

A VIABILIDADE DA ELETROESTIMULAÇÃO EM PACIENTES RESTRI-TOS AO LEITO EM UNIDADES DE TERAPIA INTENSIVA.

Rosiana da Costa Soares de Lima¹, Rogério Ultra²

RESUMO:

Introdução: Pacientes criticamente enfermos internados em unidades de terapia intensiva (UTIs) estão sujeitos a diversas complicações decorrentes da doença de base e da imobilização. Alguns exemplos dessas complicações são inflamação sistêmica, atelectasia, disfunção metabólica e vascular, contratura articular e perda de massa muscular. A redução da massa muscular é uma das complicações mais debilitantes em pacientes críticos e dificulta sua recuperação após a alta da UTI por perda de função.

Objetivo: O objetivo do estudo foi fornecer evidências mais precisas e confiáveis para a prevenção de FA-UTI.

Metodologia: Com base em estudos anteriores, neste estudo, critérios estritos de inclusão e exclusão de literatura foram avaliados ensaios clínicos randomizados e controlados sobre os efeitos da eletroestimulação em pacientes de UTI publicados até dezembro de 2020.

Conclusão: FES é uma técnica de eletroestimulação mais funcional que já foi investigada em pacientes neurológicos (acidente vascular cerebral, LME, etc.), acaba de se fundir em pesquisas em UTI com resultados a serem publicados e mais estudos a serem realizados antes que conclusões firmes possam ser tiradas.

Palavras-chave: Imobilização. Eletroestimulação. UTI.

Abstract: Introduction: Critically ill patients admitted to intensive care units (ICUs) are subject to several complications resulting from the underlying disease and immobilization. Some examples of these complications are systemic inflammation, atelectasis, metabolic and vascular dysfunction, joint contracture, pressure ulcers and loss of muscle mass. The reduction in muscle mass is one of the most debilitating complications in critically ill patients and hinders their recovery after discharge from the ICU due to loss of function.

Objective: The objective of the study was to provide more accurate and reliable evidence for the prevention of AF-ICU.

Methodology: Based on previous studies, in this study, strict criteria for inclusion and exclusion of literature were evaluated randomized controlled clinical trials on the effects of electrostimulation in ICU patients published until December 2020.

Conclusion: FES is a more electrostimulation technique functional that has already been investigated in neurological patients (stroke, SCI, etc.), has just merged into research in the ICU with results to be published and more studies to be carried out before firm conclusions can be drawn.

Key words: Immobilization. Electro-stimulation. ICU.

INTRODUÇÃO:

Pacientes criticamente enfermos internados em unidades de terapia intensiva (UTIs) estão sujeitos a diversas complicações decorrentes da doença de base e da imobilização. Alguns

exemplos dessas complicações são inflamação sistêmica, atelectasia, disfunção metabólica e vascular, contratura articular e perda de massa muscular. A redução da massa muscular é uma das complicações mais debilitantes em pacientes críticos e dificulta sua recuperação após a alta da UTI por perda de função. Muitos fatores contribuem para a redução da massa muscular em pacientes críticos, por exemplo, uso de medicamentos, presença de sepse, ventilação mecânica prolongada (VM) e repouso no leito. Um estudo investigou os efeitos de 7 dias de repouso restrito no leito em indivíduos saudáveis e encontrou uma redução significativa de 3% no volume do músculo da coxa usando a ressonância magnética. Portanto, prevenir a perda de massa muscular em pacientes críticos é um dos principais objetivos dos profissionais de UTI. Diversas medidas terapêuticas são empregadas para esse fim, incluindo exercícios de amplitude de movimento, posicionamento e exercícios resistidos (WAGECK ET AL. 2014).

Uma das técnicas utilizadas nas UTIs para estimular a função muscular é a estimulação elétrica neuromuscular. É amplamente utilizado na reabilitação de pacientes que necessitam manter ou aumentar a massa, força e função muscular, e tem mostrado resultados promissores na reabilitação de músculos imobilizados. Por definição, a eletroestimulação é a aplicação de estimulação elétrica sensitiva não invasiva que causa contração muscular independente do esforço do paciente, ou seja, sem a necessidade de estímulos neurais para o recrutamento das fibras musculares. No entanto, não há consenso sobre se a eletroestimulação por si só pode aumentar a força muscular. No entanto, alguns resultados positivos da técnica foram encontrados quando aplicada na musculatura de indivíduos com lesão medular (WAGECK ET AL. 2014).

