos et al, 2020.

#### 3.1 CARACTERÍSTICAS DOS ESTUDOS

Os nove estudos avaliaram os efeitos da NMES na força e volume muscular, um avaliou a capacidade funcional através da medida de independência funcional (MIF) e outro avaliou a capacidade de transferência através do tempo para transferência da cama para a cadeira em pacientes internados em unidade de terapia intensiva. Os participantes de todos os estudos selecionados eram indivíduos internados em unidades de terapia intensiva. O período de publicações dos estudos se deu de 2003 a 2016. O tamanho da população estudada nos artigos variou de 08 a 54 indivíduos por estudo, totalizando 252 pacientes estudados. Os nove estudos

foram realizados com população de ambos os sexos. Em dois dos estudos, o controle foi o próprio paciente, onde foi estimulado um lado do corpo e comparado com o lado não estimulado.

Sete dos estudos avaliaram a espessura muscular, dentre estes dois autores utilizaram a ultrassonografia do bíceps e da coxa, outros dois autores avaliaram a circunferência da coxa e um autor utilizou a tomografia computadorizada da coxa para a mensuração dos valores.

Essas características estão descritas no quadro 1 a as características da intervenção na tabela 2, respectivamente.

**Quadro 1.** Características dos estudos incluídos na revisão. Salvador-Ba, 2020.

<b>Autor</b>	<b>Amostra</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Resultados</b>
<b>Fischer et al, 2016.</b>	27 pacientes no grupo intervenção e 27 no grupo controle. 38 mulheres (18 e 20 respectivamente nos grupos intervenção e controle)	Avaliação da espessura da camada muscular através da ultrassonografia e FM através do MRC.	Alterações em todos os desfechos funcionais do dia pré-operatório para a UTI ou alta hospitalar não foram significativamente diferentes entre os dois grupos.
<b>Koh et al, 2012.</b>	16 pacientes no grupo intervenção e 18 no grupo controle	Discutir as implicações do repouso no leito para pacientes com doença crítica, resumir estudos recentes de reabilitação precoce e NMES na UTI.	Não houve melhora significativa na perna estimulada.
<b>Hirose et al, 2013.</b>	6 pessoas no grupo intervenção e 6 no grupo controle	Avaliação da área de secção transversa dos MMII através da tomografia computadorizada	No grupo controle, a diminuição da área da secção transversal progrediu em todos os compartimentos a cada semana. As áreas transversais de todos os compartimentos no dia 14 foram significativamente reduzidas no grupo controle em comparação com aqueles no grupo NMES no dia 7 (P <0,001). As forças foram significativamente maiores no lado estimulado no último dia da NMES.
<b>Rodriguez et al, 2012..</b>	16 pacientes sépticos. O Outro membro como controle	Avaliar o efeito da aplicação NMES na força muscular em pacientes sépticos com necessidade de ventilação mecânica	As forças foram significativamente maiores no lado estimulado no último dia da NMES.
<b>Poulsen et al, 2011.</b>	08 pacientes. O Outro membro como controle	Investigar o efeito da NMES precoce no volume do músculo quadríceps em pacientes com choque séptico.	Não houve diferença no volume muscular entre a coxa estimulada e não estimulada.
<b>Routsi et al, 2010.</b>	24 pacientes no grupo intervenção e 28 no grupo controle	Avaliar a eficácia do NMES na prevenção de Polineuropatia do doente crítico.	O escore MRC foi significativamente maior nos pacientes do grupo NMES quando comparado ao grupo controle.
<b>Gruther et al, 2010.</b>	Um grupo de 17 pacientes agudos, e um grupo 16 pacientes internados em longo prazo, ambos divididos em dois subgrupos	Avaliar os efeitos da NMES na espessura da camada muscular dos músculos extensores do joelho dos pacientes em unidade de terapia intensiva	Somente pacientes estimulados em longo prazo tiveram um aumento significativo da espessura da camada muscular em comparação com pacientes estimulados por Sham.

	cada.		
<b>Meesen et al, 2010.</b>	19 pacientes pós-cirurgia cardíaca. O Outro membro como controle	Investigar se a NMES pode prevenir a atrofia muscular	A intervenção resultou em uma redução significativa da atrofia muscular no estimulado em comparação com o não estimulado.
<b>Zanoti et al, 2003.</b>	24 pacientes acamados	Comparar os efeitos da mobilização ativa de membros com ou sem estimulação elétrica na força muscular, frequência respiratória, frequência cardíaca, saturação de oxigênio, e tempo necessário para transferir da cama para a cadeira em dois grupos de pacientes.	A força muscular melhorou significativamente no grupo geral de pacientes

Fonte: Dos Anjos et al, 2020.

