

Os efeitos da eletroestimulação transcutânea em pacientes na unidade de terapia intensiva

The effects of transcutaneous electrostimulation in patients in the intensive care unit

Alessandro Vieira de Moraes¹, Jessica dos Santos Costa², Juliana Martins Rocha do Nascimento³

¹Autor para correspondência. Centro Universitário São Camilo. São Paulo, São Paulo, Brasil.
ORCID: 0000-0002-4838-4694. alessandro.fisioterapia@outlook.com

²Centro Universitário São Camilo. São Paulo, São Paulo, Brasil. ORCID: 0000-0002-5542-7752. jsantoscstaa@gmail.com

³Universidade de São Paulo. São Paulo, São Paulo, Brasil. ORCID: 0000-0003-2589-5261. jmrn@usp.br

RESUMO | INTRODUÇÃO: A fraqueza muscular adquirida em internações prolongadas é comum em cerca de 50 -80% dos pacientes onde apresentam evidências eletrofisiológicas de disfunção neuromuscular. A mobilização e a reabilitação precoce têm demonstrado melhorar os resultados funcionais e a qualidade de vida e neste contexto, a estimulação elétrica neuromuscular (NMS) tem positivas evidências auxiliando na preservação da síntese proteica e na prevenção de atrofia muscular durante o período de imobilização. **OBJETIVO:** Analisar os benefícios proporcionados pela eletroestimulação em pacientes internados na unidade de terapia intensiva. **METODOLOGIA:** Para realizar esta revisão, foi realizada uma busca nas seguintes bases de dados: SciELO, Medline, Lilacs, PEDro, PubMed e Cochrane, no período de junho a dezembro de 2018. Foram encontrados 106 artigos e 99 excluídos por não estarem de acordo com nossos descritores. No final, 7 artigos se enquadram nos critérios para a análise final. Os estudos foram selecionados primeiro pelo título, resumos e metodologias. Os critérios de inclusão dos estudos foram: comparador (es): parâmetros da EENM utilizados, força muscular e tempo de terapia por sessão, indivíduos maiores de 18 anos, homens e mulheres, necessitando de ventilação mecânica invasiva por mais de 24 horas. Estudos: Ensaios clínicos, coorte transversal, coorte longitudinal com esse tema. Não foram selecionados estudos de caso, artigos de revisão sistemática, resumos de congressos sobre o assunto, estudos fora do intervalo de tempo escolhido e outras técnicas de mobilização precoce. **RESULTADOS:** O número total de participantes incluídos nos estudos foi de 594 adultos, 323 em grupos experimentais e 271 em grupos controle, e todos os estudos investigaram os efeitos da NMS em pacientes críticos. Os estudos foram em adultos com diversos diagnósticos, houve grande variabilidade entre os protocolos NMS, número e tempo de sessão realizada. **CONCLUSÃO:** O NMS tem resultados significativos no aumento da força muscular, melhora a independência funcional, encurta o tempo de internação hospitalar, o tempo do uso de ventilação mecânica invasiva e níveis mais baixos de sedação. No entanto, ainda há necessidade de mais estudos com uma metodologia mais bem descrita para realmente investigar com mais precisão sobre o efeito isolado de NMS em pacientes críticos.

PALAVRAS-CHAVE: Estimulação elétrica transcutânea. Terapia intensiva. Fisioterapia. Mobilização precoce. Reabilitação precoce.

ABSTRACT | INTRODUCTION: Acquired muscle weakness in prolonged hospitalizations is common in approximately 50 -80% of hospitalized patients where all present electrophysiological evidence of neuromuscular dysfunction. Mobilization and early rehabilitation have been shown to improve functional results and quality of life and in this context, neuromuscular electrical stimulation (NMS) has positive evidences aiding in the preservation of protein synthesis and in the prevention of muscle atrophy during the immobilization period. **OBJECTIVE:** To analyze the benefits of electrostimulation in patients in the intensive care unit. **METHODOLOGY:** To carry out this review a search was performed in the following databases: SciELO, Medline, Lilacs, PEDro, PubMed and Cochrane, in the period from June to December 2018. 106 articles were found and 99 were excluded because they were not in accordance with our descriptors. In the end, 7 articles fit the criteria for the final analysis. The studies were selected first by the title, abstracts and methodologies. The criteria for inclusion of the studies were: comparator (es): NMS parameters used, muscle strength and therapy time per session, individuals over 18 years old, male and female, requiring invasive mechanical ventilation for more than 24 hours. Studies: Clinical trials, cross-sectional cohort, longitudinal cohort with this theme. No case studies, Systematic review articles, congress summaries on the subject, studies outside the chosen time interval, and other early mobilization techniques were selected. **RESULTS:** The total number of participants included in the studies was 594 adults, 323 in experimental groups and 271 in control groups, and all studies investigated the effects of NMS in critical patients. The studies were in adults with diverse diagnoses, there was great variability between the NMS protocols, number and time of session performed. **CONCLUSION:** The NMS has significant results in the increase of muscle strength, Improves functional independence, shortens hospital admission time, shortens time for invasive mechanical ventilation and lower levels of sedation. However, there is still a need for further studies with a better described methodology to actually investigate more accurately about the isolated effect of NMS in critical patients.

