

Amanda Sachetti<sup>1</sup>, Marta Fiorvanti Carpes<sup>2</sup>,  
Alexandre Simões Dias<sup>3</sup>, Graciele Sbruzzi<sup>3</sup>

## Segurança no uso da eletroestimulação neuromuscular em pacientes graves: revisão sistemática

*Safety of neuromuscular electrical stimulation among critically ill patients: systematic review*

1. Curso de Medicina, Escola de Saúde, IMED - Passo Fundo (RS), Brasil.
2. Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Porto Alegre (RS), Brasil.
3. Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Porto Alegre (RS), Brasil.

### RESUMO

**Objetivo:** Revisar as evidências sobre segurança da eletroestimulação neuromuscular quando utilizada em unidade de terapia intensiva.

**Métodos:** Revisão sistemática, sendo a busca realizada nas bases de dados MEDLINE (acessado via PubMed), PEDro, Cochrane CENTRAL e EMBASE, além de busca manual de referências em estudos randomizados. Foram incluídos ensaios clínicos randomizados que comparassem aplicação da eletroestimulação neuromuscular com grupo controle ou placebo em unidades de terapia intensiva, e que contivessem informações sobre segurança da técnica nos desfechos, sendo considerado como segurança dados de variáveis hemodinâmicas e informações sobre efeitos adversos.

**Resultados:** Os artigos foram analisados por dois revisores independentes, e a análise dos dados foi descritiva. A busca inicial encontrou 1.533 artigos; destes, foram incluídos somente 4

ensaios clínicos randomizados. Dois estudos avaliaram segurança por meio das variáveis hemodinâmicas, e somente um deles mostrou aumento nas frequências cardíacas, respiratória e lactato, porém sem relevância clínica. Os outros dois estudos avaliaram a segurança por meio do relato de efeitos adversos; um expôs que 15% dos pacientes apresentaram sensação de picada, sem alteração clinicamente relevante; o outro relatou apenas que um paciente sofreu queimadura superficial por configuração incorreta dos parâmetros.

**Conclusão:** A eletroestimulação neuromuscular é uma técnica segura para ser aplicada em pacientes graves, porém deve ser aplicada por profissional treinado e utilizando parâmetros corretos, baseados em evidências.

**Descritores:** Segurança; Estimulação elétrica; Respiração artificial; Efeitos colaterais e reações adversas relacionados a medicamentos; Estimulação física; Unidades de terapia intensiva

Registrada no *International prospective register of systematic reviews* (PROSPERO) em 18 de julho de 2016, obtendo o número 42016043079.

**Conflitos de interesse:** Nenhum.

Submetido em 8 de julho de 2017  
Aceito em 5 de fevereiro de 2018

#### Autor correspondente:

Amanda Sachetti  
Hospital da Cidade de Passo Fundo  
Rua Tiradentes, 295  
CEP: 99010-260 - Passo Fundo (RS), Brasil  
E-mail: amandasachetti@gmail.com

**Editor responsável:** Alexandre Biasi Cavalcanti

DOI: 10.5935/0103-507X.20180036

### INTRODUÇÃO

As taxas de sobrevivência de pacientes gravemente doentes aumentaram ao longo dos anos, por meio do avanço tecnológico e das novas técnicas aplicadas em terapia intensiva.<sup>(1)</sup> Com o aumento das taxas de sobrevivência, as modalidades terapêuticas que auxiliam neste processo também causam algumas comorbidades, como a fraqueza muscular, em virtude da perda de massa muscular e força.<sup>(2)</sup> Além destes fatores, é possível citar também a imobilidade no leito, que provoca aumento do catabolismo muscular e diminui a síntese de proteínas e massa muscular.<sup>(3)</sup> Estas alterações musculares podem afetar negativamente a capacidade de ser independente e a qualidade de vida dos pacientes, interferindo inclusive em seu estado funcional após a alta hospitalar.<sup>(4)</sup>



Naqueles pacientes que são incapazes de realizar movimento ativo, a eletroestimulação neuromuscular (EENM) pode ser um tratamento alternativo para aumentar ou manter a força muscular. Programas de EENM parecem ser aceitáveis para os pacientes e têm levado a melhorias da função muscular, da capacidade de exercício e da qualidade de vida.<sup>(5)</sup> No entanto, as estimativas sobre a eficácia da EENM com base em estudos individuais carecem de poder e precisão.<sup>(4)</sup>

Alguns estudos relatam que a EENM possui efeito na fase aguda doença;<sup>(6,7)</sup> outros, que não houve efeitos na reversão da perda muscular na fase aguda.<sup>(8,9)</sup> Estudos recentes, de diversos desenhos metodológicos, demonstraram que a EENM é segura, viável e benéfica na população da unidade de terapia intensiva (UTI).<sup>(10-13)</sup> No entanto, ainda são inconclusivos os resultados por conta da heterogeneidade dos protocolos e das amostras reduzidas.