**Tabela 2:** Características da estimulação elétrica neuromuscular(NMES). Salvador-Ba, 2020.

Parâmetros da EENM	Fischer et al, 2016.	Koh et al, 2012.	Hirose et al, 2013.	Rodriguez et al, 2012.	Poulsen et al, 2011.	Routsi et al, 2010.	Gruther et al, 2010.	Meesen et al, 2010.	Zanoti et al, 2003.
Tipo de Corrente	Bifásica	Bifásica	Bifásica	Bifásica	Bifásica	Bifásica	Bifásica	Bifásica	Bifásica
Frequência (Hz)	66	50	Não informado	100	35	45	50	60/80/100	35
Largura de pulso (ms)	0,4	0,4/0,25	Não informado	0,3	0,3	0,4	0,35	0,25/0,33	0,35
Tempo ON (seg.)	3,5	5	10	2	5	6	8	10	Não informado
Tempo da sessão (minutos)	30	60	30	30	60	56	30 a 60	30	30
Grupo muscular estimulado	Quadríceps	Quadríceps, Tibial anterior e gastrocnêmios.	Quadríceps e tibial anterior Bíceps e	Bíceps braquial e vasto medial	Quadríceps	Vasto lateral e vasto medial	Quadríceps	Quadríceps	Quadríceps e nos glúteos.

tríceps sural

---

**Fonte:** Dos Anjos et al, 2020.

### **3.2 EFEITOS DA NMES NA FORÇA MUSCULAR**

Dos trabalhos selecionados, 05 avaliaram a força muscular, onde 04 desses observou ganho (FISCHER, 2016; RODRIGUEZ, 2012; ROUTSI, 2010; ZANOTTI 2003) e apenas no estudo de Koh et al, onde os autores avaliaram NMES aplicada aos músculos quadríceps, tibial anterior e gastrocnêmio por 60 minutos por dia e não houve melhora significativa na perna estimulada, tendo os autores concluído que a NMES não promoveu resultados benéficos para a fraqueza muscular (KHO, 2012).

### **3.3 EFEITOS DA NMES NO TROFISMO MUSCULAR**

Outros 05 estudos avaliaram o trofismo muscular, onde 03 desses encontraram benefícios tanto no ganho de volume muscular, quanto na prevenção de atrofia (GRUTHER, 2010; HIROSE, 2013; MEESEN, 2010).

### **3.4 EFEITOS DA NMES NA CAPACIDADE FUNCIONAL E MARCHA**

Nenhum dos estudos encontrados avaliou diretamente a marcha dos pacientes e 01 estudo avalia secundariamente a capacidade funcional através da medida de independência funcional (MIF), porém não encontrou diferenças entre os grupos e outro estudo que avalia indiretamente a capacidade funcional, observou o tempo de transferência da cama para a cadeira, onde os pacientes estimulados pela NMES obtiveram tempos menores para realizar a transferência (FISCHER, 2016; ZANOTTI, 2003).

### **3.5 DISCUSSÃO**

Os nove estudos incluídos nesta revisão sistemática, utilizaram a eletroestimulação elétrica transcutânea (NMES), para verificar seu efeito em diversos desfechos como massa muscular, espessura e área de secção transversa muscular, prevenção da atrofia, força muscular, capacidade funcional e capacidade de transferências.

A maioria dos pesquisadores optou por estimular os membros inferiores, principalmente o grupo muscular do quadríceps. Em muitos resultados foram observadas melhora de alguns desses desfechos, entretanto em alguns estudos essa alteração não foi percebida. Porém em dois dos estudos, o controle foi o próprio paciente, onde foi estimulado um lado do corpo e comparado como lado não estimulado (POULSEN, 2011; MEESEN, 2010).

Estudo de Routsis et al, realizado em 2010, mostrou que a NMES esteve associada a um menor tempo de desmame ventilatório em pacientes com insuficiência cardíaca e/ou respiratória, em ventilação mecânica. Esses indivíduos não conseguiam realizar exercícios ativos, mas foram capazes de tolerar a eletroestimulação, e nos resultados verificou-se a melhora do desempenho muscular, com a máxima contração voluntária, força e resistência muscular e, além disso, melhora da capacidade para o exercício e qualidade de vida (ROUTSI, 2010).

Em outro estudo com portadores de DPOC internados em UTI, aos autores compararam os efeitos da mobilização ativa de membros com ou sem estimulação elétrica (NMES) na força muscular, frequência respiratória (FR), frequência cardíaca, saturação de oxigênio e tempo necessário para transferir da cama para a cadeira e observaram que nesse perfil de pacientes a utilização de NMES causou aumento da força muscular, avaliada pelo MRC e reduziu o número de dias para transferência da cama para cadeira (ZANOTTI, 2003).

Poulsen et al., aplicaram NMES ao músculo quadríceps, usando o membro contralateral como controle, e nenhuma diferença na massa muscular entre o lado estimulado e o lado não estimulado foi percebida, através da avaliação por tomografia (POULSEN, 2011).

Os achados da pesquisa de Poulsen, citado anteriormente, não colaboram com o estudo feito por Gruther et al., em 2010, pois a NMES mostrou um aumento na espessura da camada muscular dos músculos extensores do joelho, dos pacientes em unidade de terapia intensiva em contraste com os controles, pois houve uma perda significativa de massa muscular nesses pacientes que fizeram apenas eletroestimulação Sham (GRUTHER, 2010).