KEYWORDS: Transcutaneous electrostimulation. Intensive care. Physical therapy. Physiotherapy. Early mobilization. Early rehabilitation.

Introdução

A aquisição da disfunção neuromuscular após hospitalização na unidade de terapia intensiva (UTI) tem sido bastante descrita na última década. Essa disfunção é caracterizada por uma diminuição da força, geralmente associada à atrofia muscular, com início agudo, difuso, simétrico e generalizado. Desenvolve-se após o início de uma doença crítica, sem outra causa identificável. A fraqueza adquirida na UTI geralmente se manifesta nos membros com hiporreflexia ou arreflexia e preservação dos nervos cranianos¹.

Neuromiopia do paciente crítico (CINM) é um termo usado para distúrbios neuromusculares associados a doenças críticas, incluindo polineuropatia por doença crítica (CIP), miopia por doença crítica (CIM) e distúrbios da junção neuromuscular². A diferenciação entre CIP e CIM geralmente requer eletrofisiologia e / ou estimulação muscular direta; embora as amplitudes do potencial de ação muscular composta sejam reduzidas em ambas as condições, as amplitudes do potencial de ação do nervo sensitivo são reduzidas ou ausentes na CIP, mas normais na CIM. Além disso, os níveis de creatina quinase aumentam em cerca de 50% dos pacientes com CIM, mas são normais naqueles com CIP. A CIM também pode ser dividida em quatro subtipos histológicos: rabdomiólise necrosante, caquética, rabdomiólise aguda e perda de filamentos espessos. O subtipo está associado a um pior prognóstico. Como a CIP e a CIM ocorrem frequentemente ao mesmo tempo, são frequentemente tratadas como uma entidade: CINM. A fisiopatologia da CINM é complexa e inclui sequelas do repouso no leito, os efeitos da produção de citocinas induzidas por doenças críticas e possivelmente interação medicamentosa, como bloqueadores neuromusculares e corticosteróides^{3,12}.

A fraqueza neuromuscular na UTI é comum em aproximadamente 50% dos pacientes internados em UTI com sepse, falência de múltiplos órgãos ou ventilação mecânica prolongada apresentam evidências eletrofisiológicas de disfunção neuromuscular. Mais de 25% dos pacientes internados em UTI

submetidos à ventilação mecânica por sete ou mais dias apresentam evidências clínicas de fraqueza ao acordar, a acentuada atrofia diafragmática pode ser observada 18 horas após o início da ventilação mecânica⁴. O diagnóstico diferencial de fraqueza neuromuscular adquirida é amplo e inclui exames laboratoriais, imagens radiográficas e eletromiografia⁵.

Com o desenvolvimento de critérios e diagnósticos claros, várias formas de tratamento foram desenvolvidas para inibir o desenvolvimento da fraqueza adquirida na UTI; nenhuma terapia médica está disponível após o desenvolvimento da condição. Agentes bloqueadores neuromusculares e corticosteróides são geralmente evitados para diminuir o risco de fraqueza adquirida na UTI⁶. A terapia com insulina reduz a síndrome catabólica da doença crítica prolongada por causa de suas propriedades anabólicas, incluindo estimulação da síntese proteica muscular e atenuação da degradação proteica⁷. Sedativos em doses elevadas podem mascarar os sintomas ou atrasar a identificação da fraqueza adquirida na UTI. O despertar diário com a interrupção dos agentes sedativos e a limitação da administração e dosagem tem resultados benéficos em pacientes críticos⁸.

Além disso, as estratégias de reabilitação física e prevenção da fraqueza adquirida tem sido uma terapia primária para esses pacientes, principalmente por remediar deficiências neuromusculares durante o processo de recuperação e pela redução de sequelas associadas ao condicionamento.