A fraqueza adquirida na unidade de terapia intensiva (FA-UTI) é um tipo de disfunção neuromuscular comumente adquirida na unidade de terapia intensiva e pode levar à fraqueza muscular persistente. FA-UTI está relacionado à gravidade da doença do paciente, à duração da VM, sepse, falência de múltiplos órgãos, hiperglicemia, uso de bloqueadores neuromusculares, imobilidade de longo prazo acamada e tempo de permanência na UTI. FA-UTI se manifesta como dificuldade para realizar atividades diárias, internação hospitalar prolongada, hiporreflexia, atrofia muscular e fraqueza, podendo levar ao aumento da mortalidade. A incidência de FA-UTI foi encontrada em 26%–65% em pacientes conscientes que tiveram ventilação mecânica por 5–7 dias, 67% em pacientes que tiveram ventilação mecânica por mais de 10 dias, 70% em pacientes com sepse e síndrome da resposta inflamatória sistêmica, e 100% em pacientes com falência de múltiplos órgãos, e o FA-UTI afetou a saúde de pacientes de UTI. Além disso, FA-UTI aumenta os custos de enfermagem em 60%, o que leva a uma grande carga financeira e de saúde para as instituições médicas e de saúde e famílias dos pacientes. No

momento, não existem métodos de tratamento totalmente eficazes. No caso de recursos insuficientes na UTI, a prevenção da FA-UTI é particularmente importante. A eletroestimulação é uma técnica que usa uma corrente de baixa frequência de 30–50 Hz para estimular grupos musculares específicos por meio de eletrodos; os espasmos ou contrações desses músculos levam ao reparo funcional. A eletroestimulação foi reconhecida como uma terapia alternativa para promover o movimento em pacientes críticos, mas o tópico sobre se o uso precoce da eletroestimulação pode prevenir eficazmente o FA-UTI tem sido controverso (MIAO et al. 2020).

Alguns estudos descobriram que a eletroestimulação tem um efeito positivo na prevenção de FA-UTI, pois pode efetivamente aumentar a força muscular e encurtar a duração da VM e da internação na UTI. No entanto, alguns estudos também mostraram que a eletroestimulação não melhora estatisticamente de maneira significativa a força muscular de pacientes de UTI. Três estudos avaliaram sistematicamente o efeito do uso precoce de eletroestimulação em pacientes criticamente enfermos; entretanto, a randomização completa não pôde ser realizada em um dos estudos devido ao pequeno tamanho da amostra. Além disso, houve heterogeneidade entre os três estudos, apenas a análise qualitativa descritiva foi adotada e conclusões contraditórias entre os estudos foram extraídas, o que torna as evidências pouco persuasivas (MIAO et al. 2020). Com base em estudos anteriores, neste estudo, critérios estritos de inclusão e exclusão de literatura foram avaliados ensaios clínicos randomizados e controlados sobre os efeitos da eletroestimulação em pacientes de UTI publicados até dezembro de 2020. O objetivo do estudo foi fornecer evidências mais precisas e confiáveis para a prevenção de FA-UTI.

DESENVOLVIMENTO:

Aproximadamente 50% dos pacientes que recebem cuidados na unidade de terapia intensiva (UTI) podem apresentar perda muscular debilitante e sua consequência, fraqueza adquirida na UTI, que pode prolongar a duração da ventilação mecânica e persistir por até 5 anos após a alta hospitalar. Os principais fatores que contribuem para a fraqueza adquirida na UTI são inflamação, distúrbios metabólicos e repouso muscular forçado em pacientes acamados ou sedados, principalmente aqueles com sepse, falência de múltiplos órgãos ou ventilação mecânica prolongada (FOSSAT et al. 2018).

A mobilização do sistema musculoesquelético tem se mostrado segura quando aplicada precocemente em pacientes instáveis de UTI e tem demonstrado prevenir a fraqueza adquirida na UTI, encurtar a internação na UTI e no hospital, diminuir a incidência de delirium e reduzir o tempo até o retorno do quadro funcional autonomia. Exercícios em cicloergômetro podem melhorar a força dos músculos quadríceps e a percepção da qualidade de vida na alta hospitalar. A estimulação elétrica muscular pode reduzir a atrofia muscular em pacientes de UTI. Embora os exercícios de ciclismo e a estimulação elétrica muscular não tenham efeitos adversos clinicamente significativos, essas intervenções não foram suficientemente estudadas em

pacientes de UTI para saber se deveriam ser incorporadas a programas de reabilitação padronizados (FOSSAT et al. 2018). Distúrbios dos membros e músculos respiratórios são comumente observados em pacientes criticamente enfermos. Até 25% dos pacientes que requerem ventilação mecânica (VM) por mais de sete dias na unidade de terapia intensiva (UTI) desenvolvem fraqueza muscular. Os distúrbios neuromusculares desenvolvidos na UTI incluem fraqueza muscular profunda, incluindo os músculos respiratórios, perda dos reflexos profundos e diminuição da sensibilidade profunda e superficial. Isso está associado à dificuldade de desmame da VM, hospitalização prolongada e aumento da mortalidade. Muitos fatores de risco estão associados ao desenvolvimento de fraqueza muscular, incluindo resposta inflamatória sistêmica, sepse, disfunção orgânica grave, hiperglicemia, imobilidade prolongada, bem como o uso de sedativos, bloqueadores neuromusculares e altas doses de corticosteroides (LEITE et al. 2018).

A mobilização ativa precoce em pacientes de UTI é uma estratégia segura e viável para prevenir os problemas físicos causados pela imobilidade. No entanto, a cooperação do paciente pode ser necessária para um melhor resultado e intervenção adequada. Infelizmente, nem todos os pacientes criticamente enfermos podem participar ativamente da reabilitação precoce, muitas vezes por causa do uso de sedativos ou comprometimento cognitivo. Portanto, nos últimos anos, alternativas têm sido buscadas para ajudar os pacientes críticos a se tornarem mais ativos, utilizando estratégias de mobilização passiva que incluem a estimulação elétrica neuromuscular, opção recentemente utilizada para esse fim (LEITE et al. 2018).

