



**PROGRAMA DE APRIMORAMENTO
PROFISSIONAL**
SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE



EDSON FLAVIO DE SOUSA

**EFEITOS DA ELETROESTIMULAÇÃO NEUROMUSCULAR
EM PACIENTES CRÍTICOS: uma revisão de literatura**

RIBEIRÃO PRETO
2016



PROGRAMA DE APRIMORAMENTO
PROFISSIONAL
SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE



EDSON FLAVIO DE SOUSA

**EFEITOS DA ELETROESTIMULAÇÃO NEUROMUSCULAR
EM PACIENTES CRÍTICOS: uma revisão de literatura**

Monografia apresentada ao Programa de Aprimoramento Profissional/CRH/SES-SP e FUNDAP, elaborada no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo – USP/ Departamento de Cirurgia e Anatomia.

Área: Fisioterapia Cardio-respiratória

Orientador(a): Ms. Livia Arcêncio do Amaral

Coordenador do curso: Prof. Dr. Paulo Roberto Barbosa Evora.

RIBEIRÃO PRETO
2016

RESUMO

SOUSA, E. F. **Efeitos da Eletroestimulação Neuromuscular em pacientes críticos: uma revisão de literatura.** 2016. 49f. Tese (Aprimoramento) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2016.

A intervenção precoce é necessária para prevenir tantos problemas físicos como psíquicos e evita a internação prolongada assim como os riscos associados ao imobilismo e a ventilação mecânica em pacientes criticamente tratados. Sabe-se que o fisioterapeuta dispõe de vários recursos para compor a mobilização precoce, entre eles a Eletroestimulação Neuromuscular (EENM) que vem como substituição ou associação ao movimento ativo. Entretanto, a ausência de ensaios clínicos com qualidade metodológica prejudica a elaboração de protocolos. Por isso, o objetivo desse trabalho foi revisar na literatura sobre o uso da EENM em pacientes críticos como parte de um protocolo de intervenção fisioterapêutica hospitalar. O presente estudo tratou-se de uma revisão que consistiu em analisar os artigos clínicos das principais bases literárias, publicados entre 2000 e 2016, que avaliavam a mobilização precoce com EENM em pacientes críticos. Dos 473 estudos achados, apenas nove foram selecionados. Eles demonstraram que a mobilização precoce com EENM é um método viável para pacientes críticos, pois ajudou manter e até em alguns estudos ganhar massa e força muscular, prevenindo os efeitos deletérios da Síndrome da Permanência Prolongada no Leito oriunda do imobilismo. Porém, é importante considerar que a diversidade de protocolos de EENM encontrados e dos métodos de avaliação pode prejudicar a qualidade do trabalho e a confiabilidade dos resultados. Dessa forma, recomendam-se novos estudos com desenhos metodológicos específicos e foco em perfis de doentes.

Palavras-chave: Eletroestimulação; Unidades de Terapia Intensiva; Modalidades de Fisioterapia.

ABSTRACT

SOUSA, E. F. **Effects of Neuromuscular electrical stimulation in critically ill patients: a literature review.** 2016. 49f. Tese (Aprimoramento) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2016.

Early intervention is necessary to prevent many physical and psychological problems and avoids prolonged hospitalization as well as risks associated with immobility and mechanical ventilation in critically treated patients. It is known that the physical therapist has several features to make early mobilization, including the Neuromuscular electrical stimulation (NMES) coming as a replacement or association with active movement. However, the absence of clinical trials with methodological quality affect the development of protocols. Therefore, the aim of this study was to review the literature on the use of NMES in critically ill patients as part of a hospital physiotherapy intervention protocol. This study addressed is a review that was to analyze clinical articles of the main literary basis, published between 2000 and 2016 that evaluated early mobilization with NMES in critically ill patients. Of the 473 study findings, only nine were selected. They showed that early mobilization with NMES is a viable method for critically ill patients, it helped maintain and even in some studies to gain muscle mass and strength, preventing the deleterious effects of the Stay Extended Syndrome in Leito derived immobilism. However, it is important to consider that the diversity of NMES protocols found and assessment methods may impair the quality of work and the reliability of results. Thus, recommend new studies with specific methodological design and focus on patient profiles.

Keywords: Electrical Stimulation; Intensive Care Units; Physical Therapy Modalities.

LISTA DE SIGLAS

Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica	DPOC
Eletroestimulação Neuromuscular	EENM
Eletroestimulação Funcional	FES
Functional Status Score	FSS-ICU
Insuficiência Cardíaca Congestiva	ICC
Intensive Care Unit Acquired Weakness	ICUAW
Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde	LILACS
Medical Literature Analysis and Retrieval Sistem Online	MedLine/PubMed
Membros Inferiores	MMII
Membros Superiores	MMSS
Medical Research Council	MRC
Scientific Electronic Library Online	SciELO
Tomografia Computadorizada	TC
Ultrassonografia	USG
Unidade de Tratamento Intensivo	UTI
Ventilação Mecânica Invasiva	VMI
Relação Ventilação-Perfusão	V/Q

SUMÁRIO

1INTRODUÇÃO	06
2REVISÃO LITERÁRIA	08
2.1 Imobilismo	08
2.2 Síndrome da Permanência Prolongada no Leito	09
2.3 Fraqueza muscular adquirida na Unidade de Terapia Intensiva ...	09
2.4 Mobilização Precoce	10
2.5 Eletroestimulação Neuromuscular (EENM)	11
2.6 EENM – Conceitos físicos	12
2.7 EENM – Principais tipos de correntes	13
2.8 EENM – Parâmetros	16
2.9 EENM – Diferença da contração fisiológica e da elétrica	17
2.10 EENM – Efeitos fisiológicos	17
2.11 EENM – Indicações e contra-indicações para pacientes críticos	18
3JUSTIFICATIVA	20
4OBJETIVOS	21
4.1 Geral	21
4.2 Específicos	21
5MATERIAIS E MÉTODOS	22
5.1 Protocolo de seleção	22
5.2 Protocolo de avaliação metodológica	22
5.3 Protocolo de análise	22
6ENSAIOS CLÍNICOS REVISADOS	23
7DISCUSSÃO	26
8CONCLUSÃO	30
9REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
10 ANEXO A – Escala de PEDro	37

1 INTRODUÇÃO

A assistência realizada pela equipe multidisciplinar de saúde no hospital tem como função recuperar a condição clínica dos pacientes, para que possam voltar à realidade em que se inserem com qualidade de vida. No entanto, há um grupo específico de pacientes considerados críticos, caracterizados por quadros instáveis, com prognóstico grave e com alto risco de mortalidade, onde o principal objetivo da equipe se volta para manutenção da vida do sujeito daquele determinado momento. Assim, o imobilismo, o descondicionamento físico e a fraqueza muscular acabam sendo problemas frequentes e recorrentes que estão associados à maior incapacidade e à reabilitação prolongada (VALENTIN, 2010; BAILEY *et al.*, 2007).

Há vários acometimentos que a internação prolongada pode trazer como alterações musculoesqueléticas, neurológicas, respiratórias, digestivas, psicossociais entre outras. Porém, há uma diferenciação para o paciente crítico internado, pois estão mais susceptíveis a maiores alterações e de maneira mais grave. Isso devido, na maioria das vezes, ficarem exclusivamente no leito. Martin *et al.* (2005) explicam que a fraqueza muscular em paciente crítico apresenta-se de forma difusa e simétrica, acometendo a musculatura periférica e central. Além disso, a Polineuropatia do Paciente Crítico, que é de bastante incidência nas unidades de tratamento intensivo (UTI), gera comprometimento neural que contribui para prolongamento da reabilitação. Essa afecção clínica acomete 25,3% dos pacientes em Ventilação Mecânica Invasiva (VMI) por mais de sete dias (JONGHE *et al.*, 2002).

Afim de minimizar os efeitos deletérios da hospitalização, a Fisioterapia surge como a profissão que visa estabelecer técnicas, recursos e atendimentos clínicos completos para prevenir e tratar essas alterações e promover saúde com qualidade de vida no campo hospitalar. A mobilização precoce do paciente crítico é uma intervenção segura e viável, de responsabilidade do fisioterapeuta, e que raramente provoca reações adversas. Ela reduz o tempo de VMI e auxilia na recuperação funcional. Considerada, uma intervenção simples em pacientes com instabilidade neurológica e cardiorrespiratória (BAILEY *et al.*, 2007; MORRIS *et al.*, 2008).

Há recomendações para que a mobilização precoce seja iniciada em até 72 horas da admissão do paciente na UTI. Adiar o início dos exercícios apenas

colabora para intensificar o déficit funcional do paciente, porque a função física e o estado de saúde geral são aprimorados por meio da realização de condutas que podem prevenir perdas e incapacidades funcionais (WINKELMAN *et al.*, 2005; CHIANG *et al.*, 2006; CHOI *et al.*, 2008).