Como a reabilitação e a mobilização precoce na UTI demonstraram melhorar os resultados funcionais a curto e potencialmente a longo prazo, o uso de estratégias fisioterapêuticas para combater a fraqueza e a atrofia muscular esquelética por desuso tem sido exponencialmente promovido nos últimos anos^{9,13}. A técnica realizada com estimulação elétrica transcutânea (NMES), consiste em gerar contrações musculares visíveis com dispositivos portáteis conectados a eletrodos de superfície, demonstrou ser eficaz no tratamento de músculos comprometidos, pois tem o potencial de preservar a síntese proteica muscular

e prevenir atrofia muscular durante períodos prolongados de imobilização^{10,14}. A estimulação elétrica neuromuscular (EENM) na UTI foi recentemente introduzida para o tratamento da fraqueza muscular adquirida, pois não requer cooperação ativa do paciente, tem um efeito sistêmico benéfico agudo na microcirculação muscular e parece fornecer alguns benefícios estruturais e funcionais para todos os pacientes críticos^{11,14}.

Embora o treinamento muscular ativo precoce possa aliviar essa fraqueza adquirida na unidade de terapia intensiva, nos estágios iniciais da doença crítica, uma grande proporção de pacientes é incapaz de participar de qualquer mobilização ativa. O EENM pode ser uma estratégia alternativa para o treinamento muscular^{9,13,14}.

O objetivo deste estudo é avaliar os principais benefícios da eletroestimulação transcutânea em pacientes críticos em unidade de terapia intensiva, avaliando o aumento da força muscular, independência funcional, diminuição da hospitalização, ventilação mecânica e sedação.

Metodologia

Estudo de revisão sobre o uso da eletroestimulação transcutânea como parte da mobilização precoce de pacientes internados em UTI. Para realizar esta revisão, foi utilizada a seguinte pergunta: Quais são os benefícios do uso do EENM em pacientes críticos na unidade de terapia intensiva?

Três pesquisadores foram selecionados independentemente para pesquisar todos os títulos e resumos do artigo, de acordo com as diretrizes para revisão sistemática dos itens de Relatórios Preferidos para Revisões Sistemáticas e Meta-Análises (PRISMA). Em seguida, os artigos considerados relevantes foram adquiridos em texto completo para avaliação, identificando os elegíveis.

Foi desenvolvido um formulário dividido em 13 etapas, com informações gerais dos respectivos estudos: Autor / Ano; o tipo de estudo; população; grupo de idade; causa da admissão na UTI; IOT; Mobilização e mobilização precoces Reabilitação e reabilitação precoces EENM; os parâmetros utilizados; Tempo de uso; Hora da IOT; Conclusão do estudo. Após a extração dos dados, eles foram agrupados em tabelas para permitir a especificação dos itens para facilitar a análise comparativa dos estudos, favorecendo a identificação da variabilidade entre eles.

A estratégia de busca inicial, considerando as bases de dados CINAHL, EMBASE, Medline (PubMed), The Cochrane Library, SciELO, PEDro e Lilacs, selecionou estudos para avaliação de ensaios clínicos, coorte transversal, coorte longitudinal com esse tema, em português, inglês e português. Espanhol. Não foram selecionados estudos de caso, revisão de literatura, resumos de conferências sobre o assunto, estudos fora do tempo e outras técnicas de mobilização precoce. A busca retornou 106 títulos e resumos. O primeiro examinador identificou seis artigos possíveis e o segundo identificou quatro. Após a leitura dos resumos, os dez artigos foram selecionados para leitura na íntegra, sendo incluída nesta revisão uma meta-análise não foi possível devido à heterogeneidade dos estudos incluídos. Os descritores utilizados foram: Elétrico Transcutâneo, Terapia Intensiva, Respiração, Ensaio controlado randomizado, Fisioterapia.

Resultados

Foram incluídos 7 artigos, realizados entre 2007 e 2018. O número total de participantes incluídos nos estudos foi de 594 adultos, 323 em grupos experimentais e 271 em grupos controle; o número de sessões semanais variou de duas a sete sessões por semana, com tempo estimado mínimo de 10 minutos e máximo de 1 hora, variando de uma a duas vezes por dia, e todos os estudos investigaram os efeitos da eletroestimulação transcutânea em pacientes críticos.

O tempo de intervenção variou de junho de 2007 a julho de 2017; os participantes incluídos nos estudos eram adultos com diagnóstico diferenciado, variando entre patologia cardíaca, respiratória, renal, metabólica e musculoesquelética, com gravidade e seqüela variadas, com idades entre 18 e 65 anos. Os critérios de elegibilidade envolveram diferentes condições de pacientes sob ventilação mecânica, como: > 24 horas em ventilação mecânica, pacientes sépticos, cirurgia cardíaca pré e pós-operatória, insuficiência cardíaca, descompensação do diabetes melito, choque séptico, insuficiência renal aguda ou crônica e trauma.