A eletroestimulação é uma alternativa para mobilizar e se exercitar porque não requer a participação ativa do paciente e pode ser usado em pacientes acamados. A estimulação elétrica muscular profunda demonstrou ser benéfica para pacientes com fraqueza muscular desenvolvida na UTI, com escores escala do Medical Research Council mais elevados nos grupos de estimulação elétrica. A maioria dos estudos mostrou que uma estimulação elétrica do músculo profundo tem efeitos benéficos, embora nenhum estudo anterior tenha mostrado se músculos respiratórios específicos para treinamento usando estimulação elétrica podem ter benefícios gerais para pacientes de UTI em VM. Nenhum estudo anterior comparou a aplicação de uma estimulação elétrica no quadríceps com a estimulação transcutânea no diafragma em pacientes críticos. Além disso, os poucos estudos que abordaram a estimulação elétrica do diafragma focaram especificamente em pacientes ambulatoriais com DPOC (LEITE et al. 2018).

Eficácia da eletroestimulação na prevenção de FA-UTI

Este estudo mostra que a eletroestimulação pode efetivamente melhorar a força muscular de pacientes de UTI; encurtar a VM, tempo de permanência na UTI e permanência total no hospital; melhorar a capacidade dos pacientes de realizar atividades de vida diária; e aumentar a distância percorrida no momento da alta. Até certo ponto, a eletroestimulação pode prevenir a FA-UTI, reduzindo os fatores de risco relacionados,

e é especialmente adequada para pacientes que estão sob ventilação mecânica, inconscientes e incapazes de sair da cama no estágio inicial do coma. No entanto, o efeito da eletroestimulação sobre o estado funcional, nível de consciência e mortalidade de pacientes em UTI durante a internação ainda não está claro. Apenas dois artigos incluídos neste estudo avaliaram o efeito da eletroestimulação sobre o estado funcional de pacientes de UTI. Devido ao alto nível de heterogeneidade, a meta-análise mostrou que o efeito combinado não foi estatisticamente significativo e esse resultado precisa ser verificado posteriormente. Dois estudos avaliaram o efeito da eletroestimulação no nível de consciência dos pacientes. A meta-análise mostrou que não houve significância estatística entre os dois estudos. Três estudos avaliaram o efeito da eletroestimulação na mortalidade de pacientes internados em UTI. No momento, não há evidências de que a eletroestimulação pode reduzir a mortalidade de pacientes internados em UTI, mas estudos com amostras maiores ainda precisam ser realizados para posterior verificação. Três estudos avaliaram o efeito da eletroestimulação na mortalidade de pacientes internados em UTI (MIAO et al. 2020).

Recomendações para o uso da eletroestimulação em pacientes críticos

Tabela 1 - Resumo da literatura e recomendações para o uso da eletroestimulação na subluxação do ombro hemipléxico. Fonte: (NUSSBAUM et al. 2017)

| Indicação | Recomendações de parâmetro | Medidas de resultado demonstrando benefício |
|--|--|---|
| Prevenção ou tratamento de subluxo de ombro resultante de flacidez de membros superiores pós-AVC | <p>Colocação do eletrodo: sobre o ventre do músculo supraespinhal e deltóide posterior. Evite fibras do trapézio superior e encolher de ombros excessivamente. Aplicar um segundo canal para estimular a cabeça longa do bíceps pode ser benéfico para corrigir o alinhamento da cabeça umeral.</p> <p>Posição do corpo e dos membros: paciente sentado com apoio de braço</p> <p>Forma de onda NMES: simétrica ou assimétrica bifásica corrente pulsada</p> <p>Frequência: 30–35 Hz</p> <p>Duração do pulso: 250–350 µs</p> <p>Amplitude da corrente: suficiente para produzir uma contração muscular suave e sustentada e redução do subluxo do ombro</p> <p>Trabalho –Ciclo de descanso: ON: OFF 10–15 s tempo ON com tempo de descanso progressivamente mais curto (30 s tempo ON, 2 s OFF tempo). O tempo de aceleração (1–4 s) é definido para garantir o conforto do paciente; um tempo de desaceleração mais longo pode ser necessário para evitar a dor ou o estiramento do tecido quando o braço cede devido à gravidade.</p> <p>Esquema de tratamento: progrida para 2–4 h / d com base na fadiga muscular.</p> <p>Frequência da sessão: 7 d / sem por 4–6 semanas ou até que o controle voluntário seja restaurado.</p> <p>Iniciação de eletroestimulação: assim que ocorrer flacidez do ombro e antes que a dor tenha manifestado; aplicado em conjunto com outras estratégias de reabilitação. Pode ser aplicado com segurança e conforto dentro de 24–72 h após o curso. A eletroestimulação pode reduzir o sublux existente até 6 meses após o AVC; no entanto, a probabilidade de melhora reduz acentuadamente com o tempo após o AVC.</p> <p>O suporte de braço simultâneo é necessário quando a eletroestimulação é desligada para evitar maior alongamento das estruturas articulares.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Subluxo reduzido (raio-X) • Aumento da força muscular (abdução do ombro e rotação externa) • Aumento de amplitude de movimento • Aumento da atividade eletromiografia • Dor reduzida em repouso e com movimento do ombro com amplitude de movimento passiva ou ativa • Função de braço aprimorada (por exemplo, Fugl-Meyer, Teste do braço de pesquisa-ação, Escala de Avaliação Motora) |
| Justificativa para o protocolo eletroestimulação recomendado | <p>A frequência de pulso de 30–35 Hz é semelhante à taxa normal de descarga das unidades motoras desses músculos. Foi demonstrado que frequências mais baixas ou mais altas do que ocorrem naturalmente reduzem a geração de força muscular e resultam em um declínio mais rápido na geração de força que se pensa ser devido à fadiga. Os músculos afetados pelo AVC requerem maior amplitude e maior duração do pulso de eletroestimulação do que os músculos contralaterais não paréticos.</p> <p>O tempo de descanso (isto é, o tempo OFF) é progressivamente reduzido ao longo de várias semanas conforme a resistência muscular aumenta, e menos tempo OFF é necessário para compensar a fadiga.</p> <p>Os tratamentos são aplicados até que o braço se recupere, a paralisia flácida diminua e os músculos do ombro sejam capazes de sustentar o braço contra a gravidade.</p> | |