Esta revisão sistemática teve como objetivo principal avaliar a segurança da aplicação da EENM, quando comparada com grupo controle ou placebo em pacientes graves.

## MÉTODOS

Trata-se de uma revisão sistemática desenvolvida com base no *Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-analyses: The PRISMA Statement*<sup>(14)</sup> e registrada no *International prospective register of systematic reviews* (PROSPERO), em 18 de julho de 2016, obtendo o número 42016043079.

### Critérios de elegibilidade

Foram incluídos ensaios clínicos randomizados (ECR) com pacientes internados em UTI, em uso de ventilação mecânica invasiva e submetidos à aplicação de EENM em musculatura periférica, os quais foram comparados a grupo controle, que poderia ser outra técnica fisioterapêutica ou nenhuma intervenção, ou ainda EENM placebo.

O desfecho incluído foi segurança na aplicação da técnica de EENM em pacientes graves, avaliada por meio da presença/ausência de efeitos adversos e/ou de parâmetros hemodinâmicos.

Foram adotados os seguintes critérios de exclusão: ECR pilotos, com dados incompletos e estudos sem dados do grupo controle.

### Estratégia de busca

Foram pesquisados os seguintes bancos de dados eletrônicos: MEDLINE (acessado via PubMed), *Physiotherapy Evidence Database* (PEDro), *Register of Controlled Trials* (Cochrane CENTRAL) e EMBASE. Ainda, foi realizada uma busca complementar manual nas referências de estudos já

publicados sobre o assunto. A busca foi realizada em outubro de 2016 e compreendeu os seguintes descritores e seus termos sinônimos: “*critical illness*”, “*intensive care*”, “*intensive care units*”, “*electric stimulation*” e “*electric stimulation therapy*”. Estes termos foram associados a uma sensível lista de termos para busca de ECR.<sup>(15)</sup> A estratégia de busca completa utilizada para o PubMed pode ser observada na tabela 1. Não houve restrição de idioma nem de datas na busca.

### Seleção dos estudos e extração dos dados

Após a busca completa, todos os títulos e resumos foram avaliados por dois revisores, de forma independente. Aqueles artigos que não forneceram em seu resumo as informações suficientes foram selecionados para avaliação dos textos completos. Após a seleção por título e resumo, os mesmos revisores avaliaram independentemente os artigos completos e fizeram suas seleções, sendo que as discordâncias entre os revisores foram sanadas por consenso.

A extração dos dados foi realizada por meio de um formulário padronizado pelos mesmos dois revisores em duplicata. O desfecho principal extraído foi presença de efeitos adversos e, o outro desfecho de interesse foi alteração das variáveis hemodinâmicas.

### Avaliação do risco de viés

A avaliação da qualidade metodológica foi realizada descritivamente por dois revisores, de acordo com o método proposto pela Colaboração Cochrane,<sup>(16)</sup> considerando as seguintes características: viés de seleção (geração da sequência aleatória e ocultação de alocação), viés de *performance* (cegamento de participantes e profissionais), viés de detecção (cegamento de avaliadores de desfechos), viés de atrito (desfechos incompletos), viés de relato (relato de desfecho seletivo) e outros vieses.

### Análise de dados

A análise dos dados foi realizada de forma descritiva e qualitativa, e está apresentada em forma de figuras e tabelas.

## RESULTADOS

### Descrição dos estudos

A busca inicial identificou 1.533 artigos, dos quais 18 foram considerados como potencialmente relevantes e analisados detalhadamente. Após a leitura destes na íntegra, 13 foram excluídos, por não relatarem os desfechos de interesse,<sup>(5-7,9,17-24)</sup> e um por não ser ECR.<sup>(1)</sup> Os revisores, de forma independente, classificaram quatro como aptos, totalizando 162 pacientes (Tabela 2, Figura 1).