As avaliações e intervenções variaram entre os estudos, mas sempre divididas em grupo controle e grupo experimental por randomização. A eletroestimulação periférica ocorreu em todos os artigos selecionados, com diferentes exercícios e protocolos (Tabela 1).

Discussão

A estimulação elétrica transcutânea tem sido alvo de vários estudos publicados nos últimos anos, incluindo vários tipos de protocolos, sendo utilizados em músculos de membros inferiores ou diafragma, associados a sessões de reabilitação. No entanto, a falta de consenso entre os parâmetros utilizados dificulta as comparações. Além disso, muitos autores correlacionam a estimulação elétrica transcutânea com efeitos benéficos no período de reabilitação do paciente crítico.

Quanto aos protocolos de exercícios de eletroestimulação, os estudos abordaram a estimulação na região muscular do quadríceps, apenas dois dos estudos utilizaram estimulação nos músculos associados ao quadríceps, sendo um no bíceps braquial e outro no diafragma, ambos na modalidade Fes^{15,16}. Rodriguez 2012¹⁵, utilizou o protocolo de eletroestimulação transcutânea no bíceps braquial e quadríceps, realizaram o estudo com quatorze pacientes, utilizando uma frequência de 100 Hz, largura de pulso de 300 US, tempo on de 2 segundos, tempo off de folga de 4 segundos. Variando as sessões entre 30 e 60 minutos¹⁵. Leite 2018¹⁶, realizou o EENM no quadríceps e diafragma, conduziu o estudo com sessenta e sete pacientes, utilizando uma frequência de 50 Hz, tempo on de 8

segundos e tempo off de 30 segundos no quadríceps muscular e tempo de 1 segundo e tempo off de 20 segundos no diafragma, com duração de 45 minutos¹⁶.

Dois estudos abordaram a eletroestimulação em apenas um grupo experimental, no Medrinal 2018¹⁷ dezenove pacientes usaram quatro técnicas de reabilitação precoce. As sessões foram organizadas em dez minutos de exercício na cama: dez minutos de exercícios passivos para as pernas, dez minutos de estimulação elétrica em quadríceps, dez minutos de bicicleta ergométrica passiva e dez minutos de bicicleta ergométrica passiva e dez minutos de ciclismo mais FES na frequência de 35 Hz, largura de pulso de 300US, por 20 minutos, sem descrever o tempo On e Off utilizado, com a terapia com duração de cinquenta minutos duas vezes por dia durante a semana¹⁷. No Rodriguez 2012¹⁵, catorze pacientes usaram eletroestimulação muscular no bíceps braquial, onde os eletrodos foram posicionados na porção medial do músculo e no ponto motor, e no músculo quadríceps foi utilizado o mesmo posicionamento, a terapia foi realizada em apenas um hemocorpo, e o paciente era seu próprio grupo controle contra lateral, duas sessões diárias com duração entre trinta e sessenta minutos foram utilizados em todos os dias da semana¹⁵.

No estudo realizado pelo Fossat 2018¹⁸, duzentos e quarenta e cinco pacientes foram divididos aleatoriamente em dois grupos; no grupo experimental (n = 125) foi realizada fisioterapia convencional (FC), sendo uma sessão de quinze minutos de exercício na cama em ciclo ergométrico mais sessão de estimulação elétrica de cinquenta minutos no músculo quadríceps, não descrevendo os parâmetros eem utilizados, no grupo controle (n = 120) foi realizada fisioterapia convencional. Ambas as terapias foram realizadas uma vez ao dia durante a semana¹⁸.

Sessenta e sete pacientes foram selecionados no estudo de Leite 2018¹⁶, onde foram divididos em três grupos aleatórios, e um grupo controle (n = 26) que recebeu fisioterapia convencional duas vezes por dia por semana, o grupo experimental foi subdividido em quadríceps (n = 24) que, além da terapia convencional, receberam eletroestimulação diária no músculo quadríceps, com o posicionamento de um dos canais

na porção medial e o outro na região femoral lateral e do reto. O grupo diafragma (n = 17) também recebeu fisioterapia convencional mais eletroestimulação no músculo diafragma uma vez ao dia, com duração de quarenta e cinco minutos semanais¹⁶.

No estudo de Cerqueira 2018,¹⁹ cinquenta e nove pacientes foram divididos em grupos experimentais (n = 26), submetidos à fisioterapia convencional mais eletroestimulação nos músculos quadríceps e gastrocnêmicos na cirurgia pós-comercialização, com frequência de 50 Hz, largura de pulso de 400US, tempo on de 3 segundos, tempo off de 3 segundos, por 30 minutos foram submetidos duas vezes ao dia, totalizando dez sessões por paciente. Os participantes do grupo controle (n = 33) receberam atendimento fisioterapêutico regular duas vezes ao dia¹⁹.