| | |
|---|--|
| Efeito fisiológico de eletroestimulação | A ativação dos músculos supraespinhal e deltóide produz uma substituição ortótica que impede o alongamento da cápsula articular e cria um melhor alinhamento da cabeça do úmero na fossa glenóide, que protege os tecidos conjuntivos e nervos na região do ombro. O recrutamento de unidades motoras induzido por eletroestimulação melhora a força e pode alterar a composição da fibra muscular, que é conhecida por ser afetada pelo AVC. É incerto se a eletroestimulação melhora o movimento reduzindo a espasticidade muscular. |
|---|--|

Tabela 2 - Resumo da literatura e recomendações para o uso de eletroestimulação em doenças críticas e estados avançados de doença

| Indicação | Recomendações de parâmetro | Medidas de resultado demonstrando benefício |
|--|--|---|
| DPOC avançada, insuficiência cardíaca, sepse, distúrbio da consciência, doença maligna e durante ventilação mecânica | <p>Colocação de eletrodos: grupos musculares de extremidade inferior bilateralmente; principalmente quadríceps, frequentemente também pernas e músculos da panturrilha</p> <p>Posição dos membros: pacientes da UTI em decúbito dorsal com o joelho apoiado em 30–40° flex; pacientes com insuficiência cardíaca congestiva sentados com os joelhos flexionados a 90°; Pacientes com DPOC sentados com flexão do joelho 65–90°</p> <p>Forma de onda: corrente pulsada bifásica de baixa frequência</p> <p>Frequência: 50 Hz</p> <p>Duração do pulso: 350–400 µs</p> <p>Ciclo de trabalho-descanso: Pacientes com DPOC, ON: OFF 6–8: 12–24 s (proporção de 1: 2 ou 1: 3; tempos de ON mais curtos emparelhados com tempos de OFF mais curtos); Pacientes de UTI e insuficiência cardíaca congestiva, ON: OFF 2–5: 4–10 s (proporção de 1: 1 ou 1: 2; tempos de ON mais curtos emparelhados com tempos de OFF mais curtos)</p> <p>Esquema de tratamento: 30–60 min / d. Alternativamente, 30 min, aumentando gradualmente para 60 min. Tempo total dividido entre os grupos de músculos.</p> <p>Frequência da sessão: pacientes com DPOC, 5–7 dias / sem por 6–8 semanas; Pacientes de UTI, diariamente até a extubação ou alta da UTI; Pacientes com ICC, 5–7 dias / sem por 8–10 semanas.</p> <p>Amplitude atual: intensidade máxima tolerada individual. Para pacientes com DPOC, uma forte contração muscular é a resposta mínima aceitável; na UTI, nem sempre ocorre contração muscular.</p> | <ul style="list-style-type: none"> Degradação de proteína muscular (análise de urina; análise de biomarcador) Circunferência da coxa Área da seção transversal (por TC, mas não quando medida por antropometria ou varredura absorptometria de raios-X de dupla energia (mede a densidade mineral óssea)) Força dos músculos extremidade inferior (dinamometria isométrica ou isotônica, pontuação escala do Medical Research Council), Ex capacidade (6MWT, Distância Incremental de Caminhada de Ônibus, Teste de Caminhada de Resistência) Prevenção de atrofia muscular (US, biópsia) Níveis de função (transferências, Teste de Função Física em Terapia Intensiva) Função cardiopulmonar (captação de O₂, ventilação mínima, frequência cardíaca, pontuação de sintomas de Borg, espirometria) Falta de ar (escala de dispneia escala do Medical Research Council, Questionário Respiratório de St George, Escala de Borg, Mageri Foundation Respiratory Failure Questionnaire) Duração do desmame da ventilação e diminuição do tempo de internação na UTI Qualidade de vida (SF-36, Questionário Respiratório Crônico, Questionário de Insuficiência Respiratória da Fundação Mageri) Segurança e viabilidade |
| Justificativa para o protocolo de eletroestimulação recomendado | <p>A maioria dos estudos selecionou parâmetros para minimizar a fadiga muscular - isto é, tempos curtos de ON de 2–6 s. Isso está em nítido contraste com estudos envolvendo lesões musculoesqueléticas e cirurgia de joelho.</p> <p>Uma frequência de 50 Hz foi repetidamente associada com massa muscular preservada e com melhora da força e capacidade funcional; portanto, é recomendado para eletroestimulação nesta população. Outras frequências foram utilizadas: 35 e 50 Hz foram comparados e provaram benefícios iguais após o tratamento diário na UTI; também não houve diferença imediata na função respiratória em pacientes com DPOC após uma única sessão usando 15 ou 75 Hz. Em 3 estudos de UTI, a frequência foi fixada em 100 Hz. Algum benefício foi observado, mas não há evidência de que 100 Hz fosse mais benéfico do que 50 Hz, e é conhecido por causar fadiga rápida.</p> <p>Os 2 estudos envolvendo a população com ICC diferiram em suas configurações de frequência e duração diária do tratamento: 1 usou 15 Hz por 120 min BID, e o outro usou 50 Hz por 60 min / d; ambos mostraram inúmeros benefícios em comparação com CON.</p> <p>A progressão do tempo de ON, duração total do tratamento / dia e número de sessões / semana foi frequentemente encontrada na literatura.</p> | |
| Efeito fisiológico de eletroestimulação | <p>A literatura mostra que o NMES preserva a força e a massa muscular e reduz a taxa de degradação muscular. Manter a força e resistência muscular facilita a manutenção da capacidade funcional.</p> <p>A maior parte do benefício da eletroestimulação estava relacionada às adaptações neurais porque a hipertrofia verdadeira era raramente encontrada em pacientes com DPOC. No entanto, o aumento da CSA foi demonstrado em pacientes com DPOC e pacientes de UTI. A melhora na distância caminhada e tolerância Ex em pessoas gravemente doentes foi devido a ganhos na força muscular e resistência porque a eletroestimulação parece ter pouco efeito sobre os processos fisiológicos associados com Ex ou na capacidade oxidativa dos quadríceps. Aumento no tipo II e diminuição nas fibras tipo I foi mostrado.</p> <p>Pacientes com DPOC descobriram que a eletroestimulação melhorou mais a tolerância Ex em pacientes com músculos melhor preservados. Esses pacientes também toleraram maior amplitude de corrente, o que ele sugeriu que poderia explicar os resultados e que também reforça a importância da alta intensidade de estimulação.</p> | |