**Tabela 1 - Estratégia de busca utilizada no PubMed**

#1	("Critical Illness"[Mesh] OR "Critical Illness" OR "Critical Illnesses" OR "Illness, Critical" OR "Illnesses, Critical" OR "Critically Ill" OR "Intensive Care"[Mesh] OR "Intensive Care" OR "Care, Intensive" OR "Surgical Intensive Care" OR "Care, Surgical Intensive" OR "Intensive Care, Surgical" OR "Intensive Care Units"[Mesh] OR "Intensive Care Units" OR "Care Unit, Intensive" OR "Care Units, Intensive" OR "Intensive Care Unit" OR "Unit, Intensive Care" OR "Units, Intensive Care" OR "critical illness polyneuromyopathy" OR "Polyneuropathy, Critical Illness" OR "Critical Illness Polyneuropathies" OR "Critical Illness Polyneuropathy" OR "Polyneuropathies, Critical Illness")
#2	("Electric Stimulation"[Mesh] OR "Electrical Stimulation" OR "Electrical Stimulations" OR "Stimulation, Electrical" OR "Stimulations, Electrical" OR "Stimulation, Electric" OR "Electric Stimulations" OR "Stimulations, Electric" OR "Electric Stimulation Therapy"[Mesh] OR "Electric Stimulation Therapy" OR "Therapeutic Electric Stimulation" OR "Electric Stimulation, Therapeutic" OR "Stimulation, Therapeutic Electric" OR "Therapy, Electric Stimulation" OR "Stimulation Therapy, Electric" OR "Electrotherapy" OR "Neuromuscular electrical stimulation" OR "neuromuscular electric stimulation" OR "Electrical muscle stimulation")
#3	((randomized controlled trial[pt] OR controlled clinical trial[pt] OR randomized controlled trials[mh] OR random allocation[mh] OR double-blind method[mh] OR single-blind method[mh] OR clinical trial[pt] OR clinical trials[mh] OR ("clinical trial"[tw]) OR ((singl*[tw] OR doubl*[tw] OR trebl*[tw] OR tripl*[tw]) AND (mask*[tw] OR blind*[tw])) OR ("latin square"[tw]) OR placebos[mh] OR placebo*[tw] OR random*[tw] OR research design[mh:noexp] OR follow-up studies[mh] OR prospective studies[mh] OR cross-over studies[mh] OR control*[tw] OR prospectiv*[tw] OR volunteer*[tw]) NOT (animal[mh] NOT human[mh]))
#4	((#1) AND #2) AND #3

**Tabela 2 - Descrição dos estudos selecionados**

Estudo	Grupos	Pacientes (n)	Objetivo principal do estudo	Parâmetros intervenção	Desfecho para segurança
Rodriguez et al. <sup>(23)</sup>	G1: EENM em um lado do corpo (o outro utilizado como controle)	Total: 16	Avaliar o efeito da EENM sobre a força muscular de pacientes sépticos em VMI	Frequência 100hz; duração de pulso 300µs; amplitude 20 - 200v; impulso bifásico; intensidade controlada por contração visível ou palpável; estímulo aplicado 2 vezes/dia, por 30 minutos Musculatura do bíceps braquial e vasto medial do quadríceps Aplicação a partir do 2º dia de VMI até a extubação	Efeitos adversos: os autores relatam queimadura superficial em apenas um paciente após a primeira sessão de EENM em virtude da configuração incorreta
Abu-Khaber et al. <sup>(25)</sup>	G1: tratamento convencional G2: tratamento convencional + EENM	Total: 80 G1: 40 G2: 40	Avaliar os efeitos da EENM na musculatura periférica de pacientes graves	Frequência 50Hz; duração pulso 200 µs; impulso bifásico e simétrico; duração 15 segundos (1 segundo subida e 1 segundo descida); intensidade controlada por contração visível ou palpável; estímulo aplicado 1 vez/dia, durante 60 minutos Musculatura do quadríceps bilateral Aplicação a partir do 2º dia de VMI até a saída da UTI	Efeitos adversos: autores relatam que 6 pacientes (15%) tiveram sensação de picada, não sendo clinicamente significativa
Akar et al. <sup>(26)</sup>	G1: mobilização ativa + EENM G2: EENM G3: mobilização ativa	Total: 30 G1: 10 G2: 10 G3: 10	Comparar a eficácia da mobilização ativa, ativa + EENM e somente EENM sob o músculo, sob o desmame ventilatório e resposta da EENM à inflamação em pacientes graves com DPOC	Frequência 50Hz; amplitude 20mA e 25mA; impulso bifásico, quadrado e simétrico; duração 6 segundos (1,5 segundo subida e 0,75 segundo descida); estímulo aplicado em 5 sessões/semana Musculatura do deltoide e do quadríceps bilateral Aplicação a partir do 2º dia de VMI até a saída da UTI	Variáveis hemodinâmicas: autores relatam que a FC foi significativamente diminuída no G2, e a FR não alterou antes e depois da intervenção em nenhum dos grupos avaliados
Stefanou et al. <sup>(27)</sup>	G1: alta frequência G2: média frequência	Total: 36 G1: 18 G2: 18	Explorar os efeitos da EENM sobre a mobilização de células progenitoras endoteliais em pacientes graves com sepse	G1: frequência 75hz, 6 segundos on e 21 off; G2: frequência 45hz, 5 segundos on e 12 segundos off; impulso bifásico e largura de pulso de 400 µs; intensidade definida como a máxima tolerada Aplicada uma única sessão, com duração de 40 minutos Musculatura do vasto lateral e perônio longo	Variáveis hemodinâmicas: autores relatam que houve pequeno aumento na FC e FR, e a PAM manteve-se igual em ambos os grupos. Houve discreto aumento do lactato sanguíneo também em ambos os grupos