Dos Santos 2018²⁰, realizou um estudo com trinta e três participantes, onde foram divididos em quatro grupos, o grupo controle (n = 7) recebeu atendimento de mobilização passiva, alongamento e posicionamento, o grupo exercício (n = 9) realizou atividade ativa exercícios assistidos, exercícios ativos e exercícios resistidos com elástico, dos principais grupos musculares, o grupo de eletroestimulação (n = 8) teve dois eletrodos posicionados em cada músculo sendo: reto femoral, vasto lateral, vasto medial, utilizando os seguintes parâmetros, frequência 45 Hz, largura de pulso 400US, tempo on de 8 segundos, tempo off de 6 segundos, por 55 minutos. O grupo de terapias combinadas (n = 9) utilizou as técnicas de eletroestimulação e exercícios ativos simultaneamente; todos os grupos realizavam as atividades duas vezes ao dia, semanalmente²⁰.

No estudo de Koutsioumpa 2018²¹, oitenta pacientes participaram do estudo, sendo o grupo experimental (n = 38) onde realizaram fisioterapia convencional

diária por quarenta e cinco minutos mais eletroestimulação no músculo quadríceps por sessenta minutos, utilizando uma frequência de 50 Hz, largura de pulso 500US, não descrevendo o tempo on e off utilizado, enquanto o grupo controle (n = 42) recebeu apenas fisioterapia convencional. Ambos os grupos iniciaram o estudo a partir do 4º dia de internação.

Com relação aos resultados observados nos estudos, os pacientes que participaram dos grupos experimentais apresentaram efeitos superiores nos desfechos analisados em comparação aos do grupo controle. O desempenho da bicicleta ergométrica mais a FES, aumentou o débito cardíaco e produziu intensidade suficiente de trabalho muscular para constituir uma intervenção eficaz da reabilitação precoce¹⁷, além de aumento da força muscular estimulada, independência funcional e tempo de internação^{15,16} e diminuição da duração da ventilação mecânica e sedação²⁰.

Dos sete estudos, apenas três não apresentaram melhora significativa na comparação entre os grupos controle e experimental¹⁸, observaram melhora na independência funcional nas atividades da vida diária, sem aumento da força muscular¹⁹. por outro lado, não observaram diferença significativa entre os grupos em relação à distância percorrida no TC6, a velocidade de caminhada, a força muscular, a independência funcional e a qualidade de vida são justificadas pela curta permanência dos pacientes no hospital²¹. Concluíram que a eletroestimulação não teve impacto significativo na miopatia em pacientes críticos. Em resumo, um total de sete artigos, quatro obtiveram resultados significativos no grupo experimental^{15,17,20}. e três artigos não obtiveram melhorias equivalentes nos dois grupos^{18,19,21}. Os estudos apresentaram importantes limitações quanto a utilizaram protocolos de eletroestimulação, diferentes grupos musculares, diferentes parâmetros da EENM, tempo de terapia e frequência de sessões, obtendo resultados diferentes.

Tabela 1 (continua)