MATERIAIS E MÉTODOS:

Neste estudo, recém-publicados, ensaios clínicos randomizados relevantes que foram publicados antes de abril de 2019 foram incluídos, os tamanhos das amostras dos estudos incluídos eram maiores do que os dos estudos incluídos em outras avaliações sistemáticas e uma análise quantitativa foi conduzida nos dados na forma de uma meta-análise, que nos permitiu determinar as diferenças nos resultados principais, bem como a autenticidade e fiabilidade dos resultados. Usamos ferramentas robustas de análise estatística, incluindo um modelo de efeitos aleatórios, no qual os pesos de pequenos e grandes estudos são levados em consideração. Além disso, diferentes conclusões foram tiradas sobre se a eletroestimulação pode melhorar a força muscular de pacientes de UTI e encurtar a VM e o tempo de permanência na UTI em um estudo de Zhang et al. que incluiu apenas 5 ensaios clínicos randomizados. Esse resultado pode estar relacionado a diferenças nos padrões de inclusão e exclusão, sujeitos do estudo, tamanho da amostra e outros fatores. Com base nas diferenças nos resultados dos dois estudos, sugere-se que a eficácia da eletroestimulação na prevenção da FA-UTI seja posteriormente verificada em estudos de maior qualidade. Além disso, existem algumas limitações deste estudo. Em primeiro lugar, alguns indicadores de resultado têm um nível óbvio de heterogeneidade, que pode estar relacionado a diferenças nos grupos e características de pacientes. O mecanismo fisiopatológico da FA-UTI não é claro atualmente, e muitos fatores de influência inevitavelmente levam à heterogeneidade clínica entre os indivíduos incluídos em cada estudo. Segundo, este estudo incluiu apenas artigos publicados em chinês e inglês e ignorou a literatura cinzenta e artigos publicados em outras línguas no processo de recuperação, o que pode levar a alguns erros nos resultados deste estudo. Terceiro, neste estudo, os efeitos adversos e a relação custo-eficácia não foram avaliados (MIAO et al. 2020).

DISCUSSÃO:

Nos nove estudos selecionados, descobrimos que a eletroestimulação pode ser aplicada a diferentes tipos de pacientes e objetivos dentro da UTI. Dentre eles, a eletroestimulação foi usada em pacientes com choque séptico para manter o volume e a força muscular, em pacientes com trauma para prevenir a trombose venosa profunda e em pacientes críticos para verificar: (a) os efeitos da eletroestimulação sobre a massa muscular em curto e longo prazo de internação hospitalar; (b) os efeitos deletérios da eletroestimulação em marcadores biológicos relacionados à degradação muscular; e (c) seus benefícios para a funcionalidade muscular e prevenção da polineuropatia (WAGECK ET AL. 2014). Já na revisão realizada por Moraes.