EENM - eletroestimulação neuromuscular; G - grupo; VMI - ventilação mecânica invasiva; UTI - unidade de terapia intensiva; DPOC - doença pulmonar obstrutiva crônica; FC - frequência cardíaca; FR - frequência respiratória; PAM - pressão arterial média.

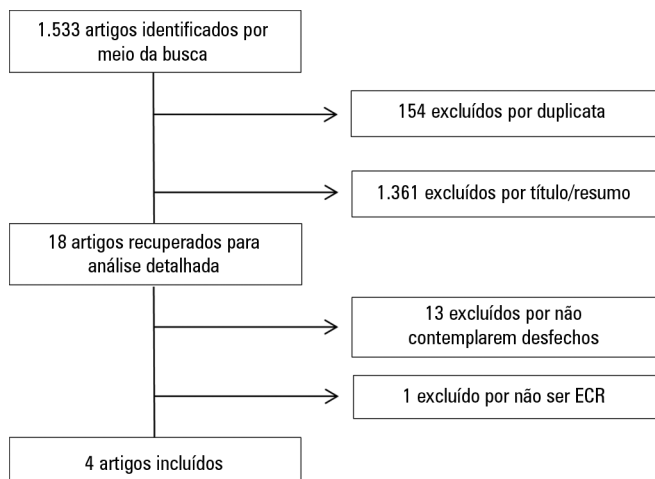


Figura 1 - Fluxograma de busca e seleção dos artigos. ECR - ensaio clínico randomizado.

### Risco de viés

Na avaliação do risco de viés, realizada com base no método da colaboração Cochrane, observou-se que, quanto ao viés de seleção “geração de sequência aleatória”, dois estudos apresentaram baixo risco de viés<sup>(23,25)</sup> e outros dois estudos, risco de viés incerto.<sup>(26,27)</sup> Para o viés de seleção “ocultação da alocação”, os quatro estudos apresentaram risco de viés incerto.<sup>(23,25-27)</sup> Para o viés de *performance* “cegamento de participantes e profissionais”, três estudos apresentaram risco de viés incerto<sup>(23,25,27)</sup> e um estudo, baixo risco de viés.<sup>(26)</sup>

Para o viés de detecção “cegamento de avaliadores de desfechos”, dois estudos apresentaram risco de viés incerto<sup>(25,27)</sup> e outros dois estudos, baixo risco de viés.<sup>(23,26)</sup> Já em relação ao viés de atrito “desfechos incompletos”, todos os quatro estudos<sup>(23,25-27)</sup> apresentaram baixo risco de viés. Em relação ao viés de relato “desfecho seletivo”, os quatro estudos<sup>(23,25-27)</sup> apresentaram baixo risco de viés. Ainda, em relação a outros vieses, os quatro estudos<sup>(23,25-27)</sup> demonstraram risco de viés incerto.