AUTOR / ANO	TIPO DE ESTUDO	METODO DE AVALIAÇÃO	POPULAÇÃO	FAIXA ETÁRIA MÉDIA	CAUSA DA ADMISSÃO UTI	VENTILAÇÃO MECÂNICA	PROTOCOLOS UTILIZADOS	FREQÜÊNCIA	LARGURA DE PULSO	TEMPO ON/OFF	TEMPO DE USO	MUSCULO ESTIMULADO	CONCLUSÃO DO ESTUDO
Médrial, C. et al 2018	Estudo cruzado randomizado e controlado em uma UTI com 18 leitos	Débito cardíaco durante os exercícios, sendo medido no início e a cada 3 min durante os exercícios usando ultrassom Doppler cardíaco.	Mulheres (6), homens (13)	65,3 anos	Pneumonia; Seps; Exarcebção da DPOC; Insuficiência Cardíaca; Overdose de Drogas; Seps intra-abdominal com cirurgia	Acima de 24h em VM em pressão suporte e Ramsay 4	4 sessões de 10 min de exercício no leito; 10 min de exercícios passivos MMII; 10 min de estimulação elétrica do quadriceps, 10 min de bicicleta ergométrica passiva e 10 min de ciclismo FES	35 HZ	300 US	NÃO DESCRITO	20 MINUTOS	Quadriceps	O ciclismo associado ao FES aumentou o débito cardíaco e produziu intensidade suficiente de trabalho muscular para uma intervenção eletiva de reabilitação precoce.
Fossat, G. et al 2018	Ensaio clínico randomizado de um único centro, com pacientes adultos na UTI de um hospital de 1100 leitos na França.	Força muscular global avaliada pelo sistema de classificação do Conselho de Pesquisa Médica (MRC); Autonomia funcional avaliada pela UTI Mobility Scale.	Homens representava 65% dos envolvidos.	66 anos	Hipertensão arterial crônica, Diabetes tipo II; Alcoolismo; Insuficiência Respiratória Crônica; DPOC; Condições imunocomprometidas.	Entre 48h a 72h de VM	FC (uma sessão de 15 minutos de exercício no leito) em um ciclo ergômetro + uma sessão de estimulação elétrica de 50 minutos dos músculos do quadriceps.	NÃO DESCRITO	NÃO DESCRITO	NÃO DESCRITO	50 MINUTOS	Quadriceps	Exercícios de mobilização precoce e estimulação elétrica dos músculos do quadriceps a um programa padronizado de reabilitação precoce, não melhorou a força muscular global na alta da UTI.
Rodriguez, P.O et al 2012	Ensaio clínico randomizado com pacientes sépticos que necessitaram de VM	Espessura do biceps braquial na linha média usando um Transdutor de ultrassom linear de 7,5-MHz. Força de flexão do antebraço e joelho extensão utilizando MRC	Homens (7) Mulheres (7)	72 anos	Infecções do trato respiratório e abdominal.	Acima de 24h em VM	2 sessões diárias de EENM no biceps braquial e vasto medial (quadriceps) unilateral.	100 HZ	300 US	ON 2 SEG/ OFF 4 SEG	DE 30 A 60 MINUTOS	Biceps Braquial e Quadriceps	A EENM foi associada a um aumento na força do músculo estimulado
Leite, M.A. et al 2018	Estudo piloto prospectivo, randomizado, em indivíduos admitidos na	A força muscular periférica (MRC); A força muscular respiratória (manovacuômetro); A independência	Homens (53); Mulheres (14)	44,16 anos	Traumatismos Cranianos; Cirurgia de emergência e eletivas.	Acima de 24h em VM	FC 2X/dia ; Grupo quadriceps + FC uma vez ao dia + uma sessão diária de EENM ; Grupo	50 HZ	NÃO DESCRITO	ON 8 SEG/ OFF 30 SEG (QUADRICEPS) ON 1 SEG/ OFF 20 SEG (DIAFRAGMA)	45 MINUTOS	Quadriceps e Diafragma.	A EENM aumentou a força muscular periférica e a independência funcional, diminuindo o

Tabela 1 (conclusão)

								diáfagma + FC uma vez ao dia + uma sessão diária de EENM	50 HZ	400 US	ON 3 SEG/ OFF 9 SEG	30 MINUTOS	Quadriceps	Não houve diferença estatisticamente significativa, entre os grupos em relação à distância percorrida no TC6, velocidade de caminhada, força muscular, independência funcional e qualidade de vida.	tempo de internação hospitalar em comparação ao grupo controle
Cerqueira, T.C.F. et al 2019	Ensaio clínico randomizado, paralelo, controlado, em pacientes adultos no período pré-operatório após a reconstrução e / ou substituição da válvula cardíaca.	Teste de caminhada de seis minutos (TC6); Teste de Velocidade de Caminhada de 10 metros; MRC; MIF e NHP	Homens e mulheres	55,5 anos	Reconstrução valvar cardíaca e / ou substituição ou reposição de biopróteses	Menos de 24h em VM	FC 2x/dia. FC + EENM músculo quadriceps e gastrocnêmio, bilateralmente, 2x/dia.	45 HZ	400 US	ON 8 SEG/ OFF 6 SEG	55 MINUTOS	Quadriceps	Menor duração do MV e duração de sedação em comparação com o tratamento convencional		
Dos Santos F.V. et al 2018	Um ensaio clínico aleatório duplamente cego em UTI de um hospital terciário	RASS; Glasgow Coma Score; Duração em VM (contabilizado da admissão até 48 horas após a extubação sem necessidade de vm).	Homens representava 69% dos envolvidos.	53,2 anos	Lesão pulmonar aguda; Pneumonia; Sepsis; Acidente Vascular Encefálico	Menos de 72h em VM	FC 2x/dia; Exercícios ativo assistido + exercício ativo + exercício resistido com theraband, duas vezes ao dia; Grupo Exercícios + EENM (N= 9) Exercício ativo de MMII + EENM no músculo reto femoral, vasto lateral e vasto medial 2x/diárias com um período de 55 minutos.	50 HZ	500 US	NÃO DESCRITO	60 MINUTOS	Quadriceps	Maiores MRC no grupo EENMS do que no grupo controle, porém não houve diferença estatisticamente significativa em incidência de miopatia entre grupos.		
Koutsoumpa, E. et al; 2018	Ensaio Clínico controlado randomizado no Hospital Geral de Larissa, Grécia.	Incidência de histologicamente diagnosticada miopatia; MRC; Duração da ventilação mecânica; Tempo de permanência na UTI	Homens e mulheres	maiores de 18 anos	neurocirurgias, Pneumonia, choques sépticos, DPOC, Insuficiência cardíaca, Diabetes mellitus	acima de 96 horas em VM e permanência em UTI	FC diariamente por 45 minutos; FC diariamente por 45 minutos + EENM no músculo quadriceps por 60 minutos.	50 HZ	500 US	NÃO DESCRITO	60 MINUTOS	Quadriceps	Maiores MRC no grupo EENMS do que no grupo controle, porém não houve diferença estatisticamente significativa em incidência de miopatia entre grupos.		