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.

Utilizou-se 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 minutos. Também se observa 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 minutos (MORAES; COSTA; NASCIMENTO, 2019, p.576).

A qualidade metodológica dos artigos selecionados mostra a carência de estudos de alta qualidade que mensurem os efeitos da eletroestimulação aplicada a pacientes críticos. Os melhores estudos foram os de Poulsen et al. e Rodriguez et al. Não alcançaram a maior pontuação possível devido à dificuldade em cegar o terapeuta e o paciente. Além disso, o estudo de Rodriguez et al. não relatou se a análise foi por intenção de tratar. Os estudos com classificação mais baixa foram os estudos de Karatzanos et al. (2012) e Bouletreau et al. (1986), que pontuaram 4 na escala Pedro e foram considerados de baixa qualidade metodológica. O estudo de Karatzanos et al. recebeu apenas pontos para alocação aleatória a grupos, similaridade na linha de base, comparação entre os grupos após a intervenção e apresentação de medidas de variabilidade para pelo menos um resultado chave. O estudo de Bouletreau et al. (1986) foi diferente do estudo de Karatzanos et al. (2012) apenas porque satisfaz o requisito de medidas de pelo menos um resultado-chave obtido de mais de 85% dos assuntos inicialmente alocados para grupos; no entanto, não atendeu ao requisito de semelhança entre os grupos no início do estudo. Quanto à forma de aplicação, foram utilizados diferentes métodos sem nenhum padrão particular na seleção dos parâmetros de modulação da eletroestimulação. A frequência variou de 1,75Hz a 100Hz, com duração de pulso variando de 300 a 400µs. Segundo Kesar e Binder-Macleod (2006), a menor fadiga muscular é produzida quando de média frequência (em torno de 30Hz) e duração média do pulso ($150 \pm 21 \mu s$) são usados. A maioria dos estudos selecionados utilizou frequências próximas à faixa sugerida por Kesar e Binder-Macleod; no entanto, a duração do pulso foi de pelo menos o dobro. Isso pode explicar porque alguns dos estudos não encontraram resultados positivos após a eletroestimulação devido ao cansaço que produzia.

Assim como nos parâmetros de frequência e duração de pulso, os tempos de aplicação também apresentaram grande variabilidade, variando de 30 a 60min, uma ou duas vezes ao dia. Além disso, a eletroestimulação foi aplicada de 4 a 5 dias por semana e o tratamento variou de 1 semana até a alta da UTI ou extubação efetiva. O posicionamento dos eletrodos não seguiu um padrão, com posicionamento unilateral em alguns estudos, posicionamento bilateral em membros inferiores em outros ou em membros inferiores e superiores unilateralmente. Em relação à intensidade de estimulação, com exceção do estudo

de Gruther et al. (2010) que aplicaram a eletroestimulação até que uma contração tetânica máxima fosse alcançada, todos os estudos usaram a eletroestimulação com intensidade suficiente para obter pelo menos uma contração visível durante a aplicação. Como houve importante heterogeneidade metodológica entre os estudos, parece que a mesma heterogeneidade se refletiu em termos estatísticos, pois o valor de I_2 (56%) apresentou alta heterogeneidade estatística na metanálise. Isso poderia ser interpretado como uma indicação de falta de acordo entre os pesquisadores sobre o que é importante em termos de procedimentos e medidas de resultados ao investigar os efeitos da eletroestimulação em pacientes criticamente enfermos.

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, semanalmente (MORAES; COSTA; NASCIMENTO, 2019, p.575).

De acordo com os dados obtidos nos estudos selecionados, a eletroestimulação apresenta bons resultados quando utilizada para manter o volume muscular dos membros inferiores. Dois estudos avaliaram a massa muscular por ultrassom e concluíram que a eletroestimulação preserva a massa muscular de pacientes críticos em repouso na cama. Além disso, Poulsen et al. (2011) utilizaram a tomografia computadorizada e encontraram a menor perda de massa muscular no membro estimulado em comparação ao membro não estimulado do mesmo paciente. Ao avaliar a força muscular periférica usando a escala do Medical Research Council, três estudos mostraram melhora significativa na força muscular global com o uso de eletroestimulação. Essa técnica apresentou efeito para manutenção da massa e força muscular, mas o estudo de Bouletreau et al. (1986) mostraram que a estimulação elétrica em pacientes em repouso no leito deve ser usada com cautela, pois influencia na degradação da proteína muscular. No entanto, o estudo de Bouletreau et al. (1986) utilizou a menor frequência de todos os estudos (1,75Hz), o que pode ter levado a uma fadiga maior do que as outras.