No ensaio clínico produzido por Fischer et al., em 2016, com 54 indivíduos alocados em dois grupos, também não observou efeito importante com o uso da NMES na espessura da camada muscular, avaliada através da ultrassonografia, e força muscular verificada através da escala MRC. Foi observado que o efeito não foi significativo na espessura, porém foi associado a uma taxa mais alta de recuperação da força muscular durante a permanência na UTI, pois na alta hospitalar, todos os pacientes recuperaram os níveis pré-operatórios de força muscular inicial. O aumento da espessura muscular que ocorreu do pré-operatório para o primeiro dia pós-operatório, observado neste estudo pode ser atribuído ao processo inflamatório, levando a acúmulo de líquido e edema intramuscular (FISCHER, 2016).

Hirose et al., em 2013, usou a NMES como forma alternativa de exercício, demonstrou efeito preventivo no membro inferior atrofiado por desuso, em um perfil de pacientes comatosos, secundário a alterações neurológicas como acidente vascular cerebral ou traumatismo crânio-encefálico (TCE). Este estudo é pioneiro em verificar o efeito na eletroestimulação na prevenção de

atrofia muscular por desuso em pacientes com transtorno de consciência (HIROSE, 2013). Esses resultados corroboram com os achados na pesquisa de Meesen et al, publicada em 2010, que verificou que a atrofia muscular é evitada pela estimulação elétrica neuromuscular intermitente, porém esta intervenção não possui nenhum impacto óbvio nas condições cardiorrespiratórias dos pacientes (MEESEN, 2010).

Em 2012, Rodriguez et al, fizeram algumas descobertas ao utilizar a NMES para prevenção de perda de força em pacientes sépticos em UTI. Nos pacientes com maior gravidade na admissão (maior APACHE II), foi identificada melhora clinicamente significativa na força de ambos os bíceps e quadríceps, associados ao tratamento com NMES, e redução acentuada da força muscular no lado não estimulado. Além disso, também foi possível constatar que a eletroestimulação aumentou em 1,9 a probabilidade de que os músculos poderiam se movimentar contra a gravidade. Levando em consideração que em pacientes muito graves e, portanto, mais fracos., apenas 12 (60%) dos 20 músculos não estimulados, desse grupo de pacientes, e eles não conseguiriam realizar essa tarefa e possivelmente não seriam capazes de levantar seus antebraços e /ou suas pernas da posição de repouso sem ajuda externa (RODRIGUEZ, 2012).

O presente estudo apresenta como limitações o risco de viés dos estudos selecionados, além disso, os autores empregam a NMES com parâmetros diferentes, com tempo de aplicação não uniformizado e em grupos musculares variados. Outra limitação está nos instrumentos de avaliação dos efeitos, pois estes também variaram, mesmo quando o objetivo e o grupo muscular estimulado foram o mesmo. A ausência de uma análise quantitativa, através de uma metanálise, também limita a utilidade desta revisão.

#### 4. CONCLUSÃO

Essa revisão sistemática mostrou que a eletroestimulação é eficaz na prevenção e no tratamento da perda de força e trofismo muscular em pacientes internados em unidades de terapia intensiva (UTI's), porém, apesar de estes serem componentes da capacidade funcional e da marcha, não é possível afirmar que o uso da NMES em pacientes internados em UTI é eficaz na melhora da capacidade funcional e marcha. Outro importante fator observado é a lacuna na literatura a respeito de quais parâmetros devem ser utilizados a fim de promover o melhor resultado.

#### REFERÊNCIAS

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

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.

HIROSE, Tomoya et al. The effect of electrical muscle stimulation on the prevention of disuse muscle atrophy in patients with consciousness disturbance in the intensive care unit. **Journal of critical care**, v. 28, n. 4, p. 536. e1-536. e7, 2013.

KHO, Michelle E. et al. Neuromuscular electrical stimulation for intensive care unit– acquired weakness: protocol and methodological implications for a randomized, sham-controlled, phase II trial. **Physical therapy**, v. 92, n. 12, p. 1564-1579, 2012.

LIBERATI, Alessandro et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions. **Bmj**, v. 339, 2009.

MACHADO, Aline dos Santos et al. Efeito do exercício passivo em cicloergômetro na força muscular, tempo de ventilação mecânica e internação hospitalar em pacientes críticos: ensaio clínico randomizado. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 43, n. 2, p. 134-139, 2017.

MAHER, Christopher G. et al. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. **Physical therapy**, v. 83, n. 8, p. 713-721, 2003.

MEESEN, Raf LJ et al. 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**, v. 13, n. 4, p. 315- 321, 2010.

POULSEN, Jesper B. et al. Effect of transcutaneous electrical muscle stimulation on muscle volume in patients with septic shock. **Critical care medicine**, v. 39, n. 3, p. 456-461, 2011.

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.

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

---

SACHETTI, Amanda et al. Efeitos da estimulação elétrica neuromuscular sobre a mobilidade diafragmática de pacientes críticos: ensaio clínico randomizado. *ConScientiaeSaúde*, v. 16, n. 2, p. 224-233, 2017.

ZANOTTI, Ercole et al. Peripheral muscle strength training in bed-bound patients with COPD receiving mechanical ventilation: effect of electrical stimulation. **Chest**, v. 124, n. 1, p. 292-296, 2003.