Atualmente o fisioterapeuta dispõe de vários recursos para compor a mobilização precoce, desde os típicos movimentos passivos até a Eletroestimulação Neuromuscular (EENM). Cabe ao profissional escolher a melhor ferramenta e o melhor momento para aplicá-la em cada caso. A EENM tem sido usada para o fortalecimento da musculatura em indivíduos que tenham maior intolerância aos exercícios ou que estão impossibilitados no momento de realizar movimentação ativa. Segundo, Oliveira *et al.* (2009), a EENM com correntes de média frequência, quando comparada ao movimento ativo, pode ativar de 30% a 40% mais unidades motoras. Pois, essa técnica promove a modulação do nervo motor alfa enquanto o movimento ativo despolariza o neurônio. Além disso, o impulso elétrico recruta inicialmente as fibras do tipo II, inversamente ao movimento ativo.

Comercialmente, a corrente Russa, da Eletroestimulação Funcional (FES) e do Interferencial são as mais utilizadas na eletroestimulação. Porém, cada vez mais, é requisitada uma corrente que consiga fazer uma estimulação sensorial mais confortável sem minimizar os efeitos eletrofisiológicos ou da estimulação motora. Portanto, diante da necessidade de minimizar os efeitos deletérios da hospitalização em pacientes críticos e considerando a intolerância ao exercício físico que eles apresentam, o presente estudo tem como objetivo mostrar uma revisão de literatura sobre o uso da EENM em pacientes críticos como parte de um protocolo de intervenção fisioterapêutica hospitalar (SANT'ANA, 2010).

2 REVISÃO LITERÁRIA

2.1 Imobilismo

De acordo com Carvalho e Barrozo (2014) a imobilidade caracteriza-se pela perda de capacidade funcional, pela diminuição dos movimentos articulares e, pela incapacidade de mudança de decúbito, geralmente decorrente do envelhecimento, sedentarismo, doenças degenerativas crônicas ou de incapacidades mentais. Entretanto, um fator etiológico importante da imobilidade é a hospitalização por alguma doença aguda grave. Antigamente o repouso era visto com uma medida necessária para a recuperação da saúde do paciente. Tal medida foi tida como uma prática terapêutica a partir de 1860, sendo desde então empregada de forma exagerada. Porém, somente na Segunda Guerra Mundial observou-se que a mobilização precoce de pessoas acometidas por lesões repercutia em mais benefícios do que malefícios.

Segundo Silva *et al.* (2010) o imobilismo acomete o sistema musculoesquelético, gastrointestinal, urinário, cardiovascular, respiratório, cutâneo e até psicológico. Além desses, em pacientes críticos economicamente ativos, o imobilismo causa problemas sociais, pois impede o exercício de atividade econômica e suas consequências, prolongam seu retorno laboral. Este fato, pode até diminuir o poder de compra do indivíduo, já que o tempo afastado de suas atividades, muitas vezes não é pago ou é pago por um valor abaixo do que recebe normalmente.

Para Cintra *et al.* (2013) a principal população que sofre com o imobilismo são os idosos, pois eles apresentam vários fatores de riscos para o mesmo, como doenças crônicas, efeitos colaterais da grande medicalização, sedentarismo, alterações fisiológicas do envelhecimento como sarcopenia, osteopenia, problemas visuais e auditivos, e vários outros que causam limitação física. Além do comprometimento cognitivo, aparecimento de demências, medo de queda, incontínências vesicais e outros que causa limitação psicológica. Esses fatores de riscos somados levam ao isolamento social e a inatividade física progressiva, o que deixa o sujeito exposto à síndrome do imobilismo.

Nesse contexto, temos dois termos utilizados para descrever o imobilismo patológico. O primeiro é a Síndrome do Imobilismo, mais utilizado quando acomete

idosos de comunidade ou institucionalizados e a Síndrome da Permanência Prolongada no Leito, usada quando se trata de pacientes críticos em tratamento hospitalar.

2.2. Síndrome da Permanência Prolongada no Leito

Em decorrência do avanço tecnológico e científico, além do atendimento multi e interdisciplinar a sobrevida dos pacientes críticos tem aumentado. Isso pode contribuir para o prolongamento do tempo de hospitalização, declínio no estado funcional e na qualidade de vida que podem persistir mesmo após um ano da alta hospitalar. Além disso, a incidência de complicações decorrentes dos efeitos deletérios do imobilismo da UTI contribui para o aumento dos custos hospitalares. Resumidamente diminuiu-se a mortalidade, porém é necessário recursos para amenizar as morbidades geradas por essa sobrevida (FRANÇA *et al.*, 2012).

O termo Síndrome da Permanência Prolongada no Leito foi proposto para determinar as várias alterações provindas do imobilismo que é decorrente da permanência por um longo período de tempo em um leito hospitalar. Difere da Síndrome do Imobilismo, pois faz referência exclusivamente a pacientes internados independente da idade.

2.3. Fraqueza muscular adquirida na Unidade de Terapia Intensiva

A sigla inglesa ICUAW, representante do termo “Intensive Care Unit Acquired Weakness”, está sendo utilizada na literatura atual, segundo Hermans e Van den Berghe (2015), para descrever a fraqueza muscular generalizada adquirida na UTI, sendo que nenhuma outra causa pode ser identificada, além da doença aguda ou do seu tratamento, para o desenvolvimento desta.

A ICUAW é um problema comum e recorrente. Ali *et al.* (2008) e Sharshar *et al.* (2009) relatam que a fraqueza muscular ao despertar diário está presente em 26% dos pacientes que foram submetidos a cinco dias de ventilação mecânica invasiva (VMI) e em 65% dos pacientes ventilados por sete dias. De Jonghe *et al.* (2002) em seu estudo demonstraram que 25% destes pacientes permaneceram fracos durante, pelo menos mais uma semana após o despertar. Segundo

Mirzakhani *et al.* (2013) em pacientes com VMI a dez ou mais dias, a ICUAW foi diagnosticada em até 67% dos pacientes. Contrastando, o estudo de Nanas *et al.* (2008) afirmou que 11% dos pacientes tratados na UTI por pelo menos 24 horas desenvolveram a ICUAW.

Uma revisão de Hermans e Van den Berghe (2015) mostra que a ICUAW está associada à Polineuropatia e a Miopatia do Paciente Crítico. De acordo com Fenzi *et al.* (2003) e Bolton (2005) a polineuropatia está relacionada com a degeneração axonal, que permanece parcialmente compreendida. Fatores que desempenham um papel para o aparecimento dessa condição são alterações microvasculares no nervo evocadas por sepsia, que promove a permeabilidade vascular e permite a penetração de fatores tóxicos nas extremidades nervosas. Batt *et al.* (2013) e Friedrich *et al.* (2015) afirmam que o imobilismo gera vários fatores que contribuem negativamente para o comprometimento da estrutura e da função do músculo, onde todos eles interagem de um modo complexo. Puthuchearry *et al.* (2013) explicam que isso favorece o aparecimento da miopatia, pois pode ocorrer atrofia muscular precoce durante a doença crítica. Segundo Derde *et al.* (2012), Wollersheim *et al.* (2014) e Bloch *et al.* (2012) a atrofia muscular é provocada pelo aumento da degradação e diminuição da síntese da proteína muscular. Vários processos durante a doença crítica podem promover tal desperdício de proteína muscular, que preferencialmente envolve miosina.

A ICUAW aparece de forma simétrica e flácida ou hipotônica nos membros. Segundo Hermans *et al.* (2012), os músculos proximais são mais afetados que os distais, sendo o grupo dos antigravitacionais os mais prejudicados. Para De Jonghe *et al.* (2007) quando a ICUAW está presente nos músculos respiratórios contribui para o desmame tardio e aumenta o risco de complicações da VMI, além da estadia no hospital.

2.4. Mobilização precoce

Mobilização precoce é a intensificação e aplicação antecipada (dentro do primeiro dois a cinco dias da doença crítica) da fisioterapia que é administrada aos pacientes críticos. Segundo Feliciano *et al.* (2012) é uma terapia que traz benefícios físicos, psicológicos e evita os riscos da hospitalização prolongada. Hoje, a sedação é interrompida diariamente nas UTIs, pelo menos por certo período de tempo. Esse

despertar diário garante que paciente criticamente instável não é sinônimo de paciente sedado. Uma revisão proposta por Castro Junior (2013) evidencia que a intervenção precoce é saudável e segura aos pacientes críticos. Por isso, França *et al.* (2012) defendem a importância da fisioterapia nesses casos, pois a prescrição e execução de mobilizações e exercícios físicos é uma função única e exclusiva do fisioterapeuta, sendo que seu diagnóstico precisa estar feito antes de qualquer intervenção.