Além disso, não está claro se existe uma relação entre a força muscular dos membros e a VM. No entanto, os resultados de De Jonghe et al. (2007) questionam se tal relação realmente existe, visto que apresentam relação entre a força muscular do membro e a força muscular respiratória; além disso, mostram

relação entre força muscular respiratória e tempo em VM para pacientes críticos. Portanto, é possível que a fraqueza muscular em membros inferiores represente a necessidade de maior permanência em VM. Entre os estudos incluídos, apenas Routsis et al. (2010) investigou os efeitos da eletroestimulação na força muscular e também observou o tempo em VM. Eles encontraram efeitos positivos para o grupo eletroestimulação em relação à VM e período de desmame. No entanto, houve uma grande variabilidade para o grupo de controle em relação ao período de desmame (mediana de 3 dias, intervalo de 0–44) e tempo entre a extubação e a alta da UTI (mediana de 6 dias, intervalo de 0–41). Dessa forma, essa grande variabilidade observada no grupo controle pode ter afetado as comparações estatísticas, reforçando a necessidade de maiores investigações.

Dentre os estudos selecionados, dois utilizaram a escala do Medical Research Council para verificar o efeito da eletroestimulação sobre a força desses pacientes, permitindo uma metanálise desse desfecho para o músculo quadríceps femoral. A metanálise incluiu um estudo de alta qualidade metodológica e outro de qualidade intermediária e mostrou um efeito significativo a favor do grupo que recebeu eletroestimulação sobre o controle. Isso mostra que a eletroestimulação foi capaz de manter ou aumentar a força do quadríceps em pacientes criticamente enfermos em UTI. Embora a escala do Medical Research Council use números ordinais, os estudos incluídos na meta-análise usaram dados contínuos. Por esse motivo e pela dificuldade em dicotomizar os dados da escala do Medical Research Council, dados contínuos também foram usados na meta-análise.

Uma possível limitação da meta-análise é a abordagem estatística utilizada para o estudo de Rodriguez et al. (2012). Um teste não paramétrico foi aplicado neste estudo para comparar o lado estimulado com o lado não estimulado. É um teste menos robusto, o que pode explicar a significância apresentada no estudo. Para esta meta-análise, consideramos os lados estimulados e não estimulados como grupos independentes. Outra possível limitação é que o estudo com maior peso na meta-análise foi o estudo com qualidade metodológica intermediária. Assim, os resultados da meta-análise devem ser analisados com cautela. Infelizmente, apenas dois estudos foram incluídos na meta-análise e esses estudos mediram a força dos pacientes por um teste manual que é considerado confiável para pacientes de UTI, no entanto, uma escala com baixa precisão, pois os resultados de uma única avaliação articular são limitados apenas 5 pontuações possíveis, ao contrário de um dinamômetro, por exemplo, que apresenta dados contínuos.

Algumas revisões de literatura anteriores, com objetivos semelhantes ao presente, foram publicadas recentemente. As conclusões dessas publicações corroboram nossos achados de que a eletroestimulação é provavelmente uma ferramenta útil para a manutenção da força e massa muscular em pacientes críticos. No entanto, algumas diferenças entre esses estudos podem ser notadas. O estudo de Williams e Flynn não limitou sua análise às melhores evidências, pois incluiu estudos

que não eram ensaios clínicos randomizados e Maffiuletti et al. (2010) incluiu estudos que aplicaram eletroestimulação fora da UTI. Essas revisões também tiveram estratégias de busca diferentes, pois o número de estudos recuperados dos respectivos pesquisadores é substancialmente diferente do estudo atual. Apesar das limitações da metanálise, a presente revisão sistemática traz informações objetivas a respeito da aplicação da eletroestimulação em UTI. A busca em oito bases de dados e a análise detalhada da longa lista de títulos confirmam os dados da presente revisão. Embora a maioria dos estudos selecionados não tenha utilizado metodologia adequada, eles mostraram que a eletroestimulação pode manter ou aumentar a força muscular, manter a massa e o volume muscular, reduzir o tempo de VM e de desmame e aumentar a degradação muscular em pacientes críticos em UTI. Portanto, estudos com alta qualidade metodológica ainda são necessários. Estudos futuros devem incluir pacientes com doenças semelhantes. Um projeto possível seria a investigação dos efeitos da eletroestimulação aplicada uma vez ao dia por 30min (35Hz, largura de pulso 150µs, tempo em 5se folga 5s) no quadríceps femoral de pacientes de UTI. Diferente da maioria dos estudos vistos aqui, a alocação deve ser oculta, os avaliadores devem ser cegos e a intenção de tratar deve ser implementada na análise.

CONCLUSÃO:

A eletroestimulação tem um papel claro nos pacientes da UTI desde sua admissão até a alta hospitalar. Em primeiro lugar, há fortes evidências de que a eletroestimulação pode prevenir a fraqueza adquirida na UTI, bem como preservar a massa muscular, evitando assim a atrofia apresentada acima. Apesar desses dados de pesquisa promissores, pesquisas mais rigorosas devem ser realizadas a fim de investigar o efeito de longo prazo da eletroestimulação na recuperação funcional de sobreviventes de UTI. Além disso, uma vez que diferentes tipos de estimulação elétrica têm sido usados pela maioria dos estudos, os parâmetros de eletroestimulação ideais precisam ser esclarecidos em pesquisas futuras. Por último, a FES é uma técnica de eletroestimulação mais funcional que já foi investigada em pacientes neurológicos (acidente vascular cerebral, LME, etc.), acaba de se fundir em pesquisas em UTI com resultados a serem publicados e mais estudos a serem realizados antes que conclusões firmes possam ser tiradas.