Conclusão

A estimulação neuromuscular elétrica transcutânea tem resultados significativos no aumento da força muscular, melhora da independência funcional, diminuição do tempo de internação hospitalar, diminuição do tempo na ventilação mecânica invasiva e menores níveis de sedação. Não há dúvida de que há necessidade de estudos com uma metodologia melhor descrita para investigar de fato com mais precisão o efeito da estimulação elétrica transcutânea isolada em pacientes críticos.

Contribuições dos autores

Nascimento JMR e Moraes AV participaram da concepção e delineamento do estudo, interpretação dos resultados, redação do artigo científico. Costa JS participou da revisão da literatura, delineamento do estudo, análise dos dados, interpretação dos resultados e redação do artigo científico.

Conflitos de interesses

Nenhum conflito financeiro, legal ou político envolvendo terceiros (governo, empresas e fundações privadas, etc.) foi declarado para nenhum aspecto do trabalho submetido (incluindo mas não limitando-se a subvenções e financiamentos, participação em conselho consultivo, desenho de estudo, preparação de manuscrito, análise estatística, etc.).

Referências

1. Deem S. Intensive-care-unit-acquired muscle weakness. *Respir Care*. 2006;51 (9):1042-52.
2. Stevens RD, Dowdy DW, Michaels RK, Mendez -Tellez PA, Pronovost PJ, Needham DM. Neuromuscular dysfunction acquired in critical illness: a systematic review. *Cuidados Intensivos Med*. 2007;33(11):1876-91. doi: [10.1007/s00134-007-0772-2](https://doi.org/10.1007/s00134-007-0772-2)
3. Levine S, Nguyen T, Taylor N, Friscia ME, Budak MT, Rothenberg P et al. Rapid disuse atrophy of diaphragm fibers in mechanically ventilated humans. *N Engl J Med*. 2008; 358(13): 1327-35. doi: [10.1056/NEJMoa070447](https://doi.org/10.1056/NEJMoa070447)
4. De Jonghe B, Sharshar T, Lefaucheur JP, et al. Paresis acquired in the intensive care unit: a prospective multicenter study. *JAMA* 2002;288(22):2859-67. doi: [10.1001/jama.288.22.2859](https://doi.org/10.1001/jama.288.22.2859)
5. Maramattom BV, Wijdicks EF. Fraqueza neuromuscular aguda na unidade de terapia intensiva. *Crit Care Med*. 2006; 34(11):2835-41. doi: [10.1097/01.CCM.0000239436.63452.81](https://doi.org/10.1097/01.CCM.0000239436.63452.81)
6. Van den Berghe G, Wouters P, Weekers F, Verwaest C, Bruyninckx F, Schetz M et al. Intensive Insulin Therapy in Critically Ill Patients. *N Engl J Med* . 2001;345(19):1359-1367. doi: [10.1056/NEJMoa011300](https://doi.org/10.1056/NEJMoa011300)
7. Julgar S, Lee CM, Curtis JR. Neuromuscular disorders in the intensive care unit. *Am J Respir Crit Care Med* . 2003;168:735-739.
8. Stiller K. Safety issues that should be considered when mobilizing critically ill patients. *Crit Care Clin*. 2007;23(1):35-53. doi: [10.1016/j.ccc.2006.11.005](https://doi.org/10.1016/j.ccc.2006.11.005)
9. Schweickert WD, Pohlman MC, Pohlman AS, Nigos C, AJ Pawlik, CL Esbrook et al. Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomised controlled trial. *Lanceta*. 2009;373(9678):1874-1882. doi: [10.1016/S0140-6736\(09\)60658-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)60658-9)
10. Gibson JN, Smith K, Rennie MJ. Prevention of disuse muscle atrophy by means of electrical stimulation: maintenance of protein synthesis. *Lanceta*. 1988, 2(8614):767-70. doi: [10.1016/S0140-6736\(88\)92417-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(88)92417-8)
11. Gerovasili V, Tripodaki E, E Karatzanos, Pitsolis T, V Markaki, Zervakis D et al. Short-term systemic effect of electrical muscle stimulation in critically ill patients . *Chest*. 2009;136(5):1249-1256. doi: [10.1378/chest.08-2888](https://doi.org/10.1378/chest.08-2888)
12. Zink W, Kollmar R, Schwab S. Critical disease polyneuropathy and myopathy in the intensive care unit. *Nat Rev Neurol*. 2009; 5(7): 372-9. doi: [10.1038/nrneurol.2009.75](https://doi.org/10.1038/nrneurol.2009.75)
13. Nordon-Craft A, Moss M, Quan D, Schenkman M. Intensive care unit-acquired weakness: implications for physical therapist management. *Phys Ther*. 2012;92(12):1494-506. doi: [10.2522/ptj.20110117](https://doi.org/10.2522/ptj.20110117)
14. Sillen MJ, Speksnijder CM, Eterman RM, Janssen PP, Wagers SS, Wouters EFM et al. Effects of neuromuscular electrical stimulation of muscles of ambulation in patients with chronic heart failure or COPD: a systematic review of the English-language literature. *Chest* 2009;136(1):44-61. doi: [10.1378/chest.08-2481](https://doi.org/10.1378/chest.08-2481)
15. Rodriguez PO, Setten M, Maskin LP, Bonelli I, Vidomlansky SR, Attie S et al. Muscle weakness in septic patients requiring mechanical ventilation: Protective effect of transcutaneous neuromuscular electrical stimulation. *J Crit Care*. 2012;27(3):319. e1-8. doi: [10.1016/j.jcrc.2011.04.010](https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2011.04.010)