Stiller (2013) recomenda que a mobilização precoce deve ser iniciada em menos de 72 horas do início da VM, pois é viável, segura e resulta em benefícios funcionais significantes. Ela deve ser aplicada diariamente nos pacientes críticos internados em UTI, tanto naqueles estáveis, que se encontram acamados e inconscientes (sob VM), quanto naqueles conscientes e que realizam a marcha independente. Para Stiller (2013) e Gosselink *et al.* (2008) o posicionamento adequado no leito dos pacientes na UTI promove melhoras fisiológicas, como o aperfeiçoamento do transporte de oxigênio através do aumento da relação ventilação-perfusão (V/Q), aumenta as capacidades pulmonares, reduz o esforço respiratório, minimiza débito cardíaco e aumenta a higiene brônquica, através do clearance mucociliar.

Os exercícios passivos, ativo-assistidos e resistidos visam manter a mobilidade articular, o comprimento, a força e a função dos músculos, além de reduzir a estase sanguínea e metabólica, diminuindo o risco de tromboembolismo. Porém, há poucos estudos para que se possa afirmar qual o melhor tipo de atividade para beneficiar os pacientes críticos durante a hospitalização. Lembrando que o paciente hospital possui, na sua maioria, intolerância a técnicas que envolvam um gasto energético maior, como por exemplo, o exercício isotônico (GOSSELINK *et al.*, 2008).

A escassez de pesquisas publicadas com boa qualidade metodológica, que detalham os benefícios, a duração e a frequência dos exercícios em pacientes de UTI, faz com que não se tenha um protocolo ou um guia de tratamento fechado (GOSSELINK *et al.*, 2008).

2.5. Eletroestimulação Neuromuscular (EENM)

A EENM é uma técnica que consiste na aplicação de uma corrente elétrica

por meio de eletrodos posicionados sobre a pele nos pontos motores dos músculos escolhidos. Essa corrente aumenta a permeabilidade da membrana produzindo potencial de ação e o mesmo é prolongado produzindo a contração muscular efetiva. Essa técnica é utilizada como um recurso adicional para reabilitação envolvendo o tratamento de hipotrofias, espasticidade, contraturas e na aquisição de aumento de força. Também é incluída em programas de treinamento em atletas, para gerar ganhos de torques isométricos, objetivando promover, aperfeiçoar ou adaptar as capacidades iniciais de cada indivíduo (WIJDICKS, 2006).

O uso de correntes elétricas que desenvolvem ações terapêuticas nos tecidos biológicos ou possibilitam a manutenção de suas funções tem sido extensamente preconizado como recurso em nosso país. Sendo que a eletroestimulação tem sido utilizada como recurso de associação ou substituição ao exercício ativo, principalmente em pacientes acamados. Esse recurso tem mostrado efeitos benéficos em pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), Insuficiência Cardíaca Congestiva (ICC) e em pacientes internados. Tendo em vista que, esses pacientes não podem se exercitar ativamente devido à insuficiência respiratória, cardíaca e a sua condição crítica nas UTIs, além da sedação e lesões neurológicas. Por este motivo, se beneficiam da EENM em termos da melhora na capacidade de exercício, otimização do desempenho dos músculos esqueléticos, manutenção da qualidade de vida, redução da perda muscular, diminuição do tempo de desmame ventilatório e de internação nas unidades de recuperação (MARAMATTOM; WIJDICKS, 2006; DAVINI *et al.*, 2005).

2.6. EENM – Conceitos físicos

A fim de melhor compressão sobre o tema alguns conceitos físicos sobre eletricidade precisam ser definidos. Eletricidade é uma forma básica de energia na ciência física e pode produzir efeitos sobre os tecidos (HAYES *et al.*, 2002).

Segundo Hayes *et al.* (2002) a eletricidade é composta por uma carga elétrica que é uma propriedade física, que pode ser positiva (prótons) ou negativa (elétrons). Cargas iguais se repelem umas às outras, enquanto cargas opostas se atraem. Os tecidos biológicos são condutores, porque os íons são livres para se moverem, quando expostos às forças eletromotrizes. Onde há eletricidade há a formação de

um campo denominado campo elétrico que pode ser definido como o espaço onde agem forças magnéticas, que se formam em torno de um condutor elétrico. Quando há uma corrente elétrica em um condutor, não somente o condutor é submetido a alterações, mas também a região que o circunda sofre modificações. Forma-se um campo eletromagnético em volta desse condutor.

Quanto maior a intensidade da corrente no condutor, mais forte é o campo eletromagnético ao seu redor. Sempre quando o campo eletromagnético se desfaz, ele se desprende do condutor e parte em direção ao infinito. Enquanto há corrente ao redor do condutor, ondas eletromagnéticas são geradas. Essas ondas são a propagação de uma oscilação (HAYES *et al.*, 2002).

As ondas eletromagnéticas são medidas pelos pulsos (ms ou μ s) que são a largura de fase da onda, a medida de onde inicia até onde termina uma onda. Em cada pulso se obtém uma determinada quantidade de energia já preestabelecida. Quando projetada no tempo a fim de quantificar há a definição de frequência. Frequência, cuja unidade de medida é o Hz, é a quantidade de pulso em um determinado tempo. As correntes elétricas são classificadas de acordo com sua frequência sendo de baixa (1 a 1000 Hz), média (1.000 a 100.000 Hz) ou alta (acima de 100.000 Hz) (HAYES *et al.*, 2002)..

Por fim, nos aparelhos geradores de correntes é possível determinar a intensidade, cuja unidade de medida é μ A ou mA, dessa corrente. Quando se aumenta a intensidade no aparelho aumenta-se a unidade motora recrutada, o tamanho da área que está sendo atingida e também à magnitude com que ela está sendo atingida. Serve também para manter o estímulo sensorial (HAYES *et al.*, 2002).

2.7. EENM – Principais tipos de correntes

Há vários tipos de correntes disponíveis para a EENM na Tabela 1 está disposto o resumo das principais:

Tabela 1 -Principais correntes

CORRENTE	CARACTERÍSTICA
TENS	<p>É uma corrente de baixa frequência (de 2 a 200 Hz) com propriedades analgésicas. Os impulsos elétricos produzidos por ela estimulam as fibras mecanorreceptoras e reduzem a percepção dolorosa.</p>
Interferencial	<p>Corrente de média frequência (4.000 Hz). Seu princípio terapêutico consiste na produção de duas correntes de média frequência levemente diferentes que interferem uma com a outra, formando uma nova corrente, com amplitude resultante da soma de duas amplitudes de correntes individuais.</p>
Microcorrentes	<p>Eletroestimulação que utiliza correntes contínuas ou alternadas com intensidade na faixa dos microamperes. Sua estimulação ocorre em níveis em que não se consegue ativar as fibras nervosas sensoriais.</p>
Corrente russa	<p>A estimulação elétrica por corrente russa consiste da aplicação de um tipo de corrente elétrica com o objetivo de promover uma contração muscular induzida para correção da hipotrofia muscular. É caracterizada por apresentar um sinal senoidal de frequência igual a 2.500 Hz, modulada por uma frequência de batimento de 50 Hz.</p>
Aussie	<p>Desenvolvida por Alex Ward, trata-se de uma corrente elétrica terapêutica alternada com frequência portadora na faixa de kHz e modulação em baixa frequência. Difere da corrente Russa e do Interferencial no valor da corrente de kHz utilizada bem como no formato de onda.</p>
FES	<p>É uma corrente alternada de baixa frequência, tipo excito motor que provoca contrações musculares utilizada em terapias específicas por profissionais da fisioterapia e estética através de eletrodos sobre a pele do paciente.</p>

Fonte: elaborado pelo autor com dados de KITCHEN; BAZIN, 2003; HOGENKAMP, 2000; SANT'ANA, 2010.

Pesquisas atuais apontam que correntes elétricas alternadas moduladas em Bursts de longa duração produzidas por correntes tradicionais, como a Russa, não são as melhores para se minimizar o desconforto durante estimulações sensoriais e produzir níveis elevados de torque muscular durante estimulações motoras. Pois, elas atingem o limiar doloroso mais rápido do que o limiar motor.

Paralelamente, outros estudos como o de Ward *et al.* (2004) mostram que a corrente Aussie produz torque máximo quando comparada a outras correntes comerciais. Para isso, a modulação em rampa deve ser utilizada com o objetivo de se evitar a fadiga muscular precoce e a frequência de 50 Hz é a mais indicada.

