

# **A UTILIZAÇÃO DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR (EENM) EM PACIENTES INTERNADOS EM UNIDADES DE TERAPIA INTENSIVA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

## **THE USE OF NEUROMUSCULAR ELECTRICAL STIMULATION (NMES) IN PATIENTS ADMITTED TO INTENSIVE CARE UNITS: A BIBLIOGRAPHIC REVIEW**

Maikon Mendes Miranda<sup>1</sup>

Luciano Azevedo Duarte<sup>2</sup>

**Resumo:** A Imobilidade, o descondicionamento físico e a fraqueza muscular são problemas comuns em pacientes ventilados mecanicamente. A fisioterapia surge como uma ciência capaz de promover a recuperação e preservação da funcionalidade desses pacientes. Para os pacientes que não podem ou não conseguem realizar exercícios ativos uma forma alternativa é a estimulação elétrica neuromuscular (EENM). Este estudo tem o objetivo de apontar a eficácia da EENM no tratamento e prevenção das consequências do imobilismo em pacientes internados em unidades de terapia intensiva (UTI), em qual a patologia é mais utilizada e em qual momento esta técnica é mais indicada. A pesquisa constitui de uma revisão de literatura, de caráter exploratório, com abordagem qualitativa. A aplicação da EENM tem sido associada ao aumento de massa, força e endurance muscular, requer mínima cooperação, produz pouco stress cardior-respiratório, além de menos envolvimento pessoal. Em

---

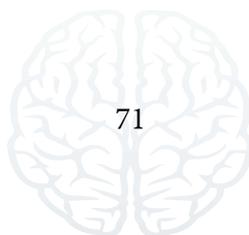
1 Graduação em Fisioterapia (Centro Universitário São Camilo-ES, Cachoeiro de Itapmirim-ES, Brasil); Pós-Graduação em Fisioterapia em Terapia Intensiva (Faculdade Inspirar, Vitória-ES, Brasil); Responsável Técnico do Setor de Fisioterapia da Santa Casa de Misericórdia de Guaçuí-ES

2 Graduação em Fisioterapia (UFRN/UFSM, Natal-RN/Santa Maria-RS, Brasil); Pós-Graduação em Anatomia Humana (FAESA, Vitória-ES, Brasil); Mestre em Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente (Centro Universitário Anhanguera, Niterói-RJ, Brasil); Docente da disciplina de Anatomia Humana no Centro Universitário do Espírito Santo – UNESC – Campus Colatina

pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) a EENM vem sendo utilizada de forma segura e efetiva, e tem melhores resultados quando aplicado tardiamente. A utilização desta técnica também é capaz de alterar os valores de oxigenação e valores energéticos do metabolismo de forma favorável. Pelos estudos encontrados e seus respectivos achados, conclui-se que a EENM é uma técnica de custo reduzido e confiável, sendo pesquisada, em sua maioria, em pacientes com DPOC, obtendo bons resultados, principalmente quando utilizada na fase tardia da doença.

**Palavras-chaves:** Cuidados Críticos, Estimulação Elétrica, Modalidades de Fisioterapia.

**Abstract:** Immobility, physical deconditioning, and muscle weakness are common problems in mechanically ventilated patients. Physiotherapy emerges as a science capable of promoting recovery and preservation of the functionality of these patients. For patients who can not or can not perform active exercises an alternative form is neuromuscular electrical stimulation (NMES). The aim of this study is to show the efficacy of NMES in the treatment and prevention of the consequences of immobility in patients admitted to intensive care units (ICUs), in which pathology is most frequently used and at which time this technique is more indicated. The research consisted of an exploratory literature review, with a qualitative approach. The application of NMES has been associated with increased muscle mass, strength and endurance, requires minimal cooperation, produces little cardiorespiratory stress, and less personal involvement. In patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD), NMES has been used safely and effectively, and has better results when applied late. The use of this technique is also able to change the oxygenation values and energy values of the metabolism in a favorable way. From the studies found and their respective findings, it is concluded that NMES is a low cost and reliable technique, being investigated, mostly, in patients with COPD, obtaining good results, especially when used in the late phase of the disease.



**Keywords:** Critical Care, Electric Stimulation, Physical Therapy Modalities.

## **INTRODUÇÃO**

Durante muito tempo preconizou-se o repouso absoluto no leito como sendo imprescindível no tratamento de pacientes internados. Porém, nas últimas décadas, com os avanços tecnológicos, o avanço das pesquisas e o incremento do conhecimento científico acerca do tema permitiram constatar que a imobilidade é um fator colaborador para o retardo na recuperação desses pacientes e um maior tempo de internação. (MUSSALEM et al., 2014)

Segundo Silva, Maynard e Cruz (2010) e Araújo e Borges (2010) os efeitos adversos causados pelo repouso prolongado se apresentam de diversas formas, como as úlceras de pressão, a perda de força muscular e consequentes disfunções do aparelho locomotor e da funcionalidade do paciente, déficit na mecânica respiratória, o aparecimento de pneumonias e atelectasias, o atraso na recuperação de doenças críticas, complicações hemodinâmicas, cardíacas e neurológicas, aumento do tempo de internação e na redução da qualidade de vida do paciente após a alta hospitalar. Essas complicações associadas à restrição podem ainda ser agravadas pelo uso constante de sedativos e medicamentos, assim como pela utilização de contenções mecânicas do paciente ao leito

O paciente crítico é um indivíduo que necessita de monitorização contínua, por instabilidade de algum dos sistemas orgânicos que implique risco à vida. (SILVA, 2016)

A Imobilidade, o descondicionamento físico e a fraqueza muscular são problemas comuns em pacientes com insuficiência respiratória ventilados mecanicamente e contribuem para um maior período de hospitalização. Pacientes em ventilação mecânica prolongada frequentemente apresentam fraqueza da musculatura periférica e respiratória que prejudicam seu estado funcional e sua qualidade de vida. (BORGES et al, 2009)

Nogueira et al (2012) observaram 600 pacientes, que permaneceram, em média, nove dias na



UTI, com casos que chegaram até a 79 dias de internação. Os autores observaram que as alterações induzidas pelo imobilismo podem começar durante as primeiras 24 horas. Tais alterações podem acometer os sistemas cardiovascular, gastrointestinal, urinário, respiratório, cutâneo e musculoesquelético.

Pesquisas evidenciam que, em repouso completo e prolongado, o músculo pode perder de 10% a 15% de força por semana e 50% entre três e cinco semanas, sendo os músculos antigravitacionais os mais afetados. (SILVA, 2016)

A fraqueza muscular adquirida na UTI é uma complicação neuromuscular que acomete entre 30% a 60% de seus pacientes. Resposta inflamatória sistêmica, o uso de sedativos e bloqueadores neuromusculares, hiperosmolaridade, nutrição parenteral e imobilidade prolongada são alguns fatores de risco para o desenvolvimento desta fraqueza. (MIRANDA et al, 2013)

Miranda et al. (2013) também destaca que pacientes criticamente doentes são submetidos a um estado de hipermetabolismo caracterizada por um aumento no gasto de energia, sendo esta condição associada à perda de proteína nos músculos esqueléticos. A imobilização, mesmo quando de curta duração, leva a degradação da musculatura esquelética. Por isso a necessidade de uma mobilização precoce em ambiente hospitalar, em especial nas unidades de terapia intensiva.

De acordo com França et al. (2012) a incidência de complicações decorrentes dos efeitos deletérios da imobilidade na unidade de terapia intensiva contribui para o declínio funcional, aumento dos custos assistenciais, redução da qualidade de vida e mortalidade pós-alta.

Com a descoberta dos efeitos deletérios da imobilização no leito, surge a mobilização precoce, com o intuito de prevenir ou amenizar esse quadro, respeitando a individualidade e as condições clínicas apresentadas por cada paciente. (SILVA e OLIVEIRA, 2015)

A fisioterapia, sob a orientação de uma equipe multidisciplinar tem dado assistência a esses pacientes, com terapias que visam reabilitar e manter os sistemas orgânicos equilibrados. Porém, a intervenção convencional na maioria dos ambientes hospitalares carece de melhores recursos para



manutenção da força muscular. (SILVA, 2016)

Ferreira, Vanderlei e Valenti (2013) referem que dentre os profissionais que atuam em UTI, a fisioterapia apresenta-se como a especialidade mais adequada ao tratamento das disfunções físicas causadas pela imobilidade, pois dispõem de técnicas capazes de minimizar essas complicações. Borges et al. (2009) aponta como objetivo da fisioterapia em pacientes com ventilação mecânica prolongada a minimização da perda de mobilidade, o melhoramento da independência funcional e a facilitação do processo de desmame.

França et al., em 2012, aponta a fisioterapia como uma ciência capaz de promover a recuperação e preservação da funcionalidade. Miranda et al. (2013) destacam que estudos recentes demonstram que a mobilização precoce pode ser um meio seguro e viável na prevenção de problemas físicos gerados pelo imobilismo. No entanto, a cooperação e participação do paciente é necessária para que intervenção seja eficaz. Para os pacientes que não podem ou não conseguem realizar exercícios ativos de mobilização os autores apontam a estimulação elétrica neuromuscular como uma forma alternativa ao exercício ativo e a mobilização em pacientes acamados que não colaboram e não participam devido a sua condição grave, pois este instrumento gera um estímulo anabólico que contrapõe os efeitos catabólicos da doença crítica e da imobilização.