REFERÊNCIAS:

Bouletreau, P. Patricot, Mc F. Saudin, M. Guiraud, B. Mathian. Effets Des Stimulations Musculaires Intermittentes Sur Le Catabolisme Musculaire Des Malades Immobilisés En Réanimation. *Ann Fr Anesth Reanim*, 5 (1986), Pp. 376-380

De Jonghe, B. Bastuji-Garin, S.M.-C. Durand, I. Malissin, P. Rodrigues, C. Cerf, Et Al. Respiratory weakness is associated with limb weakness and delayed weaning in critical illnesses. *Crit Care Med*, 35 (2007), Pp. 2007-2015

Fossat G, Baudin F, Courtes L, Et Al. Effect of leg cycling in bed and electrical stimulation of the quadriceps on global muscle strength in critically ill adults: a randomized clinical trial. *Jama*. 2018; 320 (4): 368-378. Doi: 10.1001 / Jama. 2018.9592

Gruther, W. Kainberger, F. Fialka-Moser, V. T. Paternostro-Sluga, M. Quittan, C. Spiss, Et Al. Effects of Neuromuscular Electrical Stimulation on the Thickness of the Muscle Layer of the Knee Extensor Muscles in Patients in the Intensive Care Unit: A Pilot Study. *J Rehabil Med*, 42 (2010), Pp. 593-597

Karatzanos, E. Gerovasili, V. D. Zervakis, E.-S. Tripodaki, K. Apostolou, I. Vasileiadis, Et Al. Electrical Muscle Stimulation: An Effective Form Of Exercise And Early Mobilization To Preserve Muscle Strength In Critical Patients. *Crit Care Res Pract*, 2012 (2012), Pp. 1-8

Kesar, T. Binder-Macleod. S. Effect of Pulse Frequency and Duration on Human Muscle Fatigue During Repetitive Electrical Stimulation. *Exp Physiol*, 91 (2006), Pp. 967-976

Kloth Lc. Electrical Stimulation For Wound Healing: A Review Of Evidence From In Vitro Studies, Animal Experiments, And Clinical Trials. *Lower Extr Wounds* 2005; 4: 23-44.

Leite Ma, Osaku Ef, Albert J, Et Al. Effects of Neuromuscular Electrical Stimulation of the Quadriceps and Diaphragm in Critically Ill Patients: A Pilot Study. *Crit Care Res Pract*. 2018; 2018: 4298583. Published on July 8, 2018. Doi: 10.1155 / 2018/4298583

Maffiuletti, Na. Physiological and Methodological Considerations for the Use of Neuromuscular Electrical Stimulation. *Eur J Appl Physiol*, 110 (2010), Pp. 223-234

Miao Liu, Jian Luo, Jun Zhou, Xiaomin Zhu, Intervention Effect Of Neuromuscular Electrical Stimulation On Icu Acquired Weakness: A Meta-Analysis, *International Journal Of Nursing Sciences*, Volume 7, Issue 2, 2020, Pages 228-237

Moraes AV, Costa JS, Nascimento JMR. Os efeitos da eletroestimulação transcutânea em pacientes na unidade de terapia intensiva. *Rev Pesqui Fisioter*. 2019;9(4):572-580.

Nussbaum El, Houghton P, Anthony J, Rennie S, Shay BI, Hovens Am. Neuromuscular Electrical Stimulation For Treatment Of Muscle Impairment: Critical Review And Recommendations For Clinical Practice. *Physiother Can*. 2017; 69 (5): 1-76. Doi: 10.3138 / Ptc.2015-88

Papadopoulos, Manolis & Patsaki, Irini & Christakou, Anna & Gerovasili, Vasiliki & Nanas, Serafim. (2013). Therapeutic Applications Of Neuromuscular Electrical Stimulation In Critical Care Patients. *Chronicles Hospital*. 8. 112-119.

Poulsen, Jb Møller, K. Cv Jensen, S. Weisdorf, H. Kehlet, A. Perner. Effect of Transcutaneous Electrical Muscle Stimulation on Muscle Volume in Patients with Septic Shock. *Crit Care Med*, 39 (2011), Pp. 456-461

Routsis, C. Gerovasili, V. Vasileiadis, I. E. Karatzanos, T. Pitsolis, E. Tripodaki, Et Al. Electrical Muscle Stimulation Prevents Critical Illness Polyneuromyopathy: A Randomized Parallel Intervention Study. *Crit Care*, 14 (2010), Pp. R74

Solis L, Gyawali S, Seres P, Et Al. Effects Of Intermittent Electrical Stimulation On Superficial Pressure, Tissue Oxygenation, And Discomfort Levels For The Prevention Of Deep Tissue Injury. *Ann Biomed Eng* 2011; 39: 649-663.

Wageck B, Nunes Gs, Silva Fl, Damasceno Mc, De Noronha M. Application and Effects of Neuromuscular Electrical Stimulation in Critical Patients: Systematic Review. *Intensive Care* 2014; 38 (7): 444-454.

1 - Acadêmica

2 - Orientador