Hogenkamp *et al.* (2005) e Ward *et al.* (2009) explicam que a modulação em Bursts de curta duração em correntes alternadas de média frequência proporciona maior eficiência para a estimulação sensorial e motora, pois o limiar de disparo das fibras nervosas diminui de maneira proporcional ao aumento da duração dos Bursts. Isso ocorre porque em cada pulso desse tipo de corrente, a fibra nervosa é parcialmente despolarizada aproximando do seu limiar, porém a despolarização somente acontecerá após um número suficiente de pulsos. Assim, se a duração dos Bursts for muito longa, um estímulo de baixa intensidade será necessário para a ocorrência de mais somação até que o limiar seja alcançado.

Existe um valor de duração máxima de pulsos na qual a somação pode ocorrer, sendo que pesquisas atuais sugerem que o tempo de utilização é maior para fibras nervosas de tamanhos menores. Por isso, as fibras nervosas de grande diâmetro como os motoneurônios Alfa (motora) e A Beta (sensorial) apresentam curtos períodos de utilização e o fenômeno de somação ocorre rapidamente enquanto as fibras de pequeno diâmetro A Delta e C (dor) apresentam períodos de somação mais lentos. Esse fato é utilizado para explicar porque a Aussie é uma corrente mais confortável para o paciente do que as outras correntes comerciais.

Entretanto, também há estudos, como o de Ward e Chuen (2009) e Ward *et al.* (2004), que não evidenciaram diferenças significativas entre as correntes Aussie e Russa para produção de força muscular. Por isso, a clínica busca uma corrente agradável e com poder maior ou igual das correntes de eletroestimulação muscular já existentes.

2.8. EENM – Parâmetros

A faixa de frequência terapêutica do organismo humano é de 1 à 200Hz, quando se refere à corrente elétrica exitomora. Fora disso, o organismo não trabalha, portanto não existe terapia. Por isso, não adianta aplicar frequências mais elevadas (SANT'ANA, 2010). A Tabela 2 demonstra os intervalos com seus respectivos alcances:

Tabela 2: Intervalo de frequência e seu alcance

INTERVALO	ALCANCE
1-10Hz	Alcança músculo liso (exemplo vasos linfáticos) e músculo esquelético do tipo I promovendo analgesia
30-100Hz	Alcança músculo esquelético tipo II
80-200Hz	Promove analgesia em alcance geral

Fonte: elaborado pelo autor.

A modulação em rampa deve ser utilizada com o objetivo de se evitar a fadiga muscular precoce e a frequência de 50 Hz é a mais indicada. Entretanto, as fibras musculares do tipo I são estimuladas na frequência 20 a 30Hz enquanto as fibras do tipo II estimuladas entre 50 a 150Hz. Na corrente russa a frequência é modulada, em um modo conhecido como burst. Cada burst vai ser modulado de acordo com o tipo de fibra que se deseja estimular. Para fibras do tipo II, frequências mais altas, na ordem de 80Hz são indicadas. Já para tipo I, a frequência indicada é de 20Hz (WARD *et al.* 2004).

Quanto menor a fase do pulso, maior tem que ser a intensidade para alcançar os limiares, sendo essa corrente é mais agradável. Finalmente, o tempo *on* que é composto do tempo de subida até o tempo de descida é importante devido aos efeitos de “acomodação” (WARD *et al.* 2004).

Quando se aumenta a frequência da corrente, ela se torna mais suportável. Isso se deve ao fato do organismo humano não ser sensível a essa frequência. Com isso a resistência diminui, e a frequência não encontra nenhuma barreira até chegar à fibra nervosa. Essa frequência permite, inclusive, um aumento na intensidade sem que se torne desconfortável.

O tempo médio de aplicação da técnica, para pacientes sedentários é de 20

minutos. Durante a evolução do tratamento ou em pacientes que realizam atividade física, o tempo pode ser estendido para 25 ou 30 minutos. Para maior conforto, deve-se programar o mesmo tempo em que a corrente fica excitando o tecido (Ton) com o tempo em que ela fica parada (Toff) ou com o Toff um pouco maior, para diminuir os riscos de fadiga muscular. A largura de pulso da sinapse de uma contração muscular, no estado normal, varia de 100 a 500us (AGNE, 2009).

2.9. EENM – Diferença da contração fisiológica e da elétrica

Na contração fisiológica as fibras musculares de diâmetro pequeno e de contração lenta são as primeiras a serem recrutadas. As contrações e o recrutamento atuam de forma assincrônica para reduzir a fadiga e os órgãos tendinosos de Golgi evitam que os músculos gerem muita força. Enquanto na contração elétrica, as fibras musculares de diâmetro grande e de contração rápida são as primeiras a serem recrutadas. As contrações e o recrutamento atuam de forma sincrônica, dependendo do número de pulso por tempo e os órgãos tendinosos de Golgi não conseguem anular o desenvolvimento da tensão, dentro da unidade musculotendinosa (HAYES *et al.*, 2002).

2.10. EENM – Efeitos eletrofisiológicos

A EENM pode causar alterações na propriedade contrátil do músculo, associado às alterações na composição das proteínas miofibrilares, e aumento da área das fibras musculares decorrente do aumento na síntese de proteínas contráteis (DOMINGOS *et al.*, 2009).

Segundo Domingo *et al.* (2009) as correntes excitomotoras com formas simétricas bifásicas são as preferidas para eletroestimulação devido a sua baixa carga elétrica. Tais características foram comuns aos dois tipos de correntes utilizadas no presente estudo, tanto em média, quanto em baixa frequência. Para Abdalla *et al.* (2009) a eletroestimulação de média frequência, geralmente associada à cinesioterapia é um tratamento muito utilizado para o aumento da força muscular, por que produz níveis mais profundos de contração em relação a movimentos voluntários. Araújo e Santos (2012) afirmam que existem relatos que comprovam

que a EENM com correntes de média frequência, quando comparada ao movimento ativo, pode ativar de 30% a 40% mais unidades motoras. Pois, a EENM promove a modulação do nervo motor alfa enquanto o movimento ativo despolariza o neurônio.

Estudos como o de Guirro *et al.* (2000) e Cancelliero (2004) demonstram que na aplicação de estímulo elétrico, tem sido observada a elevação na captação de substratos metabolizáveis, ativação enzimática, redução no processo de fibrose, além de promover o fortalecimento muscular. Complementarmente, segundo Cancelliero *et al.* (2006) a elevação na atividade contrátil, induzida pela estimulação elétrica, faz com que as fibras musculares apresentem aumento na sensibilidade à insulina bem como ativação dos processos ligados à elevação na captação de glicose e síntese de glicogênio.

No que tange ao conteúdo muscular de glicogênio destaca-se que se trata de uma reserva de glicose importante que reflete o status nutricional da fibra muscular, visto que a hexose é o substrato energético preferencialmente metabolizado, assim, quando as reservas glicogênicas apresentam-se reduzidas tem início o desenvolvimento de fadiga e conseqüente comprometimento na atividade contrátil. Assim, a manutenção das reservas glicogênicas dentro da normalidade proporciona o equilíbrio na homeostasia energética (CANCELLIERO *et al.*, 2006).

2.11. EENM – Indicações e contra-indicações para pacientes críticos

A EENM é de particular interesse na UTI, porque a perda de massa muscular é rápida e mais grave do que em outras condições crônicas. Além disso, a técnica pode ser utilizada facilmente em pacientes imóveis e sedados (NEEDHAM *et al.*, 2009).

Para paciente crítico, essa técnica é indicada para prevenir e tratar a Polineuropatia do Paciente Crítico, manter massa muscular de pacientes em VMI por mais de 24 horas que possui contra-indicação ao movimento passivo ou ativo e de pacientes que possuem diminuição da força muscular, vista pela pontuação menor que 48 da escala Medical Research Council (MRC). E para qualquer exercício ativo que deseja associar a EENM (NEEDHAM *et al.*, 2009).

As contra-indicações absolutas e relativas em pacientes críticos são em portadores de marcapasso cardíaco, infecções cutâneas no local de aplicação,

edema que impossibilite a técnica, agitação psicomotora intensa ou perigosa, gestantes, portadores de prótese metálica para correntes polarizadas, neoplasias, hipertermia ($>39^{\circ}\text{C}$), pacientes com hemograma alterado com queda abrupta de hemoglobina ($<$ ou igual 6 g/dL) ou plaquetas ($< 15.000\text{ m}^3$), Pressão Intracraniana instável ($> 20\text{ mmhg}$) ou paciente com instabilidade hemodinâmica com uso de altas doses de drogas vasoativas (NEEDHAM *et al.*, 2009).