### Intervenções

Todos os estudos incluídos nesta revisão utilizaram grupos comparadores diferentes, sendo que um teve grupo controle,<sup>(25)</sup> outro comparou EENM com mobilização ativa,<sup>(26)</sup> um utilizou o hemitórax contralateral como controle,<sup>(23)</sup> e o último comparou dois grupos de EENM com frequências diferentes.<sup>(27)</sup> Nenhum dos estudos selecionados apresentou o quesito segurança da aplicação da técnica como desfecho primário. Para este estudo, utilizamos os desfechos secundários e dados de descrição destes (Tabela 2).

Dos quatro estudos incluídos, dois avaliaram a segurança da EENM por meio das variáveis hemodinâmicas. Stefanou et al.<sup>(27)</sup> encontraram diferença significativa na frequência cardíaca, na frequência respiratória e no lactato sanguíneo, mas ela não foi considerada clinicamente relevante. Em contrapartida, Akar et al.<sup>(26)</sup> não relataram diferença significativa entre os grupos.

Os outros dois estudos avaliaram a segurança por meio do relato de efeitos adversos. Abu-Khaber et al.<sup>(25)</sup> relataram que 15% dos pacientes apresentaram sensação de picada, porém sem resposta clinicamente significativa. Rodriguez et al.<sup>(23)</sup> teve em sua amostra relato de uma queimadura superficial, somente por configuração incorreta dos parâmetros da EENM.

### DISCUSSÃO

Esta revisão sistemática, baseada em ECR, constatou que a utilização da EENM comparada com o grupo controle, como meio de prevenir a fraqueza muscular adquirida na UTI é uma técnica segura, desde que aplicada corretamente e por profissional treinado.

Nenhum dos quatro artigos que fizeram parte desta revisão sistemática teve como desfecho principal a avaliação da segurança no uso da técnica; eles avaliaram variáveis capazes de identificar risco na aplicação da EENM.

A dose ideal a ser utilizada em protocolos de treinamento com EENM ainda não é completamente elucidada, como verificado em revisões sistemáticas sobre o assunto, e há grande variação na intensidade, na duração, nas repetições e no local de aplicação.<sup>(23,27)</sup> Neste sentido, deve-se considerar a hipótese de que os pacientes possam estar subtratados e, por isso, inexistem relatos de efeitos adversos.

No estudo de Rodriguez et al.,<sup>(23)</sup> os pacientes se caracterizavam pela presença de sepse, síndrome comum em UTI, associada à inflamação sistêmica e indutora de catabolismo proteico. Os autores evidenciaram um caso de queimadura na pele em uma sessão em que as configurações não estavam de acordo com o protocolo predeterminado. Outros estudos que foram realizados com pacientes com sepse não relataram efeitos adversos nos pacientes submetidos à EENM.<sup>(9)</sup>

A sensação de picadas foi a única complicação descrita em 15% dos pacientes submetidos a EENM do estudo de Abu-Khaber et al.,<sup>(25)</sup> que também compôs esta revisão sistemática. A sensação, de acordo com os autores, não limitava a intervenção. Em relação à sensação de desconforto, Fischer et al.<sup>(28)</sup> identificaram cinco casos de pacientes que relataram desconforto com a aplicação da técnica, mas esta sensação não impediu a sua realização e não há descrição

de alterações hemodinâmicas. A dor foi motivo de abandono do estudo para um paciente em uma amostra de 68 indivíduos.<sup>(29)</sup>

Um dos agravantes no quadro clínico do paciente grave é a inflamação intensa que ele desenvolve. Além do hipermetabolismo decorrente deste processo, há aumento no catabolismo proteico e sobrecarga da função renal e cardíaca. Então, situações que estimulem a resposta inflamatória não são desejadas. Akar et al.,<sup>(26)</sup> em publicação que faz parte da amostra deste estudo, verificaram redução da resposta inflamatória durante o período de ventilação mecânica nos pacientes que realizaram EENM associado a exercícios ativos e no grupo que recebeu apenas EENM. A interleucina 6 teve redução no grupo com EENM associado a exercícios, e a interleucina 8 nos grupos que realizaram EENM com e sem exercícios ativos associados. Este resultado sugere que a utilização da EENM não oferece risco na elevação da resposta inflamatória nos pacientes graves. Porém, o estudo não classifica os indivíduos quanto à gravidade do quadro ou presença de sepse.