16. Leite MA, Osaku EF, Albert J, Costa CRLDME, Garcia AM, Czapiessvski FDN et al. Effects of Neuromuscular Electrical Stimulation of the Quadriceps and Diaphragm in Critically Ill Patients: A Pilot Study. *Crit Care Res Pract.* 2018; 4298583. doi: [10.1155/2018/4298583](https://doi.org/10.1155/2018/4298583)
17. Medrinal C, Combret Y, Prieur G, Robledo Quesada A, Bonnevie T, Gravier FE, et al. Comparison of exercise intensity during four early rehabilitation techniques in sedated and ventilated patients in ICU: A randomised cross-over trial. *Crit Care.* 2018;Apr 27;22(1):110. doi: [10.1186/s13054-018-2030-0](https://doi.org/10.1186/s13054-018-2030-0)
18. Fossat G, Baudin F, Courtes L, Bobet S, Dupont A, Bretagnol A et al. Effect of in-bed leg cycling and electrical stimulation of the quadriceps on global muscle strength in critically ill adults: A randomized clinical trial. *JAMA.* 2018;320(4):368-78. doi: [10.1001/jama.2018.9592](https://doi.org/10.1001/jama.2018.9592)
19. Cerqueira TCF, Cerqueira Neto ML, Carvalho AJG, Oliveira GU, Araújo Filho AA, Carvalho VO et al. Neuromuscular Electrical Stimulation on Hemodynamic and Respiratory Response in Patients Submitted to Cardiac Surgery: Pilot Randomized Clinical Trial. *Int J Cardiovasc Sci.* 2019;32(5):483-489. doi: [10.5935/2359-4802.20190028](https://doi.org/10.5935/2359-4802.20190028)
20. Dos Santos FV, Cipriano G, Vieira L, Güntzel Chiappa AM, Cipriano GBF, Vieira P et al. Neuromuscular electrical stimulation combined with exercise decreases duration of mechanical ventilation in ICU patients: A randomized controlled trial. *Physiother Theory Pract.* 2018;15:1-9. doi: [10.1080/09593985.2018.1490363](https://doi.org/10.1080/09593985.2018.1490363)
21. Koutsoumpa E, Makris D, Theochari A, Bagka D, Stathakis S, Manoulakas E et al. Effect of transcutaneous electrical neuromuscular stimulation on myopathy in intensive care patients. *Am J Crit Care.* 2018;27(6):495-503. doi: [10.4037/ajcc2018311](https://doi.org/10.4037/ajcc2018311)