3 JUSTIFICATIVA

A imobilização no leito é uma consequência da doença crítica. Ela gera vários problemas como fraqueza muscular, alterações e disfunções neurológicas, mentais, ginecológicas e até digestivas. Isso contribuir para o prolongamento do tempo de hospitalização, declínio no estado funcional e na qualidade de vida que podem persistir mesmo após um ano da alta hospitalar, além de colaborarem para o aumento dos índices de mortalidade e elevação dos custos nas unidades de cuidados intensivos. O fisioterapeuta dispõe de várias técnicas para moldar seu atendimento hospitalar. A mobilização precoce é um método viável para prevenir problemas físicos e mentais gerados pelo imobilismo no leito, sendo a EENM utilizada como coadjuvante ao exercício ativo, principalmente na manutenção e restauração da força muscular em pacientes críticos. A EENM é também frequentemente escolhida para pacientes intolerantes aos exercícios ativos, como os indivíduos hospitalizados que se encontram em condições clínicas desfavoráveis. Oliveira *et al.* (2009), traz como alternativa a EENM para o fortalecimento de músculos periféricos e respiratórios. Diante disso, da internação prolongada do paciente crítico e do seu quadro de descompensação favorável que limita o exercício ativo, o presente estudo tem como objetivo mostrar uma revisão de literatura sobre o uso da EENM em pacientes críticos (BURTIN *et al.*, 2009).

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

Revisar na literatura sobre o uso da EENM em pacientes críticos como parte de um protocolo de intervenção fisioterapêutica hospitalar.

4.2 Objetivos específicos

- 4.2.1.** Buscar em bases de dados científicos confiáveis trabalhos clínicos que envolva uso de EENM em pacientes críticos;
- 4.2.2.** Avaliar criticamente a qualidade metodológica dos trabalhos pesquisados;
- 4.2.3.** Reunir os trabalhos clínicos de maior e melhor relevância do assunto;
- 4.2.4.** Discutir os resultados encontrados.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Protocolo de seleção

Foi realizada uma busca de estudos sobre o tema, nas bases de dados Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), Scientific Electronic Library Online (SciELO), Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (MedLine/PubMed), Plataforma PEDro e Biblioteca Cochrane. Além de biblioteca digital de universidades brasileiras. Os artigos foram obtidos por meio das seguintes palavras-chave combinadas: “electrotherapy” OR “electrical stimulation” OR “electrical muscle stimulation” OR “electromyostimulation” OR “electrostimulation” OR “neuromuscular stimulation” OR “NMES” AND “critically ill patients” OR “critical illness” OR “intensive care” OR “ICU”. A busca limitou-se a artigos escritos em português, inglês ou espanhol, e publicados nos últimos 16 anos (2000 a 2016).

5.2 Protocolo de avaliação metodológica

Os artigos de maiores relevâncias sobre o assunto foram selecionados. Todas as investigações de ensaios clínicos obtiveram pontuação ≥ 4 na escala PEDro (ANEXO A). Também foi classificada de acordo com as indicações fornecida por Van Tulder *et al.* (2003) .

O objetivo da escala PEDro consiste em auxiliar os utilizadores da base de dados a identificar rapidamente quais dos estudos controlados aleatorizados, ou quase-aleatorizados, poderão ter validade interna, e poderão conter suficiente informação estatística para que os seus resultados possam ser interpretados (SHIWA *et al.*, 2011).

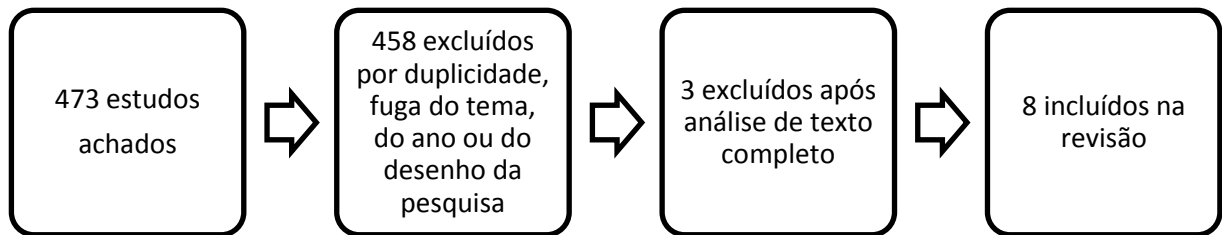
5.3 Protocolo de análise

Nos estudos incluídos foi analisado o perfil clínico dos indivíduos submetidos às sessões de EENM; o protocolo de avaliação e o protocolo de intervenção, discriminando o tempo de aplicação; a quantidade de sessões, os parâmetros utilizados e o desfecho da técnica.

6 ENSAIOS CLÍNICOS REVISADOS

Foram encontrados 473 estudos, sendo que na seleção final foram incluídos 52 trabalhos (Figura 1).

Figura 1 - Diagrama da escolha dos trabalhos.



Fonte: elaborado pelo autor.

A EENM é um recurso novo que está sendo muito utilizado em UTIs. Necessária para evitar ou minimizar a ICUAW em pacientes críticos. Podendo ou não ser combinada com movimentação ativa. Vários estudos demonstram sua eficácia ou fracasso nesse intuito, como os estudos dispostos na Tabela 3.

Tabela 3 - Discriminação dos estudos

Autores	Sujeitos	Perfil	Protocolo de	Protocolo de Intervenção	Desfecho Primário
Zanotti <i>et al.</i> (2003)	12 pacientes com movimentos ativos e EENM, e 12 com somente com movimentação ativa	DPOC	Circunferência muscular e dias necessários para a transferência da cama para a cadeira	EENM cinco vezes na semana com frequência de 35 Hz por 30' em quadríceps e glúteos	Circunferência: 2,16 +/- 1,02 vs 1,25 +/- 0,75 Dias necessários: EENM: 10,75 +/- 2,41 dias e controle: 14,33 +/- 2,53
Gerovasiliet <i>al.</i> (2009).	50 paciente sendo 25 do grupo intervenção	Variável com Polineuroptia	Ultrassonografia (USG)	EENM diária (2-9º dia de internação) com frequência de 45 Hz por 55' em quadríceps e fibular longo	USG: grupo EENM: de 1,42 ± 0,48 a 1,31 ± 0,45 cm, grupo controle: de 1,59 ± 0,53 a 1,37 ± 0,5 cm
Routsi <i>et al.</i> (2010)	140 pessoas, sendo 68 do grupo de intervenção	Variável com Polineuroptia	MRC	EENM diária com frequência de 45 Hz por 55' em vasto lateral e medial e fibular longo	MRC: EENM 58, controle 52
Gruther <i>et al.</i> (2010)	33 pacientes (agudos e crônico) com grupo controle	Variável	USG	EENM cinco vezes na semana por 4 semanas com frequência de 50 Hz por 30' a 60' em quadríceps	Espessura muscular: EENM ganho de 4,9%, controle perda de 3,2%
Poulsen <i>et al.</i> (2011)	8 pacientes de choque séptico em VMI	Variável	Tomografia Computadorizada (TC)	EENM por sete dias seguidos com frequência de 35 Hz por 60' unilateral em quadríceps	Não houve diferença entre os membros no volume muscular no início do estudo (p = 0,10) ou no dia 7 (p = 0,12)

Continua

					Conclusão
Autores	Sujeitos	Perfil	Protocolo de	Protocolo de	
Rodriguez <i>et al.</i> (2012)	16 pacientes sépticos intubados	Variável	Circunferência do braço e da coxa, USG e MRC	EENM foi duas vezes por dia no bíceps braquial e quadríceps unilateral até a retirada da VM ou completar 13 dias	A espessura do bíceps braquial não teve mudança desde o início até o último dia de EENM
Karatzanos <i>et al.</i> (2012)	52 pacientes sendo 24 no grupo de EENM e 28 no controle	Variável	MRC e HandGrip	EENM diária no quadríceps bilateral com intensidade de 45 Hz por 55'.	MRC: EENM 58, controle 52
Dall'Acqua e Vieira (2015)	25 pacientes dividido para EENM efetiva e fisioterapia convencional e um controle, com EENM placebo	Variável	USG para espessura dos músculos reto abdominal e peitoral	EENM diária por 30 minutos durante sete dias ou até a extubação do paciente	As medidas do peitoral e abdominal foram preservadas no grupo intervenção, havendo uma diminuição significativa no grupo controle.
Kho <i>et al.</i> (2015)	34 pacientes, sendo 16 no grupo com EENM efetiva e 18 com EENM placebo	Variável	MRC, Functional Status Score (FSS-ICU) e dinamometria	EENM por 60' bilateral em quadríceps, tibial anterior e gastrocnêmio. Intensidade 50 Hz	A mudança na pontuação FSS-ICU foi significativamente maior no grupo

Fonte: elaborado pelo autor.