Akar et al.<sup>(26)</sup> ainda evidenciaram expressiva redução da frequência cardíaca quando comparados o pré e o pós-intervenção. Isto sugeriu que a utilização da EENM não gera sobrecarga cardíaca. Além disso, pode denotar a melhora clínica dos pacientes e até mesmo uma adaptação cardiovascular ao treinamento.<sup>(26)</sup> Em contrapartida, Stefanou et al.<sup>(27)</sup> observaram aumento da frequência cardíaca na amostra.

Em relação aos óbitos dos estudos da amostra, não há relato de que possam estar associados à utilização da EENM. Para Akar et al.,<sup>(26)</sup> o grupo que não realizou EENM foi o que apresentou maior mortalidade (50%), enquanto que, nos outros dois grupos que realizavam EENM, faleceram pacientes de um total de 20.

Dos 17 ECR que aplicaram EENM em pacientes graves e que foram analisados na íntegra nesta revisão, apenas 4 fizeram menção à questão segurança do paciente e foram incluídos. O fato de não terem sido mencionados eventos adversos nos demais estudos sugere que esta estratégia terapêutica não tenha efeito insalubre para os pacientes graves.

Outros dois estudos observacionais e um estudo piloto avaliaram a segurança da aplicação da EENM nos pacientes graves.<sup>(1,29,30)</sup>

Iwatsu et al.<sup>(29)</sup> acompanharam 61 pacientes em pós-operatório de cirurgia cardíaca quanto à segurança na utilização da EENM. Intercalavam frequências de 200Hz e 20Hz, e a intensidade da corrente era estabelecida no pré-operatório, sendo que o paciente recebia de 10 a 20% do torque máximo. Os desfechos de segurança eram parâmetros hemodinâmicos, funcionamento do marca-passo e

arritmias. Não houve alteração nos desfechos programados, o que permitiu conclusão de que a EENM não gera aumento do trabalho cardiovascular e, portanto, é uma intervenção segura para este grupo de pacientes.

No estudo observacional de Segers et al.,<sup>(1)</sup> foram acompanhadas as variáveis pressão arterial, frequência cardíaca, frequência respiratória, saturação de oxigênio e reações cutâneas, para avaliar o desfecho relacionado à segurança na aplicação da EENM em pacientes graves. Os pacientes recebiam a intervenção cinco vezes por semana com intensidade de até 80mA, pulso de até 500ms e frequência de 50Hz. Não houve alteração significativa nas variáveis avaliadas, apenas hiperemia na pele em 50% dos pacientes logo após a retirada dos eletrodos, a qual desaparecia gradualmente. Não houve relato de dor que limitasse a intervenção.

Em estudo piloto comparando um grupo de pacientes ventilados mecanicamente e com sepse que realizaram EENM associado a cicloergômetro com um grupo de pacientes controle, Parry et al.<sup>(30)</sup> utilizaram alguns parâmetros como segurança para definir a continuidade ou a cessação da EENM. São eles: frequência cardíaca menor que 50 ou maior que 140bpm, pressão arterial média abaixo de 65mmHg, necessidade de fração inspirada de oxigênio superior a 80%, necessidade de pressão positiva expiratória final (PEEP) superior a 15mmHg, frequência respiratória superior a 35rpm, saturação de oxigênio inferior a 85% ou queda de 10% e dor referida maior que 7 na Escala Visual Analógica. Os autores não observaram efeitos adversos graves, apenas um caso de dessaturação após 30 minutos da intervenção, concluindo que a utilização da EENM é segura em pacientes graves.

Uma das principais limitações foi a diversidade metodológica dos estudos incluídos, visto que, em Rodriguez et al.,<sup>(23)</sup> a utilização do membro inferior contralateral como controle impede a avaliação de alterações sistêmicas decorrentes da utilização da EENM. No estudo de Stefanou et al.<sup>(27)</sup> a aplicação de apenas uma sessão de EENM impede a avaliação do efeito do uso contínuo e da intensidade progressiva sobre a massa muscular e o sistema cardiovascular.

## CONCLUSÃO

A eletroestimulação neuromuscular é uma técnica segura para ser aplicada em pacientes graves por profissional treinado e utilizando parâmetros corretos baseados em evidências. Sugere-se que novos ensaios clínicos randomizados sejam realizados e que tenham como desfecho primário a segurança na aplicação da eletroestimulação neuromuscular em pacientes graves.

## ABSTRACT

**Objective:** To review the evidence on the safety of neuromuscular electrical stimulation when used in the intensive care unit.

**Methods:** A systematic review was conducted; a literature search was performed of the MEDLINE (via PubMed), PEDro, Cochrane CENTRAL and EMBASE databases, and a further manual search was performed among the references cited in randomized studies. Randomized clinical trials that compared neuromuscular electrical stimulation to a control or placebo group in the intensive care unit and reporting on the technique safety in the outcomes were included. Hemodynamic variables and information on adverse effects were considered safety parameters. Articles were independently analyzed by two reviewers, and the data analysis was descriptive.

**Results:** The initial search located 1,533 articles, from which only four randomized clinical trials were included. Two studies assessed safety based on hemodynamic variables, and only one study reported an increase in heart rate, respiratory rate and blood lactate, without clinical relevance. The other two studies assessed safety based on reported adverse effects. In one, 15% of patients described a prickling sensation, without any clinically relevant abnormalities. In the other, one patient suffered a superficial burn due to improper parameter configuration.

**Conclusion:** Neuromuscular electrical stimulation is safe for critically ill patients; however, it should be applied by duly trained professionals and with proper evidence-based parameters.

**Keywords:** Safety; Electric stimulation therapy; Respiration, artificial; Drug-related side effects and adverse reactions; Physical stimulation; Intensive care units

## REFERÊNCIAS

- Segers J, Hermans G, Bruyninckx F, Meyfroidt G, Langer D, Gosselink R. Feasibility of neuromuscular electrical stimulation in critically ill patients. *J Crit Care*. 2014;29(6):1082-8.
- Herridge MS, Tansey CM, Matté A, Tomlinson G, Diaz-Granados N, Cooper A, Guest CB, Mazer CD, Mehta S, Stewart TE, Kudlow P, Cook D, Slutsky AS, Cheung AM; Canadian Critical Care Trials Group. Functional disability 5 years after acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2011;364(14):1293-304.
- Truong AD, Fan E, Brower RG, Needham DM. Bench-to-bedside review: mobilizing patients in the intensive care unit—from pathophysiology to clinical trials. *Crit Care*. 2009;13(4):216.
- Jones S, Man WD, Gao W, Higginson IJ, Wilcock A, Maddocks M. Neuromuscular electrical stimulation for muscle weakness in adults with advanced disease. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016;10:CD009419.
- Dirks ML, Wall BT, Snijders T, Ottenbros CL, Verdijk LB, van Loon LJ. Neuromuscular electrical stimulation prevents muscle disuse atrophy during leg immobilization in humans. *Acta Physiol (Oxf)*. 2014;210(3):628-41.
- Gerovasili V, Tripodaki E, Karatzanos E, Pitsolis T, Markaki V, Zervakis D, et al. Short-term systemic effect of electrical muscle stimulation in critically ill patients. *Chest*. 2009;136(5):1249-56.
- Routsi C, Gerovasili V, Vasileiadis I, Karatzanos E, Pitsolis T, Tripodaki E, et al. Electrical muscle stimulation prevents critical illness polyneuromyopathy: a randomized parallel intervention trial. *Crit Care*. 2010;14(2):R74.
- Gruther W, Benesch T, Zorn C, Paternostro-Sluga T, Quittan M, Fialka-Moser V, et al. Muscle wasting in intensive care patients: ultrasound observation of the M. quadriceps femoris muscle layer. *J Rehabil Med*. 2008;40(3):185-9.
- Poulsen JB, Møller K, Jensen CV, Weisdorf S, Kehlet H, Perner A. Effect of transcutaneous electrical muscle stimulation on muscle volume in patients with septic shock. *Crit Care Med*. 2011;39(3):456-61.
- Pohlman MC, Schweickert WD, Pohlman AS, Nigos C, Pawlik AJ, Esbrook CL, et al. Feasibility of physical and occupational therapy beginning from initiation of mechanical ventilation. *Crit Care Med*. 2010;38(11):2089-94.
- Bayley P, Thomsen GE, Spuhler VJ, Blair R, Jewkes J, Bezdjian L, et al. Early activity is feasible and safe in respiratory failure patients. *Crit Care Med*. 2007;35(1):139-45.
- Morris PE, Goad A, Thompson C, Taylor K, Harry B, Passmore L, et al. Early intensive care unit mobility therapy in the treatment of acute respiratory failure. *Crit Care Med*. 2008;36(8):2238-43.
- Schweickert WD, Pohlman MC, Pohlman AS, Nigos C, Pawlik AJ, Esbrook CL, et al. Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomised controlled trial. *Lancet*. 2009;373(9678):1874-82.
- Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG; PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Int J Surg*. 2010;8(5):336-41. Erratum in: *Int J Surg*. 2010;8(8):658.
- Robinson KA, Dickersin K. Development of a highly sensitive search strategy for the retrieval of reports of controlled trials using PubMed. *Int J Epidemiol*. 2002;31(1):150-3.
- Carvalho AP, Silva V, Grande AJ. Avaliação do risco de viés de ensaios clínicos randomizados pela ferramenta da colaboração Cochrane. *Diagn Tratamento*. 2013;18(1):38-44.
- Falavigna LF, Silva MG, Freitas AL, Silva PF, Paiva Júnior MD, de Castro CM, et al. Effects of electrical muscle stimulation early in the quadriceps and tibialis anterior muscle of critically ill patients. *Physiother Theory Pract*. 2014;30(4):223-8.
- Gerovasili V, Stefanidis K, Vitzilaios K, Karatzanos E, Politis P, Koroneos A, et al. Electrical muscle stimulation preserves the muscle mass of critically ill patients: a randomized study. *Crit Care*. 2009;13(5):R161.
- Hirose T, Shiozaki T, Shimizu K, Mouri T, Noguchi K, Ohnishi M, 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. *J Crit Care*. 2013;28(4):536.e1-7.
- Karatzanos E, Gerovasili V, Zervakis D, Tripodaki ES, Apostolou K, Vasileiadis I, et al. Electrical muscle stimulation: an effective form of exercise and early mobilization to preserve muscle strength in critically ill patients. *Crit Care Res Pract*. 2012;2012:432752.
- Bouletreau P, Patricot MC, Saudin F, Guiraud M, Mathian B. Effects of intermittent electrical stimulations on muscle catabolism in intensive care patients. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 1987;11(6):552-5.
- Bouletreau P, Patricot MC, Saudin F, Guiraud M, Mathian B. [Effects of intermittent muscle stimulation on muscle catabolism in patients immobilized in the ICU]. *Ann Fr Anesth Reanim*. 1986;5(4):376-80. French.

23. Rodriguez PO, Setten M, Maskin LP, Bonelli I, Vidomlansky SR, Attie S, et al. Muscle weakness in septic patients requiring mechanical ventilation: protective effect of transcutaneous neuromuscular electrical stimulation. *J Crit Care.* 2012;27(3):319.e1-8.
24. Velmahos GC, Petrone P, Chan LS, Hanks SE, Brown CV, Demetriades D. Electro stimulation for the prevention of deep venous thrombosis in patients with major trauma: a prospective randomized study. *Surgery.* 2005;137(5):493-8.
25. Abu-Khaber HA, Abouelela AM, Abdelkarim EM. Effect of electrical muscle stimulation on prevention of ICU acquired muscle weakness and facilitating weaning from mechanical ventilation. *Alexandria J Med.* 2013;49(4):309-15.
26. Akar O, Günay E, Sarinc Ulasli S, Ulasli AM, Kacar E, Sariaydin M, et al. Efficacy of neuromuscular electrical stimulation in patients with COPD followed in intensive care unit. *Clin Respir J.* 2017;11(6):743-50.
27. Stefanou C, Karatzanos E, Mitsiou G, Psarra K, Angelopoulos E, Dimopoulos S, et al. Neuromuscular electrical stimulation acutely mobilizes endothelial progenitor cells in critically ill patients with sepsis. *Ann Intensive Care.* 2016;6(1):21.
28. Fischer A, Spiegl M, Altmann K, Winkler A, Salamon A, Themessl-Huber M, 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. *Crit Care.* 2016;20:30.
29. Iwatsu K, Yamada S, Iida Y, Sampei H, Kobayashi K, Kainuma M, et al. Feasibility of neuromuscular electrical stimulation immediately after cardiovascular surgery. *Arch Phys Med Rehabil.* 2015;96(1):63-8.
30. Parry SM, Berney S, Warrillow S, El-Ansary D, Bryant AL, Hart N, et al. Functional electrical stimulation with cycling in the critically ill: a pilot case-matched control study. *J Crit Care.* 2014;29(4):695.e1-7.