O presente estudo tem o objetivo de apontar a eficácia da Estimulação Elétrica Neuromuscular no tratamento e prevenção das consequências do imobilismo em pacientes internados em Unidade de Terapia Intensiva, em qual a patologia é mais utilizada e em qual momento esta técnica é mais indicada.

### **METODOLOGIA**

O presente estudo constitui uma revisão de literatura, de caráter exploratório, com abordagem qualitativa. foram utilizados artigos e periódicos, nacionais e internacionais, encontrados em



bancos de dados selecionados como cientificamente confiáveis sendo essas as bibliotecas virtuais Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (MedLine), Scientific Electronic Library Online (SciELO) e Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), sendo incluídos artigos publicados nas línguas portuguesa e inglesa nos últimos 15 anos, abrangendo o período de 2001 a 2016.

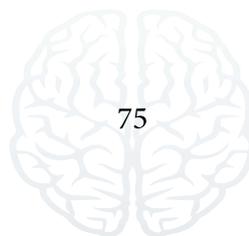
Os artigos foram obtidos usando-se os seguintes descritores em inglês: Neuromuscular electrical stimulation, Intensive care, Immobility.; e os seguintes descritores em português: Eletroestimulação, Estimulação Elétrica Neuromuscular, Imobilismo, Terapia intensiva.

Esta revisão de literatura compreendeu artigos que abordaram o uso da estimulação elétrica neuromuscular em pacientes internados na UTI. Artigos que não relatavam sobre os temas focados nessa pesquisa foram excluídos, artigos publicados em 2000 ou ano anterior também foram excluídos do estudo.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Gosselink et al. (2012) diz em seu estudo que a estimulação elétrica neuromuscular (EENM) consiste na contração muscular através da excitação dos nervos motores periféricos por uma corrente elétrica de baixa voltagem. Segundo Fonseca, Borges e Barroso (2016) essa corrente é aplicada por meio de eletrodos de superfície dispostos em um ponto motor do grupo muscular-alvo a ser trabalhado. Estudos de Clini e Ambrosino (2005), Gosselink et al (2008) e Korupolu, Gifford e Needham (2009) mostraram que EENM proporciona uma contração muscular passiva e aumento da capacidade muscular oxidativa. Brito, Silva e Ribeiro (2015) o seu objetivo é melhorar a capacidade de exercício aumentando a força muscular periférica.

A EENM é reconhecida, clinicamente, como um método que induz o crescimento do músculo esquelético, aumentando a força e a capacidade de resistência dos pacientes incapazes de realizar



exercícios ativos. Sendo uma técnica promissora, na prevenção da perda de massa muscular. (FERREIRA; VANDERLEI e VALENTI, 2013)

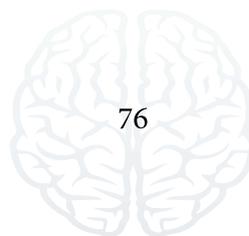
Segundo França et al. (2012) a EENM é utilizada em pacientes críticos incapazes de realizar contração muscular voluntária. Godoy et al. (2015) destaca que este é um instrumento adequado para estimular a função muscular mesmo que o paciente esteja sob sedação profunda.

França et al., em 2012, também destaca que a aplicação desta técnica tem sido associada ao aumento de massa, força e endurance muscular em várias condições clínicas que apresentam fraqueza muscular por desuso e anormalidade na inervação muscular. Bax, Staes e Verhagen (2005) aponta que a EENM combinada com o programa de exercícios físicos melhora significativamente a força muscular quando comparada com o uso isolado do programa de exercícios convencional.

Choi et al. (2009) destaca que a eletroestimulação requer mínima cooperação, produz pouco stress cardiorrespiratório, além de menos envolvimento pessoal em comparação à fisioterapia convencional aplicada em todo o corpo. Além disso, de acordo com Zanotti et al. (2003) a EENM pode levar a uma diminuição nas complicações associadas ao repouso como as úlceras de decúbito, a pneumonia e a embolia pulmonar.

O estudo de França et al. (2012) aponta que nos pacientes críticos em condições crônicas, como em portadores de insuficiência cardíaca congestiva e insuficiência respiratória crônica, em particular os portadores de DPOC, a EENM vem sendo utilizada de forma segura e efetiva, melhorando a força muscular periférica, a qualidade de vida e o status funcional do paciente. Segundo Godoy et al. (2015) esse recurso é utilizado com sucesso em pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), Traumatismo Raquimedular (TRM) e pós-operatório ortopédico, prevenindo a hipotrofia muscular e melhorando a tolerância aos esforços físicos, conservando o bom condicionamento aeróbico.

A EENM tem mostrados efeitos benéficos em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), insuficiência cardíaca congestiva (ICC) e em pacientes internados no hospital.



Estes pacientes não podem se exercitar ativamente devido a insuficiência respiratória, cardíaca e a sua condição crítica nas UTIs, além da sedação e lesões neurológicas. Portanto esses pacientes se beneficiam da EENM em termos de capacidade de exercício, no desempenho dos músculos estriados esqueléticos, na qualidade de vida diária, na redução da perda muscular, prevenção da incidência de polineuropatia do paciente crítico, na redução do tempo de desmame ventilatório e na diminuição do tempo de internação. (MIRANDA et al, 2013)

Zanotti et al. (2003) e Nuhr et al. (2003) em seus estudos, relatam que pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), restritos ao leito sob ventilação mecânica, a utilização da EENM causou aumento na força muscular e reduziu o número de dias para a transferência da cama para a cadeira.

Miranda et al. (2013) relata que em pacientes com DPOC foi mostrado que a perda de força muscular em quadríceps está diretamente relacionada ao aumento do custo do internamento. Desta forma, a escolha da utilização dos membros inferiores para a utilização da eletroestimulação é a escolha mais adequada para a avaliação da perda de massa muscular em pacientes graves. A aplicação da EENM nos membros inferiores pode atuar na recuperação de músculos enfraquecidos ou retardar o processo de perda de massa muscular, reduzindo indiretamente o tempo de internação na UTI e o tempo de ventilação mecânica em pacientes críticos que não estão aptos a realizar exercícios de forma ativa.

Zanotti et al (2003) refere que a EENM é menos responsiva em pacientes com DPOC em exacerbação quando se compara com a que se aplica em pacientes não exacerbados. Acredita-se que tal repercussão se deve ao aumento da carga pró-inflamatória no músculo estriado esquelético, lembrando que a musculatura também sofre influência dos efeitos colaterais dos corticóides utilizados em seu tratamento. Esses resultados contrariam os apresentados por Abdellaoui et al. (2011) que observaram uma diminuição na distância percorrida na realização do teste de caminhada de 6 minutos em pacientes que realizaram a EENM após a exacerbação do DPOC.

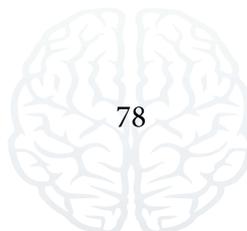


Zanotti et al. (2003) estudaram o uso da EENM em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), ventilados mecanicamente. A amostra da pesquisa foi dividida em 2 grupos: o grupo que seria submetido à eletroestimulação neuromuscular, associado à mobilização de membros superiores e membros inferiores, e o grupo-controle, que realizou apenas a mobilização dos quatro membros. O grupo que foi submetido a EENM realizou 5 sessões semanais de estimulação elétrica nos músculos quadríceps e glúteo, com duração máxima de 30 minutos. Após 4 semanas de programa de reabilitação, o grupo que realizou a EENM, aumentou mais a força muscular que o grupo-controle. Além disso, os pacientes que combinaram as duas técnicas sentaram na cadeira antes do grupo-controle, demonstrando maior independência funcional e impacto positivo na qualidade de vida desses pacientes.

A utilização da EENM para os pacientes críticos tem apresentado evidências significativas na redução no tempo de ventilação mecânica e no tempo do desmame ventilatório. (GODOY et al, 2015)

A polineuropatia é caracterizada por fraqueza muscular severa e diminuição ou ausências dos reflexos tendinosos, essa é uma situação clínica muito comum nas Unidades de Tratamento Intensivo. Com o intuito de combater esse acometimento Routsis et al. (2010) estudaram o impacto da EENM no desenvolvimento desse agravo crítico. Eles observaram, no seu estudo clínico controlado e randomizado, que sessões diárias de 55 minutos de EENM impediram o desenvolvimento da polineuropatia. Além disso, os pacientes submetidos à eletroestimulação permaneceram um menor tempo em ventilação mecânica quando comparados ao grupo-controle. Os autores também observaram melhora da força muscular e diminuição dos dias necessários para o paciente sentar na cadeira nos indivíduos que foram submetidos a sessões diárias de eletroestimulação. Com esse achado, os autores apontam a EENM como uma ferramenta preventiva a ser utilizada para esse agravo.

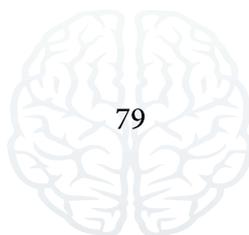
Com relação ao trofismo muscular, Gruther et al. (2010), Meesen et al. (2010) e Rodriguez et al. (2012), mostram resultados que permitem deduzir que a EENM pode preservar a massa muscular,



estes estudos estão em concordância com os achados de Quittan et al. (2001), que mostraram aumento da espessura da camada muscular do quadríceps femoral dos pacientes do grupo eletroestimulado, além da geração de impacto positivo na qualidade de vida de pacientes cardiopatas. Em contrapartida, os resultados do estudo de Gerovasili et al. (2009) mostram que a EENM, apesar de parecer preservar a massa muscular dos pacientes, não impediu a diminuição do trofismo muscular destes, mesmo que em menor proporção, quando se compara o grupo eletroestimulado com o grupo-controle que não recebeu a eletroestimulação. O número da amostra foi relativamente pequeno, o que influencia no resultado final e na precisão do estudo. Apesar do efeito benéfico da EENM sobre o trofismo muscular, não foram encontrados estudos com dados suficientes que provem a efetiva recuperação funcional dos pacientes desse estudo específico.

No estudo de Khaber et al. (2013) foi possível observar que a aplicação diária de EENM impediu a perda de força, minimizando-se com isso o grau de fraqueza muscular. O mesmo achado foi apresentado no trabalho de Maffiuletti et al. (2013) que, além disso, forneceu evidências de que a adição da EENM ao tratamento habitual é mais eficaz do que o tratamento convencional sozinho na prevenção da perda de força muscular em ambiente hospitalar. Zanotti et al. (2003) observaram que, além da melhora da força muscular, houve também uma diminuição do tempo necessário para transferir o paciente da cama para a cadeira, porém os autores desta pesquisa apontaram o curto período de intervenção como um dos principais fatores limitadores de sua pesquisa.

Gerovasali et al. (2009a) investigaram o impacto da EENM sobre o volume muscular em pacientes com doença crítica e sob suporte respiratório de ventilação mecânica, internados em UTI. A amostra foi randomizada para receber sessão diária de EENM ou, no caso do grupo-controle, permanecer sem a eletroestimulação. O protocolo de estimulação consistiu em sessões diárias do 2º até o 9º dia após a admissão na UTI, cada sessão durava 55 minutos, sendo aplicada nos músculos quadríceps e fibular longo. O volume muscular foi avaliado com ultrassonografia (USG). Em ambos os grupos, houve redução desse volume, porém, na avaliação de intergrupos, a diminuição do volume muscular



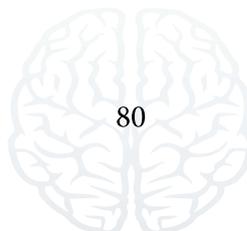
do grupo-controle foi estatisticamente maior.

A análise do estudo de Gruther et al. (2010) avaliou os efeitos da EENM em dois grupos de pacientes: no primeiro grupo de forma precoce, visando à prevenção de perda de massa muscular; no segundo grupo de forma tardia, objetivando a reversão da hipotrofia muscular de pacientes de longa permanência em Unidade de Tratamento Intensivo. Ambos os grupos foram divididos em subgrupos de intervenção e controle. Foi evidenciada diminuição significativa da espessura da camada muscular do grupo que recebeu a intervenção precoce (em ambos os subgrupos), demonstrando que a EENM não preveniu a perda de massa muscular. Já no grupo que recebeu a eletroestimulação tardia, o subgrupo intervenção apresentou um aumento significativo da massa muscular, quando comparado aos sujeitos do grupo controle. Com isso foi possível verificar no estudo que a EENM tem melhores resultados quando aplicado tardiamente.

Este estudo vai de encontro ao estudo de Pinheiro et al., realizado em 2012, que também afirma que a utilização da EENM obteve resultados mais satisfatórios quando realizados de forma tardia, com pacientes mais crônicos e debilitados, visando o aumento da massa muscular. Um protocolo de exercícios em pacientes com DPOC grave, acamados e sob ventilação mecânica prolongada, constatou que o grupo que recebeu a eletroestimulação conseguiu um aumento significativamente maior da força muscular, quando comparado a participantes do grupo-controle não estimulado.

Segundo Ferreira, Vanderlei e Valenti (2013) uma explicação plausível para a EENM não ter afetado a perda de massa muscular, quando aplicada de forma precoce em pacientes críticos, se firma no fato de que a imobilização, mesmo quando em um curto período de tempo, promove um estado catabólico para o músculo, o que resulta em significativa perda de massa muscular e diminuição da força, ocorrendo mais acentuadamente durante as três primeiras semanas de internação.

Embora tendo utilizado um método avaliativo diferente e um número de amostra específica, Poulsen et al. (2011) não observaram benefícios com o uso da EENM no volume muscular especificamente, contrariando os resultados de Gerovasali et al. (2009a) e Gruther et al. (2010).

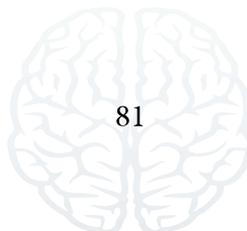


Poulsen et al. (2011) constataram uma redução de 16 a 20% o volume muscular do músculo quadríceps em pacientes com choque séptico na primeira semana de internação na UTI. O protocolo utilizado teve uma frequência menor, sendo submetido à sessão diária de EENM, com duração de 60 minutos, por 7 dias consecutivos em um dos membros inferiores, o outro membro inferior não recebeu estimulação. O volume muscular foi avaliado com tomografia computadorizada e os autores não encontraram diferenças estatisticamente significativas na perda do volume muscular quando comparado com o membro contralateral não estimulado.

Em uma publicação mais recente, realizada por Kho et al. (2015), os autores não encontraram diferenças estatísticas na força muscular dos membros inferiores, na alta hospitalar, quando comparado o grupo que realizou sessões de eletroestimulação muscular associada a exercícios e o grupo que fez o protocolo de fisioterapia convencional. Os autores sugeriram um tratamento diário da EENM, tendo um protocolo que consistia de uma sessão de 60 minutos ou duas sessões de 30 minutos nos músculos quadríceps femoral, tibial anterior e gastrocnêmio. Apesar de não encontrarem diferenças sólidas de força muscular do grupo estimulado com EENM e o grupo controle, os autores apontaram resultados secundários positivos nesse estudo, tendo os pacientes do grupo estimulado caminhado duas vezes mais na alta hospitalar. Os autores apontam a necessidade de novos estudos confirmatórios para avaliar os efeitos benéficos da EENM na capacidade funcional e qualidade de vida.

Quanto às intervenções da EENM sobre o metabolismo, na dinâmica cardiovascular e no aspecto respiratório do paciente, Strasser et al. (2009) chegaram à conclusão de que a degradação de proteínas foi menor, pela redução do catabolismo em pacientes pós-operatório de cirurgia abdominal que fizeram uso de EENM. Porém os pesquisadores afirmam que ainda não há recomendações concretas sobre a intensidade ou duração da terapia em que se faz uso da EENM para prevenção do catabolismo muscular. Isso se deve ao fato de que o conhecimento sobre o mecanismo de eletroestimulação, que conduz à hipertrofia muscular, é relativamente limitado

Godoy et al. (2015) apontou efeitos sistêmicos ocasionados devido a aplicação de EENM

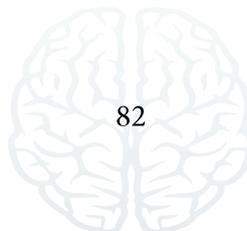


em pacientes graves submetidos à ventilação mecânica por tempo prolongado. Segundo os autores a utilização desta técnica é capaz de alterar os valores de oxigenação e valores energéticos do metabolismo. O consumo de oxigênio (VO<sub>2</sub>), por exemplo, tem se mostrado significativamente maior durante a EENM, e esse dado aponta para uma resposta sistêmica favorável e com possibilidade de preservação das vias aeróbicas musculares nos pacientes graves. Basile-Filho et al. (2003) demonstraram que a EENM foi capaz de alterar significativamente os valores de VO<sub>2</sub> quando comparado com o grupo controle, inclusive no que se refere ao teste de caminhada de 6 minutos. Bolton, em um estudo realizado em 2008, obteve resultados similares, porém relatando o uso da EENM como treinamento aeróbico em pacientes com paraplegia secundária ao trauma raquimedular, como prevenção para complicações cardiovasculares.

Em outro estudo Gerovasali et al. (2009b) observaram que, após uma sessão de 45 minutos de EENM em pacientes enfermos e em estado crítico, há um aumento na taxa de consumo de oxigênio e de reperfusão, indicando um efeito sistêmico, em curto prazo, dessa estratégia terapêutica. Não houve repercussão da técnica sobre os níveis de gases e lactato no sangue arterial, nem alteração de oxigênio no sangue venoso, o que aponta que a estimulação elétrica neuromuscular é um método seguro, incapaz de causar prejuízo em indivíduos doentes em estado grave.

## **CONCLUSÃO**

Pelos estudos encontrados e seus respectivos achados, é seguro afirmar que a estimulação elétrica neuromuscular é uma técnica de custo reduzido e confiável. Ela foi bem tolerada pela maioria dos pacientes estudados e não provocou nenhum efeito adverso, durante ou após sua aplicação. Sendo pesquisada, em sua maioria, em pacientes com DPOC, obtendo bons resultados, principalmente quando utilizada na fase tardia da doença, com pacientes mais crônicos e debilitados. O que difere de outras técnicas é a prontidão do seu uso, já que não depende da colaboração do paciente, podendo ser



utilizada, de imediato, na Unidade de Terapia Intensiva.

A EENM tem sido analisada como um promissor recurso terapêutico capaz de gerar efeitos sistêmicos dinâmicos e com resultados favoráveis quando utilizada como recurso estimulador do sistema muscular esquelético periférico e respiratório em pacientes com tempo prolongado de ventilação mecânica e sedação. Mais estudos devem ser realizados para pesquisar a eficácia desta técnica em outras patologias e diferentes graus de gravidade dentro de uma Unidade de Terapia Intensiva.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

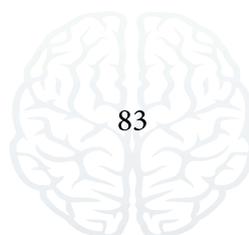
ABDELLAOUI, A. et al. Skeletal muscle effects of electrostimulation after COPD exacerbation: a pilot study. *Eur Respir J*, Sheffield, v.38, n.4, p. 781-788, Oct. 2011.

ARAÚJO, A. E. T.; BORGES, F. S. Atuação da fisioterapia motora no sistema musculoesquelético e na independência funcional dos pacientes em UTI. 87 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Fisioterapia em Terapia Intensiva), Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2010.

BASILE-FILHO, A. et al. Calorimetria indireta no paciente em estado crítico. *Rev Bras Ter Intensiva*. São Paulo, v.15, n.1, p.29-33, jan./fev. 2003.

BAX, L.; STAES, F.; VERHAGEN, A. Does neuromuscular electrical stimulation strengthen the quadriceps femoris? A systematic review of randomized controlled trials. *Sports Med*, Auckland, v.35, p. 191-212. 2005.

BOLTON, C. F. The discovery of critical illness polyneuropathy. *Eur J Anaesthesiol Suppl*. London, v.42, p. 66-67. 2008.



BORGES-, Vanessa Marcos; et al. Fisioterapia motora em pacientes adultos em terapia intensiva. Rev Bras Ter Intensiva. São Paulo, v.21, n4, p. 446-452, dez. 2009.

BRITO, Mariana Costa de Souza; SILVA, Luiz Wagner; RIBEIRO; Elizete. Mobilização precoce em pacientes adultos submetidos à ventilação mecânica (VM) na unidade de terapia intensiva (UTI). Rev. Eletrôn. Atualiza Saúde, Salvador, v. 2, n. 2, p.112-124, jul./dez. 2015.

CHOI, JiYeon et al. Mobility interventions to improve outcomes in patients undergoing prolonged mechanical ventilation: a review of the literature. Biol Res Nurs. Thousand Oaks, v.10, n.1, p. 21-33, jul. 2009.

CLINI, E; AMBROSINO, N. Early physiotherapy in the respiratory intensive care unit. Respiratory Medicine, Philadelphia, v.99, p.1096–1104, set. 2005.

FERREIRA, Lucas Lima; VANDERLEI, Luiz Carlos Marques; VALENTI, Vitor Engrácia. Efeitos da eletroestimulação em pacientes internados em unidade de terapia intensiva: revisão sistemática. ASSOBRAFIR Ciência. Londrina, v.4, n.3, p.37-44, dez. 2013.

FONSECA, Ana Flávia do Rosário; BORGES, Manuela Santos; BARROSO, Thaianne Oliveira. Benefícios da estimulação elétrica neuromuscular na Unidade De Terapia Intensiva. Rev. Eletrôn. Atualiza Saúde, Salvador, v. 3, n. 3, p. 53-59, jan./jun. 2016

FRANÇA, Eduardo Ériko Tenório de et al. Physical therapy in critically ill adult patients: recommendations from the Brazilian Association of Intensive Care Medicine Department of Physical Therapy.



Rev Bras Ter Intensiva. São Paulo, v.24, n.1, p.6-22, fev. 2012.

GEROVASALI, Vasiliki et al. Electrical muscle stimulation preserves the muscle mass of critically ill patients: a randomized study. *Critical Care*, Londres, v.13, n.5, p.1-8, out. 2009a

GEROVASALI, Vasiliki et al. Short-term systemic effect of electrical muscle stimulation in critically ill patients. *Chest*, Glenview, v.136, n.5, p.1249-1256, nov. 2009b.

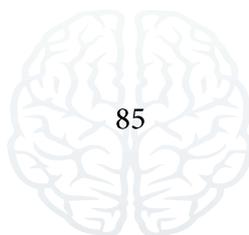
GODOY, Marcos David et al. Fraqueza muscular adquirida na UTI (ICU-AW): efeitos sistêmicos da eletroestimulação neuromuscular. *Rev Bras Neurol*, Rio de Janeiro, v.51, n.4, p.110-113, out./nov. 2015.

GOSELINK, R.; NEEDHAM, D.; HERMANS, G. ICUbased rehabilitation and its appropriate metrics. *Curr Opin Crit Care*, Londres, v. 18, n. 5, p.533-539, out. 2012.

Gosselink R, Bott J, Johnson M, et al. Physiotherapy for adult patients with critical illness: recommendations of the European Respiratory Society and European Society of Intensive Care Medicine Task Force on Physiotherapy for Critically Ill Patients. *Intensive Care Med*, Paris, v.34, p.1188–1199, jan. 2008.

GRUTHER, W. et al. Effects of neuromuscular electrical stimulation on muscle Layer thickness of knee extensor muscles in intensive care unit patients: a pilot study. *J Rehabil Med*. Uppsala, v.42, n.6, p.593-597, jun. 2010

KHABER, A. et al. Effect of electrical muscle stimulation on prevention of ICU acquired muscle



weakness and facilitating weaning from mechanical ventilation. Alexandria J Med. Alexandria, v.49, n.4, dez. 2013.

KHO, Michele et al. Neuromuscular electrical stimulation in mechanically ventilated patients: A randomized sham-controlled pilot trial with blinded outcome assessment. Journal Of Critical Care, Philadelphia, v. 1, n. 30, p.32-39, fev. 2015.

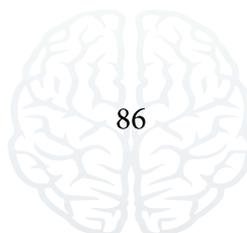
KORUPOLU, R.; GIFFORD, J. M.; NEEDHAM, D. M. Early mobilization of critically ill patients: reducing neuromuscular complications after intensive care. Contemporary Critical Care, Philadelphia, v.6, p.1-12. 2009.

MAFFIULETTI, N. A. et al. Neuromuscular electrical stimulation for preventing skeletal-muscle weakness and wasting in critically ill patients: a systematic review. BMC Med, Londres, v.11, p.137, mai. 2013.

MEESEN, R. L. 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, Boca Raton, v.13, n.4, p.315-321, out. 2010.

MIRANDA, Flávio Eduardo Machado da Hora; et al. Eletroestimulação em doentes críticos: uma revisão sistemática. Revista Pesquisa em Fisioterapia, Salvador, v.3, n.1, p.79-91, jul. 2013.

MUSSALEM, M. A. M. et al. Influência da mobilização precoce na força muscular periférica em pacientes na Unidade Coronariana. ASSOBRAFIR Ciência, Londrina, v.5, n.1, p.77-88, abr. 2014.



NOGUEIRA, L. S. et al. Características Clínicas e Gravidade de Pacientes Internados em UTI's Públicas e Privadas. *Texto Contexto Enferm.* Florianópolis, v.21, n.1, p.59-67, jan./mar. 2012.

NUHR, M. J. et al. Beneficial effects of chronic low-frequency stimulation of thigh muscles in patients with advanced chronic heart failure. *Eur Heart J. Oxford*, v.25, n.2, p.136-143, jan. 2003.

PINHEIRO, Alessandra Rigo et al. Fisioterapia motora em pacientes internados na unidade de terapia intensiva: uma revisão sistemática. *Rev Bras Ter Intensiva*, São Paulo, v. 24, n. 2, p.188-196, mar. 2012.

POULSEN, Jesper et al. Effect of transcutaneous electrical muscle stimulation on muscle volume in patient with septic shock. *Crit Care Med*, Mount Prospect, v. 39, n. 3, p. 456-461, mar. 2011.

QUITTAN, M. et al. Improvement of thigh muscles by neuromuscular electrical stimulation in patients with refractory heart failure: a single-blind, randomized, controlled trial. *Am J Phys Med Rehabil*, Cary, v.80, n.3, p.206-214, mar. 2001.

RODRIGUEZ, P. O. et al. Muscle weakness in septic patients requiring mechanical ventilation: protective effect of transcutaneous neuromuscular electrical stimulation. *J Crit Care*, Philadelphia, v.27, n.3, p.319, jun. 2012.

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

SILVA, Ana Carolina Almeida da. Efeitos e modos de aplicação da eletroestimulação neuromuscular



em pacientes críticos. ASSOBRAFIR Ciência, Londrina, v.7, n.1, p.59-68, abr. 2016.

SILVA, Ana Paula Pereira; MAYNARD, Kenia; CRUZ, Mônica Rodrigues da. Efeitos da fisioterapia motora em pacientes críticos: revisão de literatura. Revista Brasileira de Terapia Intensiva, São Paulo, v.22, n.1, p.85-91, fev. 2010.

SILVA, Isnanda Tarciara; OLIVEIRA, Alinne Alves; Efeitos da mobilização precoce em pacientes críticos internados em UTI. C&D-Revista Eletrônica da Fainor, Vitória da Conquista, v.8, n.2, p.41-50, jul./dez. 2015.

STRASSER, M. et al. Neuromuscular electrical stimulation reduces skeletal muscle protein degradation and stimulates insulin-like growth factors in an age and current-dependent manner: a randomized, controlled clinical trial in major abdominal surgical patients. Ann Surg, Boston, v.249, n.5, p. 738-743, mai. 2009.

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