7 DISCUSSÃO

A fisioterapia tem buscado constantemente o aprimoramento de técnicas e modos de análise que dêem uma maior aplicabilidade para avaliar parâmetros respiratórios, melhorando a efetividade da reabilitação de pacientes com doenças pulmonares e intervenções periódicas em indivíduos hospitalizados, com objetivo de proporcionar a melhor qualidade de vida possível a cada condição. Com isso, dentre os recursos utilizados rotineiramente na prática clínica, a EENM é merecedora de destaque frente aos inúmeros benefícios inerentes à aplicação de estímulo elétrico, tendo sido observado elevação na captação de substratos metabolizáveis, ativação enzimática, redução no processo de fibrose, além de promover o fortalecimento muscular (CANCELLIERO *et al.*, 2006).

A presente revisão demonstra uma resposta benéfica para as aplicações das modalidades de EENM em pacientes críticos. Os estudos incluídos nesta revisão observam que o desempenho da EENM no indivíduo gravemente doente representa uma intervenção segura, viável, e bem tolerada. As reações adversas graves foram incomuns, sem há necessidade de interromper a terapia - interrupção foi normalmente associada à assincronia entre o paciente e o ventilador mecânico, o que causou em alguns casos agitação e necessidade de abandono da sessão.

Zanotti *et al.* (2003) compararam com um protocolo de exercícios ativos apendicular a EENM, em pacientes graves com DPOC que estavam acamados e com intubação prolongada. O protocolo de EENM consistiu na aplicação de impulso quadrado bifásica acenar com eletrodos de superfície. Cada sessão começou com uma frequência de 8 Hz e 25 ms de pulso largura, durante cinco minutos, e, em seguida, frequência 35 Hz com uma largura de pulso de 35 ms durante 25 minutos. Os autores concluíram que houve aumento da força muscular periférica em ambos os grupos, mais expressivamente no grupo com eletroestimulação associada. Também foi verificado que o grupo que recebeu a EENM conseguiu transferir-se da cama para a cadeira em menos dias. Adicionalmente, o estudo de Gerovasili *et al.* (2009) também demonstrou que houve diferença significativa entre os dois grupos (com e sem EENM), sendo que o grupo de intervenção obteve menor diminuição de massa muscular. Concluindo que a utilização da EENM contribui para a preservação da massa muscular de pacientes criticamente doentes. O trabalho desses autores excluiu pacientes obesos, com doença neuromuscular, por exemplo, miastenia

grave, com doenças com comprometimento vascular, como lúpus eritematoso.

O maior estudo clínico de EENM em pacientes críticos até agora foi o de Routsis *et al.* (2010) que investigou 140 criticamente doentes e aleatoriamente distribuídos para receber EENM ou tratamento padrão. Os resultados desse estudo demonstraram que somente, três pacientes do grupo de intervenção desenvolveram a Polineuropatia do Paciente Crítico, enquanto do grupo controle foram onze pacientes. O estudo também observou que os pacientes que receberam EENM tiveram melhora da força muscular e diminuição dos dias necessários para o paciente sentar na cadeira, do tempo na duração da VMI e da estadia na UTI, quando comparados ao grupo controle. A fraqueza muscular foi avaliada por meio da escala MRC (<48/60) por dois investigadores independentes sem ocultação. A pontuação da MRC foi significativamente mais elevada em pacientes no grupo com EENM em comparação com o controle (58 (33 a 60) *versus* 52 (2-60)). No entanto, esse estudo tem sido criticado por várias razões. Em primeiro lugar, a avaliação do resultado primário só poderia ser realizada em pacientes acordados e colaborativos. Gerovasili *et al.* (2009) critica que esta limitação excluiu 39 pacientes que morreram e 44 pacientes que foram prejudicados cognitivamente no final da análise. No grupo de intervenção, os dados de três pacientes também foram excluídos devido ao uso de bloqueadores neuromusculares. E finalmente, a EENM só foi aplicada para os membros inferiores (MMII), mas a escala MRC reflete força de membros superiores (MMSS) e inferiores. Embora seja teoricamente possível que EENM tem efeitos sistêmicos, Ali (2010) afirma que a MRC aplicada nesse caso desse estudo supracitado é uma avaliação ilusória irreal ao meio clínico.

No trabalho de Gruther *et al.* (2010) verificou se a EENM é capaz de reduzir a ICUAW e reverter a atrofia muscular em pacientes internados a curto (inferior a uma semana) e a longo prazo (superior a duas semanas) nas UTIs. Nessa pesquisa foi revelado que houve atraso na diminuição da espessura média da camada muscular de pacientes submetidos à EENM a partir da segunda semana de internamento na UTI.

Rodriguez *et al.* (2012) demonstraram que as circunferências musculares entre o lado estimulado e não estimulado permaneceram inalteradas durante os primeiros oito dias de EENM nos MMII e MMSS. A espessura do bíceps braquial, avaliada pela USG, não teve mudança significativamente desde o início até o último dia de EENM. Os ganhos clínicos começaram a ocorrer dentro de uma mediana de

10 dias (5-17 dias) de início da terapia. A força muscular de ambos os bíceps e quadríceps foi estatisticamente maior no lado estimulado no último dia de EENM. Sendo que dez pacientes (71%) mostraram debilidade acentuada sobre os músculos do seu lado não estimulados no último dia da intervenção. O estudo também verificou que a força dos músculos tratados com EENM permitiu o movimento ativo contra alguma resistência, além de gravidade (4 pontos de escala MRC), ao passo que nenhum dos músculos não estimulados do paciente poderia conseguir este efeito ($p = 0,035$).

Karatzanos *et al.* (2012) demonstraram que os indivíduos do grupo com EENM tiveram estatisticamente maior pontuação na MRC, do que o controle, em flexão do punho, flexão do quadril, extensão do joelho e dorsiflexão do tornozelo de ambos os lados. Não foram encontradas diferenças estatísticas entre os dois grupos em todos os outros movimentos. Assim como, não foram observadas diferenças significativas entre os grupos para a pontuação da MRC do braço direito e esquerdo. Enquanto, as pontuações da MRC das pernas esquerda e direita foram significativamente maiores no grupo com EENM. Por fim, a pontuação geral da MRC foi significativamente maior nos pacientes atribuídos ao grupo com EENM em comparação com o grupo controle (58 (51-60) *versus* 52 (40-58), $P = 0,04$). No Hand Grip não foi observada diferença entre os grupos em força de preensão manual, quer em termos absolutos ($21,4 \pm 10,8$ contra $14,8 \pm 10,7$ kg, $p = 0,18$) ou relativos ($60,2 \pm 27,3\%$ do previsto contra $49,1 \pm 28,5\%$ do previsto, $p = 0,38$).

Complementarmente, o estudo de Dall'Acqua e Vieira (2015) avaliaram, por meio da USG, a espessura dos músculos reto abdominal e peitoral de pacientes com VMI. O resultado do estudo demonstrou que na comparação da interação entre os grupos houve diferença significativa ($p > 0,001$), onde as medidas do peitoral e abdominal foram preservadas no grupo intervenção, havendo uma diminuição significativa no grupo controle. Corroborando com esse trabalho Kho *et al.* (2005), que não obtiveram melhora na primeira avaliação, demonstrou que nos desfechos secundários, houve uma melhora significativamente na força muscular dos pacientes que receberam EENM contra o grupo placebo. Os pacientes da EENM andaram uma distância maior na alta hospitalar (514 (389) pés contra 251 (210) pés, $p = 0,050$), mas essa diferença não foi estatisticamente significativa na alta da UTI (216 (343) pé *versus* 90 (121) pés, $p = 0,213$). A mudança na pontuação FSS-ICU durante o despertar para a alta da unidade foi significativamente maior no grupo

EENM. Contrariamente aos trabalhos supracitados, o estudo de Poulsen *et al.* (2011) não verificou diferenças entre os valores basais e pós-EENM, no volume muscular, entre o lado estimulado e não estimulado. Os autores atribuíram o fato a intensidade da corrente elétrica utilizada e as patologias subjacentes dos pacientes, que ocorram com manifestações sistêmicas.

Os melhores resultados foram obtidos com a aplicação tardia de EENM, verificado pelo estudo de Gruther *et al.* (2010) que avaliou os efeitos em dois grupos de pacientes: primeiro, no início, destinado para evitar a perda de massa muscular; segundo, tardiamente, com o objetivo de inverter a hipotrofia muscular. Ambos os grupos foram divididos em subgrupos de intervenção e controle. Uma diminuição significativa foi mostrada na espessura da camada muscular do grupo que recebeu intervenção precoce (em ambos os subgrupos), demonstrando que a EENM não evitou a perda de massa muscular. No outro lado, o grupo que recebeu eletroestimulação tardia, mostrou um aumento significativo na massa muscular quando comparados com o controle.

Uma possível explicação para a técnica de EENM ter perda de massa muscular quando aplicado precocemente em pacientes críticos é o fato de que a imobilização, mesmo quando durante um curto período de tempo, promove um estado catabólico no músculo, o que resulta em perda significativa de massa muscular e diminuição da força, e é mais acentuada durante as três primeiras semanas de internação.

Apesar da atratividade fisiológica e dos objetivos da EENM, os ensaios clínicos randomizados que têm avaliado os efeitos dessa técnica iniciada nos primeiros sete dias de permanência na UTI têm relatado resultados conflitantes. As diferenças na seleção de pacientes, a inclusão ou exclusão de pacientes com sepse, a aplicação de EENM para populações heterogêneas, e metodologia de estudo variável foram todos provavelmente contribuiu a discrepâncias nos resultados relatados.

Na utilização de protocolos de estimulação elétrica, um fator importante é a frequência. Os trabalhos revisados utilizaram frequência que variou no intervalo de 30 a 50 Hz. Entretanto, o tipo de corrente nem sempre foi citado.

8 CONCLUSÃO

A presente revisão de literatura concluiu que a EENM em pacientes críticos é um método viável e seguro que complementa os recursos disponíveis para o fisioterapeuta estabelecer a mobilização precoce dentro das UTI's. Porém, é importante considerar que há diversidade de protocolos de EENM e dos métodos de avaliação limitar para comparação direta entre os grupos. Não há consenso quanto à modulação adequada, de modo a promover contrações fortes com um mínimo de fadiga muscular. Por fim, as evidências atualmente disponíveis sobre os efeitos da EENM sobre o paciente gravemente doente é limitada, devido à escassez de estudos publicados no tema. Dessa forma, recomendam-se novos estudos com desenhos metodológicos específicos e foco em perfis específicos de doentes.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABDALLA, DR; Bertoncelloll, D; Carvalho, LC et al; Avaliação das propriedades mecânicas do músculo gastrocnêmio de ratas imobilizado e submetido á corrente russa. **Fisioterapia e pesquisa**, São Paulo, v.16, n.1, p.59-64, 2009.
2. AGNE, J. E. **Eu sei Eletroterapia....** Santa Maria: Pallotti, 2009.
3. ALI, NA; O'BRIEN JR, JM; HOFFMANN, SP et al. Acquired weakness, handgrip strength, and mortality in critically ill patients. **Am J Respir Crit Care Med**, 178:261, 2008.
4. ARAÚJO, Juliana Monteiro de; SANTOS, Emerson dos. Dois protocolos distintos de reabilitação pulmonar em pacientes portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica. Relato de casos e revisão de literatura. **Rev Bras Clin Med**, São Paulo, v.10, n.1, p. 87-90, 2012.
5. BAILEY, P; THOMSEN, GE; SPUHLER, VJ; BLAIR, R et al. Early activity is feasible and safe in respiratory failure patients. **Crit Care Med**, 35(1):139-45, 2007.
6. BATT, J; DOS SANTOS, CC; CAMERON, JI; HERRIDGE, MS. Intensive care unit acquired weakness: clinical phenoty pesand molecular mechanisms. **Am J Respir Crit Care Med**, 187:238–46, 2013.
7. BLOCH, S; POLKEY, MI; GRIFFITHS, M; KEMP, P. Molecular mechanisms of intensive care unit acquired weakness. **Eur Respir J**, 39:1000–11, 2012.
8. BOLTON, CF. Neuromuscular manifestations of criticalillness. **Muscle Nerve**, 32:140–63, 2005.
9. BURTIN, C; CLERCKX, B; ROBBEETS, C et al. Early exercise in critically ill patients enhances short-term functional recovery. **Crit Care Med**, 37(9):1-7, 2009.
10. CASTRO JUNIOR, S. J. A importância da mobilização precoce em pacientes Internados na unidade de terapia intensiva (UTI): revisão de Literatura. **Perps. Online: biol & saúde**, Campos dos Goytacazes, 10 (3), 15-23, 2013.
11. CANCELLIERO, KM. **Estimulação elétrica associada ao clenbuterol melhora o perfil metabólico muscular de membro imobilizado de ratos.** [Dissertação]. Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia – UNIMEP, 100p, 2004.

12. CANCELLIERO, KM; COSTA, D; SILVA, CA. Estimulação Diafragmática Elétrica Transcutânea melhora as condições metabólicas dos músculos respiratórios de ratos. **Rev. bras. Fisioter**, Vol. 10, No. 1, p. 59-65, 2006.
13. CARVALHO, MPNM; BARROZO, AF. Mobilização precoce no paciente crítico internado em unidade de terapia intensiva. **Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research**, Vol.8,n.3, 66-71, 2014.
14. CHIANG, LL; WANG, LY; WU, CP; WU, HD; WU YT. Effects of Physical Training on Functional Status in Patients With Prolonged Mechanical Ventilation. **Phys Ther**, 86(9):1271-81, 2006.
15. CINTRA, MMM; MENDONÇA, AC; ROSSI E SILVA, RC; ABATE, DT. Influência da fisioterapia na síndrome do imobilismo. **Colloquium Vitae**, 5(1): 68-76, 2013.
16. CHOI, J; TASOTA, FJ; HOFFMAN, LA. Mobility interventions to improve outcome in patients under going prolonged mechanical ventilation: a review of acute respiratory failure. **Crit Care Med**, 10(1):21-33, 2008.
17. DALL'ACQUA, AM; VIEIRA, SRR. **Efeitos da estimulação elétrica neuromuscular na morfologia da musculatura abdominal e peitoral de pacientes críticos em ventilação mecânica**. [Tese Mestrado]. 2015. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2015. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/117082?locale=en>. Acesso em 14 de Outubro de 2016.
18. DAVINI, R.; NUNES, C.V.; GUIRRO, E.C.; GUIRRO, R.R.J. Estimulação elétrica de alta voltagem: uma opção de tratamento. **Rev. bras. fisioter**. 2005; 9 (3): 249-256.
19. DERDE, S; HERMANS, G; DERESE, I et al. Muscle atrophy and preferential loss of myosin in prolonged critically ill patients. **Crit Care Med**, 40:79–89, 2012.
20. DE JONGHE, B; BASTUJI-GARIN, S; DURAND, MC; MALISSIN, I et al. Respiratory weakness is associated with limb weakness and delayed weaning in critical illness. **Crit Care Med**, 35:2007–15, 2007.
21. DE JONGHE, B; SHARSHAR, T; LEFAUCHEUR, JP et al. Paresis acquired in the intensive care unit: a prospective multicenter study. **JAMA**, 288:2859–67, 2002.
22. DOMINGUES P. W., MOURO, C. T., ONETTA, R. C. *et al.* Efeitos da EENM

- associada à contração voluntária sobre a força de preensão palmar. **Fisioter. Mov.**, Curitiba, v. 22, n. 1, p. 19-25, jan./mar. 2009.
23. FELICIANO, VA; ALBUQUERQUE, CG; ANDRADE, FMD et al. A influência da mobilização precoce no tempo de internamento na unidade de terapia intensiva. **Assobrafir Ciência**, Pernambuco, 3(2), 2012.
24. FENZI, F; LATRONICO, N; REFATTI, N; RIZZUTO, N. Enhanced expression of Eselectin on the vascular endothelium of peripheral nerve in critically ill patients with neuromuscular disorders. **Acta Neuropathol (Berl)**, 106:75–82, 2003.
25. FRANÇA, EÉT; FERRARI, F; FERNANDES, P et al. Fisioterapia em pacientes críticos adultos: recomendações do Departamento de Fisioterapia da Associação de Medicina Intensiva Brasileira. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, São Paulo, v. 24, n.1, p.6-22, jan-mar. 2012.
26. FRIEDRICH, OR; VAN DEN BERGHE, G; VAN HOREBEEK, I et al. The sick and the weak: neuropathies/myopathies in the critically ill — cellular mechanisms of complex disease entities in the ICU. **Physiol Rev**, 2015.
27. GOSSELINK, R; BOTT, J; JOHNSON, M; DEAN, E 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**, 34(7):1188-99, 2008.
28. GEROVASILIS, V; STEFANIDIS, K; VITZILAIOS, K et al. Electrical muscle stimulation preserves the muscle mass of critically ill patients. A randomized study. **Critical Care**. 13(5): R161, 2009. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19814793>.
29. GUIRRO, RRJ; NUNES, CV; DAVINI, R. Comparação dos efeitos de dois protocolos de estimulação elétrica neuromuscular sobre a força muscular isométrica do quadríceps. **Rev Fisioter Univ**, São Paulo, 7(1/2):10-15, 2000.
30. GRUTHER, W; KAINBERGER, F; FIALKA-MOSER, V et al. Effects of neuromuscular electrical stimulation on muscle layer thickness of knee extensor muscles in intensive care unit patients: a pilot study. **Journal Rehabilitation Medicine**, 42(6):593-7, 2010. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20549166>.
31. HAYES, K. W. **Manual de agentes físicos: recursos fisioterapêuticos**. 5

- ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.
32. HERMANS, G; CLERCKX, B; VANHULLEBUSCH, T et al. Inter observer agreement of medical research council sum-score and handgrip strength in the intensive care unit. **Muscle Nerve**, 45:18–25, 2012.
 33. HERMANS, Greet; VAN DEN BERGHE, Greet. Clinical review: intensive care unit acquired weakness. **Critical Care**, 19:274, 2015.
 34. HOGENKAMP, M.; MITTELMEIJER, E.; SMITS, I.; STRALEN, C.V. Enraf-Nonius B.V. Interferential therapy. **Therapy manual** 2005; 1433:1-27.
 35. KARATZANOS, E.; GEROVASILI, V.; ZERVAKIS, D. 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.
 36. KHO, M.E.; TRUONG, A.D.; BROWER, R.G. et al. Neuromuscular electrical stimulation for intensive care unit-acquired weakness: protocol and methodological implications for a randomized, sham-controlled, phase II trial. **Phys Ther.** 2012, 92: 1564-1579.
 37. KITCHEN, Sheila; BAZIN, Sarah. **Eletroterapia: prática baseada em evidências.** São Paulo: Manole, 2003. 348p.
 38. MARAMATTOM, B.V.; WIJDICKS, E.F. Acute neuromuscular weakness in the intensive care unit. **Critical Care Medicine**; 34(11): 2835-41. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16932235>.
 39. MARTIN, UJ; HINCAPIE, L; NIMCHUK, M; GAUGHAN, J; CRINER, GJ. Impact of whole body rehabilitation in patients receiving chronic mechanical ventilation. **Crit Care Med**, 33(10):2259-65, 2005.
 40. MIRZAKHANI, H; WILLIAMS, JN; MELLO, J et al. Muscle weakness predicts pharyngeal dysfunction and symptomatic spirogram in long-term ventilated patients. **Anesthesiology**, 119:389–97, 2013.
 41. MORRIS, PE; GOAD, A; THOMPSON, C et al. Early intensive care unit mobility therapy in treatment of acute respiratory failure. **Crit Care Med**, 36(8):2238-43, 2008.
 42. NANAS, S; KRITIKOS, K; ANGELOPOULOS, E et al. Predisposing factors for critical illness polyneuromyopathy in a multidisciplinary intensive care unit. **Acta Neurol Scand**, 118:175–81, 2008.
 43. NEEDHAM, D.M.; TRUONG, A.D.; FAN, E: Technology to enhance physical rehabilitation of critically ill patients. **Crit Care Med** 2009, 37(10Suppl):S436-

- S441.
44. OLIVEIRA, Danathielle Atique Rei de; et al. Fortalecimento da Musculatura Respiratória Através da Corrente Russa em Paciente com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica – Relato de Caso. **Rev. Eletrônica Interfisio**, 2009.
 45. POULSEN, JB; MØLLER, K; JENSEN, CV. Effect of transcutaneous electrical muscle stimulation on muscle volume in patients with septic shock. **Crit Care Med**, 39(3):456-61, 2011.
 46. PUTHUCHEARY, ZA; RAWAL, J; MCPHAIL, M et al. Acute skeletal muscle wasting in critical illness. **JAMA**, 310:1591–600, 2013.
 47. RODRIGUEZ, P.O.; SETTEN, M; MASKIN, L.P.; BONELLI, I.; VIDOMLANSKY, S.R.; ATTIE, S.; FROSIANI, S.L.; KOZIMA, S.; VALENTINI, R. Muscle weakness in septic patients requiring mechanical ventilation: protective effect of transcutaneous neuromuscular electrical stimulation. **J Crit Care** 2012, 27:e311-e318.
 48. ROUTSI, C; GEROVASILI, V; VASILEIADIS, I et. al. Electrical muscle stimulation prevents critical illness polyneuromyopathy: a randomized parallel intervention trial. **Critical Care**, 14(2): R74, 2010. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20426834>. Acesso: 13 de Outubro de 2015.
 49. SANT'ANA, Estela Maria Correia. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA PARA TERAPIA COMBINADA HECCUS® - Ultrassom e Corrente Aussie no tratamento da lipodistrofiagínóide e da gordura localizada. **Revista Brasileira de Ciência & Estética**, v. 1, n. 1, p. 1-15, 2010.
 50. SCHWEICKERT, WD; POHLMAN, MC; POHLMAN, AS et al. Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomized controlled trial. **Lancet**, 373(9678):1874-82, 2009.
 51. SHARSHAR, T; BASTUJI-GARIN, S; STEVENS, RD et al. Presence and severity of intensive care unit-acquired paresis at time of awakening are associated within creased intensive care unit and hospital mortality. **Crit Care Med**, 37:3047–53, 2009.
 52. SHIWA, S.R.; COSTA, L.O.P; MOSER, A.D.L; AGUIAR, I.C.; DE OLIVEIRA, L.V.F. PEDro: a base de dados de evidências em fisioterapia. **Fisioter. Mov.**, Curitiba, v. 24, n. 3, p. 523-533, jul./set. 2011.
 53. SILVA, Ana Paula Pereira; MAYNARD, Kenia; CRUZ, Monica Rodrigues. Efeitos da fisioterapia motora em pacientes críticos: revisão de literatura.

- Revista Brasileira de Terapia intensiva**, v. 22, n. 1, p. 85-91, 2010.
54. STILLER, K. Physiotherapy in intensive care: an updated systematic review. **Chest**, 144(3):825-47, 2013.
 55. VALENTIN, A. The important ceofrisk reduction in critically ill patients. **Curr Opin Crit Care**, 16(5):482-6, 2010.
 56. VAN TULDER, M.; FURLAN, A; BOMBARDIER, C.; BOUTER, L. Updated method guidelines for systematic reviews in the cochrane collaboration back review group. **Spine (Phila Pa 1976)** 2003, 28:1290–1299.
 57. WARD, A.R. Electrical stimulation using kilohertz- frequency alternating current. **Physical Therapy** 2009; 89:181-90.
 58. WARD, A.R.; CHUEN, W.L. Lowering of sensory, motor, and pain-tolerance thresholds with burst duration using kilohertz-frequency alternating current electric stimulation: part II. **Arch Phys Med Rehabil** 2009; 90(9): 1619 –1627.
 59. WARD, A.R.; Robertson VJ, Ioannou H. The effect of duty cycle and frequency on muscle torque production using kilohertz frequency range alternating current. **Med Engineer Physics** 2004; 26: 569–579.
 60. WINKELMAN, C; HIGGINS, P.A; CHEN, Y.J. Activity in thechronically critically ill. **Dimensions in Critical Care Nursing**, 24(6):281–90, 2005.
 61. WOLLERSHEIM, T; WOEHLCKE, J; KREBS, M et al. Dynamics of myosin degradation in intensive care unit-acquired weakness during evere criticalill ness. **Intensive Care Med**, 40:528–38, 2014.
 62. ZANOTTI, E; FELICETTI, G; MAINI, M; FRACCHIA, C. Peripheral muscle strength training in bed-bound patients with COPD receiving mechanical ventilation: effect of electrical stimulation. **Chest**, 124(1):292-6, 2003.

10 ANEXO A – Escala de PEDro

Escala de PEDro – Português (Brasil)

1. Os critérios de elegibilidade foram especificados	não <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> onde:
2. Os sujeitos foram aleatoriamente distribuídos por grupos (num estudo cruzado, os sujeitos foram colocados em grupos de forma aleatória de acordo com o tratamento recebido)	não <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> onde:
3. A alocação dos sujeitos foi secreta	não <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> onde:
4. Inicialmente, os grupos eram semelhantes no que diz respeito aos indicadores de prognóstico mais importantes	não <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> onde:
5. Todos os sujeitos participaram de forma cega no estudo	não <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> onde:
6. Todos os terapeutas que administraram a terapia fizeram-no de forma cega	não <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> onde:
7. Todos os avaliadores que mediram pelo menos um resultado-chave, fizeram-no de forma cega	não <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> onde:
8. Mensurações de pelo menos um resultado-chave foram obtidas em mais de 85% dos sujeitos inicialmente distribuídos pelos grupos	não <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> onde:
9. Todos os sujeitos a partir dos quais se apresentaram mensurações de resultados receberam o tratamento ou a condição de controle conforme a alocação ou, quando não foi esse o caso, fez-se a análise dos dados para pelo menos um dos resultados-chave por “intenção de tratamento”	não <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> onde:
10. Os resultados das comparações estatísticas inter-grupos foram descritos para pelo menos um resultado-chave	não <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> onde:
11. O estudo apresenta tanto medidas de precisão como medidas de variabilidade para pelo menos um resultado-chave	não <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> onde:
