

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG

Pedro Henrique Le Roy Alberto

**ANÁLISE DO TESTE DE ELETRODIAGNÓSTICO DO MÚSCULO QUADRÍCEPS E
TIBIAL ANTERIOR, ASSOCIADO À ULTRASSONOGRAFIA CINESIOLÓGICA, EM
PACIENTES VENTILADOS MECANICAMENTE E INTERNADOS EM UTI**

Belo Horizonte
2025

Pedro Henrique Le Roy Alberto

**ANÁLISE DO TESTE DE ELETRODIAGNÓSTICO DO MÚSCULO QUADRÍCEPS E
TIBIAL ANTERIOR, ASSOCIADO À ULTRASSONOGRAFIA CINESIOLÓGICA, EM
PACIENTES VENTILADOS MECANICAMENTE E INTERNADOS EM UTI**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Graduação em Fisioterapia da Escola de
Educação Física, Fisioterapia e Terapia
Ocupacional da Universidade Federal de Minas
Gerais, como requisito parcial à obtenção do título
de Bacharel em Fisioterapia.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Marques Tonella

Coorientadora: Profa. Alessandra Almeida dos
Santos

Belo Horizonte

2025

RESUMO

A fraqueza adquirida na unidade de terapia intensiva (FA-UTI) é uma condição comum em pacientes submetidos à ventilação mecânica invasiva (VMI), caracterizada pela disfunção neuromuscular associada à imobilização prolongada e à gravidade clínica. O Teste de Eletrodiagnóstico de Estímulo (TEDE) é utilizado para avaliar a excitabilidade neuromuscular por meio dos parâmetros de reobase, cronaxia, e acomodação, porém apresenta limitações relacionadas à subjetividade na identificação da contração mínima visível. Este estudo objetivou verificar se a ultrassonografia (US), aplicada em conjunto com o TEDE, aumenta a acurácia na detecção dos limiares neuromusculares em pacientes críticos, comparado com o método tradicional em que se observa o abalo muscular visualmente, pelo movimento da pele. Tratou-se de um estudo observacional longitudinal que contou com 20 indivíduos, submetidos à ventilação mecânica invasiva (VMI) e após 24 horas de internação em unidade de terapia intensiva (UTI). Os resultados demonstraram diferença estatisticamente significativa dos valores de reobase e cronaxia, ao se realizar a técnica com o uso da US, indicando detecção precoce dos limiares de resposta muscular. Conclui-se que a associação entre TEDE e ultrassonografia proporcionou uma avaliação neuromuscular mais precisa, pois houve uma detecção do abalo muscular e consequentemente dos valores de reobase e cronaxia, detectadas precocemente pela US associada ao TEDE, em pacientes graves.

Palavras-chave: fraqueza adquirida na UTI; eletrodiagnóstico; ultrassonografia; ventilação mecânica; excitabilidade neuromuscular.

ABSTRACT

Intensive Care Unit-Acquired Weakness (ICU-AW) is a common condition in patients undergoing invasive mechanical ventilation (IMV), characterized by neuromuscular dysfunction associated with prolonged immobilization and clinical severity. The Stimulus Electrophysiological Test (SET) is used to assess neuromuscular excitability through parameters such as rheobase, chronaxie, and accommodation, but it has limitations related to the subjectivity in identifying the minimal visible contraction. This study aimed to verify whether ultrasound (US), applied in conjunction with the SET, increases the accuracy in detecting neuromuscular thresholds in critically ill patients compared to the traditional method, which involves visually observing muscle twitch through skin movement. It was a longitudinal observational study involving 20 individuals subjected to invasive mechanical ventilation (IMV) after 24 hours of ICU stay. The results demonstrated a statistically significant difference in rheobase and chronaxie values when the technique was performed with the use of US, indicating early detection of muscle response thresholds. It is concluded that the combination of SET and ultrasound provided a more precise neuromuscular assessment, as muscle twitch and consequently rheobase and chronaxie values were detected early by US associated with SET in critically ill patients.

Keywords: ICU-acquired weakness; electrodiagnosis; ultrasonography; mechanical ventilation; neuromuscular excitability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tela do Sistema ReCARE® durante a execução do TEDE	19
Figura 2. Eletrodos do Sistema ReCARE® e ultrassom portátil durante a captura da contração muscular	19
Figura 3. Suporte do cabeçote do US durante a execução do TEDE	20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Perfil dos pacientes participantes da pesquisa.....	21
Tabela 2. Parâmetros clínicos dos participantes da pesquisa.....	21
Tabela 3. Parâmetros ventilatórios utilizados nos participantes da pesquisa.....	22
Tabela 4. Modos ventilatórios ajustados na VM	22
Tabela 5. Dados da gasometria arterial na avaliação do participante	23

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Acomodação do Tibial Anterior (US x NUS).....	24
Gráfico 2. Reobase do Quadríceps (US x NUS)	24
Gráfico 3. Reobase do Tibial Anterior (US x NUS)	24
Gráfico 4. Cronaxia do Tibial Anterior (US x NUS)	25
Gráfico 5. Cronaxia, acomodação e Reobase do Quadríceps (US x NUS)	25
Gráfico 6. Correlação Reobase do Tibial Anterior (US x NUS)	26
Gráfico 7. Correlação Acomodação do Tibial Anterior (US x NUS)	26
Gráfico 8. Correlação da Cronaxia do Tibial Anterior (US x NUS)	26
Gráfico 9. Correlação Reobase do Quadríceps (US x NUS)	27
Gráfico 10. Correlação Cronaxia do Quadríceps (US x NUS)	27
Gráfico 11. Correlação Acomodação do Quadríceps (US x NUS).....	27

Sumário

1. INTRODUÇÃO	14
2. MÉTODO.....	17
2.1 Desenho do estudo.....	17
2.2 Local da Pesquisa.....	17
2.3. Aspectos Éticos	17
2.4 Amostra	17
2.4.1 Critérios de Inclusão	17
2.4.2 Critérios de Exclusão	17
3. PROCEDIMENTOS	19
3.1 Localização de pontos motores.....	19
3.2 Teste de Eletrodiagnóstico (TEDE)	19
3.3 Visualização Ultrassonográfica da contração eletricamente evocada	20
4. ANÁLISE ESTATÍSTICA	21
5. RESULTADOS	23
5.1 Perfil dos Pacientes	23
5.2 Parâmetros Clínicos	23
5.3 Parâmetros Ventilatórios.....	24
5.4 Gasometria Arterial.....	25
5.5 Análise dos dados	25
5.5.1 Correlação entre os resultados obtidos pelos dois métodos aplicados.....	28
5.5.2. Comparação dos valores de TEDE entre primeiro e terceiro dia.....	30
6. DISCUSSÃO	31
Considerações Finais	33

7. CONCLUSÃO.....	34
REFERÊNCIAS.....	35
ANEXOS	37
Aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG	37
APÊNDICES.....	41
Apêndice A	41
Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	41
Apêndice B:	46
FICHA DE COLETA	46

1 INTRODUÇÃO

A ventilação mecânica consiste em um método de suporte de ventilação artificial, invasiva ou não invasiva, utilizado em unidades de tratamento intensivo (UTI) no auxílio de pacientes gravemente enfermos, fornecendo suporte quando há comprometimento significativo da função respiratória. Neste contexto, entende-se que tal intervenção é necessária para garantir as funções vitais mínimas do indivíduo, fato que envolve monitoramento contínuo e ajustes constantes para otimizar a função respiratória e evitar possíveis complicações¹. Desta forma, ao analisarmos as condições as quais um paciente sob ventilação mecânica invasiva é submetido, observa-se uma constante que interfere diretamente no prognóstico de um paciente: a fraqueza adquirida na UTI^{2,3} (FA-UTI).

A FA-UTI é uma complicação relacionada a pacientes que permanecem em ventilação mecânica invasiva (VMI) por tempo prolongado, sendo caracterizada pela sarcopenia que afeta principalmente a musculatura apendicular, sendo consequência da imobilização prolongada, do uso de bloqueadores neuromusculares, sedativos e outras condições relacionadas ao desuso⁵. Apresenta uma incidência de aproximadamente 25 a 50% dentre os pacientes que permanecem por mais de cinco dias em VMI⁴. Como está diretamente relacionada ao aumento do tempo em suporte ventilatório, potencializa o risco de desenvolvimento de infecções respiratórias, tromboembolismo venoso, presença de úlceras por pressão, ocorrência de neuropatias periféricas e distúrbios eletrofisiológicos^{7,8}.

Além dessas alterações descritas, se observa um prognóstico desfavorável pós alta hospitalar, relacionado à fraqueza muscular a longo prazo e ao retorno às atividades de vida diária, o que diminui a qualidade de vida do indivíduo⁶.

Adicionalmente, a presença da FA-UTI gera impacto direto nos custos operacionais do sistema de saúde e um aumento em até 60% nos serviços de enfermagem e assistência geral; elevação significativa do tempo de permanência em tratamento intensivo e readmissões hospitalares⁹.

O Teste de Eletrodiagnóstico de Estímulo (TEDE) e a ultrassonografia (US) são técnicas complementares e utilizadas na avaliação da qualidade muscular dos pacientes em UTI. O TEDE é utilizado para fornecer informações detalhadas sobre a excitabilidade neuromuscular, incluindo a identificação de limiares de excitabilidade

como a reobase e a cronaxia, sendo útil no diagnóstico de FA-UTI¹⁰. Por outro lado, a US desempenha um papel importante no acompanhamento das alterações musculares durante a necessidade da VMI, oferecendo uma avaliação rápida e de baixo custo da espessura e ecogenicidade musculares. Mendis *et al.* (2010), destacam a eficácia da US, desde que acompanhada por protocolos validados de medida, obtendo resultados comparáveis aos da ressonância magnética, considerada padrão ouro para visualização do tamanho e da área de secção transversa muscular¹¹. Assim, a utilização do TEDE e da US podem proporcionar uma avaliação mais abrangente e precisa da característica muscular em pacientes críticos de UTI, permitindo uma orientação eficaz do tratamento e o monitoramento da evolução do quadro clínico.

Sachetti e col. (2019) analisaram, em sua revisão sistemática, dois artigos em que o TEDE é utilizado para obtenção de parâmetros de reobase e cronaxia, analisados em protocolos semelhantes de estimulação elétrica neuromuscular, em pacientes no ambiente de tratamento intensivo. Os resultados demonstraram que, apesar do teste não ser capaz de determinar a etiologia da doença, foi capaz de ser realizado como triagem, fornecendo subsídios para uma eventual linha de ação, além de dados sobre a qualidade da condução nervosa e da estimulação muscular.

Durante a execução do TEDE e, portanto, da coleta dos limiares de excitabilidade, é crucial observar a mínima contração muscular, geralmente percebido como um sutil movimento da pele, para determinar os valores de reobase, cronaxia e índice de acomodação. Isso garante que os resultados sejam precisos e representativos da resposta neuromuscular frente aos estímulos elétricos aplicados¹². Essa forma de avaliação é subjetiva e fortemente influenciada pela experiência clínica do examinador, pelas condições de iluminação e posicionamento, e pelo nível de sedação ou consciência do paciente, o que pode comprometer a confiabilidade dos dados coletados¹³. Essa subjetividade pode afetar diretamente a dosimetria em protocolos de estimulação elétrica neuromuscular ou até à falha na detecção da resposta, reduzindo a eficácia terapêutica e elevando os riscos clínicos.

Uma limitação adicional de destaque é a padronização interexaminador do TEDE, que limita sua utilização como ferramenta quando realizado por diferentes avaliadores em ambientes de terapia intensiva¹³. Nesse cenário, a ultrassonografia cinesiológica surge como um recurso complementar promissor, ao facilitar a

visualização direta da contração muscular eletricamente evocada, mesmo na ausência de sinais visíveis à olho nu, ampliando a sensibilidade diagnóstica e permitindo o registro em tempo real da resposta muscular, favorecendo a padronização do exame com o uso de suportes fixos para o transdutor, buscando minimizar a interferência do operador e aumentar a reproduzibilidade dos achados.

Diante do exposto, mostra-se necessária a utilização de ferramentas e estratégias que possam ser implementadas de forma prática e ampla em UTI, para promover um diagnóstico preciso e antecipado da FA-UTI e por isso o presente estudo, objetivou investigar se a utilização da US durante o TEDE pode detectar diferenças entre os valores obtidos pela observação direta do abalo ou movimento mínimo da pele *versus* a detecção ultrassonográfica do abalo muscular. Além disso, como objetivo secundário, verificar se houve alteração nos valores absolutos dos limiares musculares excitatórios, ao longo dos três primeiros dias de internação em UTI.

2 MÉTODO

2.1 Desenho do estudo

O presente estudo é observacional prospectivo, derivado de um estudo tipo ensaio clínico placebo controlado randomizado.

2.2 Local da Pesquisa

Para a composição da amostra, foram selecionados pacientes em estado crítico submetidos à VMI e internados na UTI do Hospital Risoleta Tolentino Neves.

2.3. Aspectos Éticos

O projeto foi submetido aos trâmites legais necessários para sua devida realização. Durante o processo, todas as normas regulamentadoras relacionadas a estudos envolvendo seres humanos foram seguidas integralmente. Todos os participantes ou seus representantes legais receberam uma breve explicação relacionada aos benefícios e objetivos do estudo, assim como todos os procedimentos executados. Foram incluídos apenas aqueles pacientes que assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). Não houve modificações na assistência fisioterapêutica em função do estudo e o protocolo de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa foi CAAE: 45536621.5.1001.5149 (ANEXO).

2.4 Amostra

2.4.1 Critérios de Inclusão

Foram incluídos no estudo indivíduos adultos de ambos os sexos, com idade entre 18 e 80 anos, submetidos à ventilação mecânica invasiva por mais de 24 horas e com expectativa de permanência superior a 72 horas.

2.4.2 Critérios de Exclusão

Foram excluídos do estudo pacientes com diagnóstico de sepse, choque séptico, instabilidade hemodinâmica ou síndrome respiratória aguda grave com necessidade de posicionamento em posição prona. Também foram excluídos indivíduos com doenças neuromusculares, neurodegenerativas ou autoimunes, bem

como aqueles com histórico de aneurisma, traumatismo crânioencefálico (TCE) agudo grave, lesão medular grave ou acidente vascular encefálico (AVE). Pacientes com lesões ou alterações neurológicas que comprometiam o membro inferior direito, assim como aqueles com alergia cutânea na região de aplicação dos eletrodos ou da sonda ultrassonográfica, também não foram incluídos na amostra.

3 PROCEDIMENTOS

3.1 Localização de pontos motores

Durante a execução do TEDE, foi necessário encontrar a localização dos pontos motores dos músculos Tibial Anterior e Quadríceps Femoral ao hemicorpo direito. A aferição foi realizada a partir de uma caneta de estímulo *RePen®* com área de estímulo de 1cm² e um eletrodo dispersivo autoadesivo de tamanho 5x5 cm. O eletrodo dispersivo foi posicionado distalmente nos músculos, de forma a manter o ventre muscular livre para observação da contração mínima e manipulação do aparelho de ultrassonografia. A varredura do ponto motor foi realizada com intensidade fixa de pulso quadrado, bifásico, balanceado de largura crescente de 0ms a 500ms. Foi utilizado gel hipoalergênico à base de água para condução do estímulo elétrico entre os condutores e a pele do paciente. O equipamento de Sistema de Ativação e Monitorização Neuromuscular Automático (SAMNA) - *ReCARE®*, produzido pela empresa *VISURI Health* foi utilizado durante o processo de localização dos pontos motores.

3.2 Teste de Eletrodiagnóstico (TEDE)

O teste em questão foi aplicado em três momentos: 48h de internação (Dia 1), 120 horas de internação (Dia 3) e no momento pré-alta do paciente. Consistiu na obtenção de valores relacionados à capacidade de transmissão de estímulos transcutâneos elétricos de forma não invasiva, com finalidade de detectar possíveis desordens eletrofisiológicas. Foram coletados valores de reobase, sendo classificada como a menor intensidade de um pulso quadrado, bifásico e balanceado necessário para causar a mínima contração visível; e a cronaxia, sendo ela a menor largura de pulso com o dobro da intensidade de reobase, necessária para evocar a mínima contração visível; e a acomodação, sendo definida pela menor intensidade de um pulso lento e exponencial capaz de desencadear uma contração mínima visível. O equipamento (SAMNA) - *ReCARE®* foi utilizado para conduzir o teste em questão, conforme demonstra a figura 1.

Dados gerais							
Músculo	Rebase mA	Cronaxia μs	Acomodação mA	Índice de acomodação	Material do eletrodo	Formato do eletrodo	Tamanho do eletrodo
Tibial Anterior Direito	10	800	35	3,5	Silicone carbonado	Retangular	5cm x 5cm
TA US	9	750	32	3,6	Silicone carbonado	Retangular	5cm x 5cm
QDCP	34	200	120	3,5	Silicone carbonado	Retangular	5cm x 5cm
QDCP US	33	150	110	3,3	Silicone carbonado	Retangular	5cm x 5cm

Figura 1. Tela do Sistema ReCARE® durante a execução do TEDE. **Fonte:** Arquivo Pessoal.

3.3 Visualização Ultrassonográfica da contração eletricamente evocada

Para a visualização da mínima contração durante a execução do teste de Eletrodiagnóstico, foi utilizado o equipamento ultrassonográfico da marca GE, com cabeçote linear, frequência de 7,5 mega Hz e janela de visão de quatro a seis centímetros. O posicionamento do cabeçote foi fixado por um suporte fixo com braço articulado, de forma a reduzir a interferência da força compressiva aplicada pelo avaliador, com orientação no sentido craniocaudal e no plano transverso. A medida do músculo quadríceps femoral foi realizada no 1/3 proximal da distância da espinha ilíaca ântero superior até a borda superior da patela, mantendo uma distância de 4cm do eletrodo utilizado durante a execução do TEDE. O músculo tibial anterior apresenta como referência 1/4 da distância entre a borda inferior da patela e o maléolo lateral, mantendo a sonda afastada por quatro centímetros do eletrodo. Pacientes foram posicionados em decúbito dorsal com quadril em posição neutra e joelho em extensão. A avaliação foi realizada pelo mesmo avaliador durante todos os momentos, conforme demonstrado na figura 2.

Figura 2. Eletrodos do Sistema ReCARE® e Ultrassom portátil durante a captura da contração muscular em tempo real, na execução do TEDE.



Fonte: arquivo pessoal.

Com o intuito de diminuir a interferência do examinador na execução do TEDE associado à ultrassonografia, utilizou-se um braço articulado, fixado à extremidade do leito, para posicionar a sonda ultrassonográfica de modo fixo, mantendo a pressão constante do US na pele do indivíduo, conforme demonstrado na figura 3.

Figura 3. Suporte do cabeçote do US durante a captura da contração muscular em tempo real, na execução do TEDE.



Fonte: arquivo pessoal.

4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Inicialmente, foi realizada uma análise descritiva das variáveis demográficas e clínicas da população estudada. Para as variáveis contínuas, foram utilizadas medidas de tendência central (média ou mediana) e dispersão (desvio padrão ou intervalo interquartil), conforme a distribuição dos dados. As variáveis categóricas foram descritas por frequências absolutas e relativas.

A verificação da normalidade das variáveis foi realizada por meio do teste de Shapiro-Wilk, adotando-se um nível de significância de 5% ($p < 0,05$). Para as variáveis que apresentaram distribuição normal, utilizou-se o teste t pareado para comparações entre medidas dependentes. Nos casos de distribuição não normal, aplicou-se o teste de *Wilcoxon*, adequado para dados pareados. Além disso, a correlação de *Spearman* foi utilizada para avaliar a associação entre variáveis contínuas.

5 RESULTADOS

Esta seção apresenta os dados obtidos a partir da análise da amostra estudada, com base nos procedimentos metodológicos previamente descritos. Os resultados são organizados de forma sistematizada e serão demonstrados por meio de tabelas e gráficos

5.1 Perfil dos Pacientes

A amostra foi composta por 20 pacientes, com média de idade de 58 ± 17 anos. Em relação ao sexo, 11 participantes (55%) eram do sexo masculino e nove (45%) do sexo feminino, expressos na tabela 1.

Tabela 1: Perfil dos Pacientes participantes da pesquisa

	Frequência	Porcentagem
Feminino	9	45%
Masculino	11	55%
Total	20	100%

5.2 Parâmetros Clínicos

Os parâmetros clínicos obtidos no primeiro momento de avaliação estão expressos na tabela 2.

Tabela 2. Parâmetros clínicos dos participantes da pesquisa.

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Idade	20	24	82	58,3	17,4
FC	20	72	124	92	12,5
PAS	20	77	170	125,6	23,3
PAD	20	53	95	73	11,3
PAM	20	61	123	88,4	14,0
FR	20	12	24	18,8	3,0
SpO ₂	20	93	100	97,3	2,0
Temperatura	20	34,9	37,2	36,3	0,6

Legenda: FC – frequência cardíaca; PAS – pressão arterial sistólica; PAD – pressão arterial diastólica; PAM – pressão arterial média; FR – frequência respiratória; SpO₂ – saturação periférica de oxigênio; Temperatura – temperatura corporal.

5.3 Parâmetros Ventilatórios

A média dos parâmetros ventilatórios obtidos no primeiro momento de avaliação, envolvendo o ventilador mecânico está expressa na tabela 3.

Tabela 3. Parâmetros ventilatórios utilizados nos participantes da pesquisa

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
VC	20	303	600	480	90
FRVM	20	15	24	18,9	2,8
PEEP	20	5	10	6,3	1,5
PPI	20	12	33	20,6	5
FiO ₂	20	21	70	37,6	12
PI/PS	20	8	25	14,3	4
VMi	20	6,6	12	8,8	1,6

Legenda: Parâmetros de Ventilação Mecânica: VC – Volume corrente; FRVM – Frequência respiratória do ventilador mecânico; PEEP – Pressão positiva ao final da expiração; PPI – Pressão de pico inspiratória; FiO₂ – Fração inspirada de oxigênio; PI/PS – Pressão inspiratória/pressão de suporte; VMi – Ventilação mecânica invasiva.

Os modos ventilatórios ajustados no ventilador mecânico no momento da primeira avaliação estão expressos na figura 4.

Tabela 4. Modos ventilatórios ajustados na VM

	Frequência	Porcentagem	% Válida	% Acumulativa
PCV	18	90,0	90,0	90,0
PSV	2	10,0	10,0	100,0
Total	20	100,0	100,0	

Legenda: Modos de Ventilação Mecânica: PCV – Ventilação com Pressão Controlada; PSV – Ventilação com Pressão de Suporte.

5.4 Gasometria Arterial

Média dos resultados obtidos no exame de gasometria no primeiro momento de avaliação expressos na tabela.

Tabela 5. Dados da gasometria arterial na avaliação do participante

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
pH	18	7,22	7,57	7,3711	0,09267
PCO ₂	18	26,1	52,9	39,311	7,6587
PO ₂	18	77,7	149,6	104,778	21,0045
SatO ₂	18	93,9	98,8	96,828	1,5540

Legenda: Parâmetros de Gasometria Arterial: pH – Potencial hidrogeniônico; PCO₂ – Pressão parcial de dióxido de carbono; PO₂ – Pressão parcial de oxigênio; SatO₂ – Saturação arterial de oxigênio.

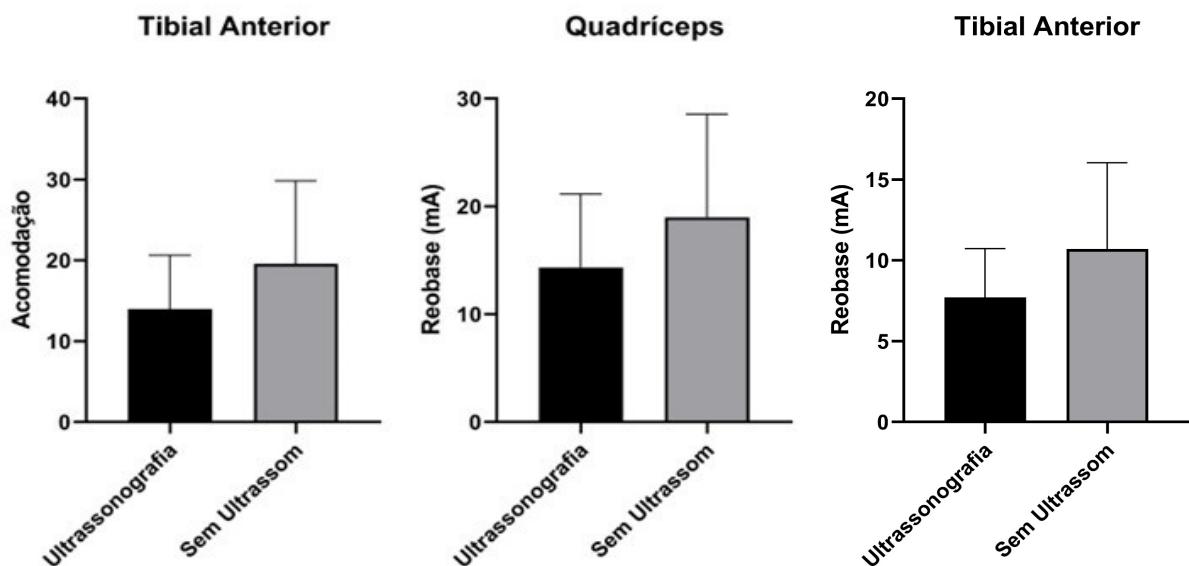
5.5 Análise dos dados

Com base na análise de normalidade, observou-se que as variáveis acomodação do músculo tibial anterior e reobase do músculo quadríceps no primeiro dia apresentaram distribuição normal. Por outro lado, as variáveis cronaxia do tibial anterior e do quadríceps, bem como a acomodação e a reobase do quadríceps, também realizadas no primeiro dia, não apresentaram distribuição normal.

Entre as variáveis com distribuição normal, observou-se diferença estatisticamente significativa tanto na acomodação e reobase do músculo tibial anterior quanto na reobase do músculo quadríceps. Para a acomodação do tibial

anterior no primeiro dia, a média com ultrassom foi de 13,95 mA (\pm 6,7), enquanto sem ultrassom foi de 19,6 mA (\pm 10,2), resultando em uma diferença negativa igual a 5,65 mA. Já a reobase apresentou média com ultrassom de 7,70 (\pm 3,02), enquanto sem ultrassom foi de 10,7 (\pm 5,34) com diferença negativa de 3,0. O teste T-pareado indicou significância estatística para essa diferença ($t = -4,138$; $p < 0,001$) e ($t = -4,016$; $p < 0,001$), com IC 95% (-8,51 / -2,79) e (-4,563 / -1,437) respectivamente. Da mesma forma, na reobase do quadríceps do primeiro dia, os valores com ultrassom apresentaram média e desvio padrão de 14,35 mA \pm 6,8, e sem ultrassom de 19 mA (\pm 9,57), com uma diferença de -4,65 mA. O teste T-pareado também revelou diferença estatisticamente significativa ($p < 0,001$), IC 95% (-7,06 / -2,24). Esses dados estão ilustrados nos gráficos 1 e 2.

Gráficos 1, 2 e 3. Acomodação e reobase do tibial anterior e Reobase do quadríceps US e NUS



Ao analisar as variáveis com distribuição não normal, notou-se uma diferença estatisticamente significativa nas medidas de cronaxia do tibial anterior e nas variáveis reobase, cronaxia e acomodação do quadríceps, entre os métodos: US e NUS.

A média de cronaxia do tibial anterior aferida pelo ultrassom no primeiro dia foi de $2472 \pm 7703 \mu\text{s}$ e a mesma medida sem ultrassom foi de $3402 \pm 8125 \mu\text{s}$, diferença estatisticamente significante ($p = 0,003$), sendo referenciada nos gráfico 4.

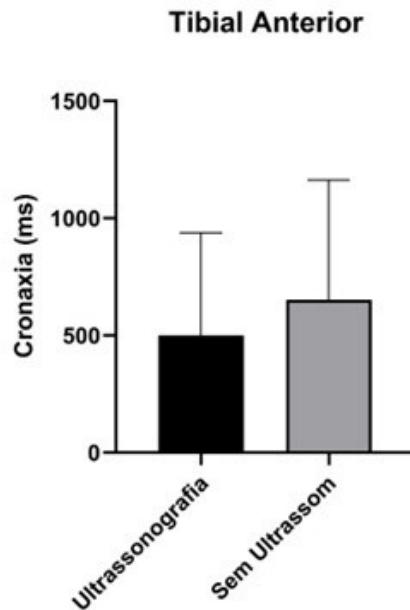


Gráfico 4. Cronaxia do Tibial anterior US e NUS.

A média de reobase do músculo quadríceps, aferida pelo ultrassom no primeiro momento de avaliação, foi de $14,3 \pm 6,8 \text{ mA}$ e a mesma medida sem ultrassom foi de $19 \pm 9,57 \text{ mA}$, com diferença estatisticamente significante ($p < 0,001$). A média de cronaxia com o uso do ultrassom foi de $2370 \pm 8044 \mu\text{s}$ e a mesma medida sem ultrassom foi de $2560 \pm 8236 \mu\text{s}$ ($p < 0,001$). A acomodação apresentou média de 45 com ultrassom e 52,8 sem ultrassom, com valor $p = 0,008$, sendo demonstrado no gráfico 5.

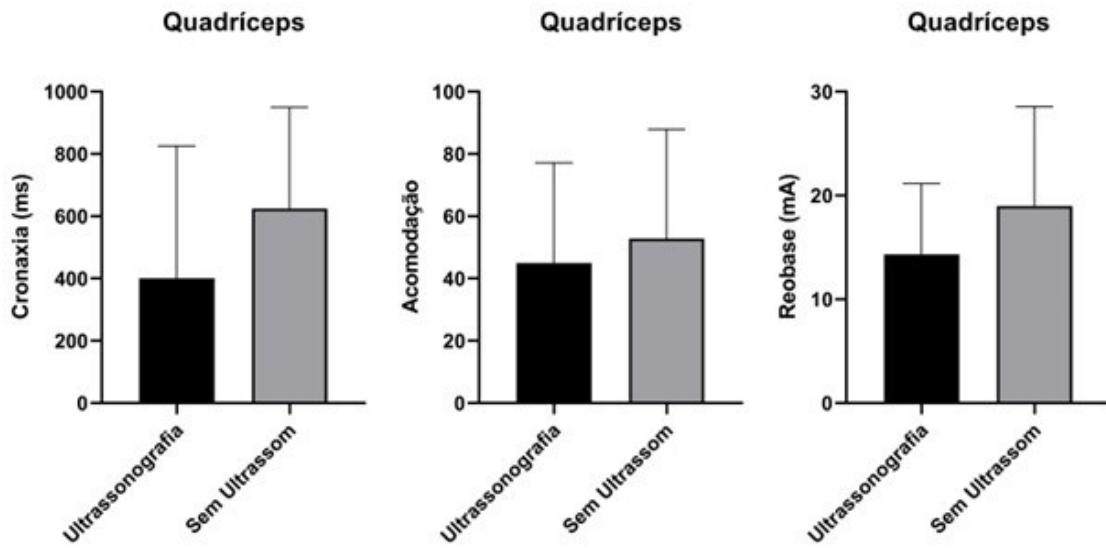
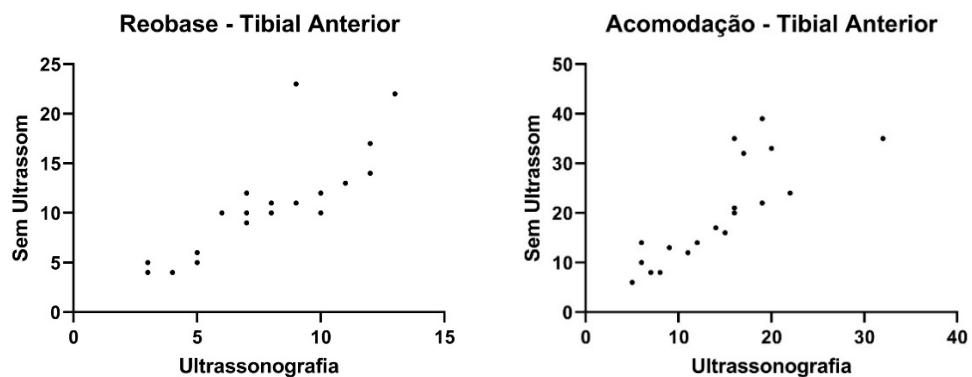


Gráfico 5. Cronaxia, Acomodação e Reobase do quadríceps com US e NUS.

5.5.1 Correlação entre os resultados obtidos pelos dois métodos aplicados.

A correlação de *Pearson* entre os métodos com ultrassonografia e sem ultrassonografia para as variáveis reobase e acomodação do músculo tibial anterior apresentou coeficientes de $r = 0,821$ ($p < 0,001$) e $r = 0,818$ ($p < 0,001$), respectivamente, conforme expresso no gráfico 6 e 7.



Gráficos 6 e 7. Correlação de reobase e acomodação do tibial anterior com US e NUS.

Por meio da correlação de *Spearman*, observou-se, no músculo tibial anterior, o coeficiente de $r = 0,965$ ($p < 0,001$) para a cronaxia. No quadríceps, os valores obtidos foram $r = 0,745$ ($p < 0,001$) para a reobase, $r = 0,790$ ($p < 0,001$) para a cronaxia e $r = 0,809$ ($p < 0,001$) para a acomodação, representados nos gráficos abaixo.

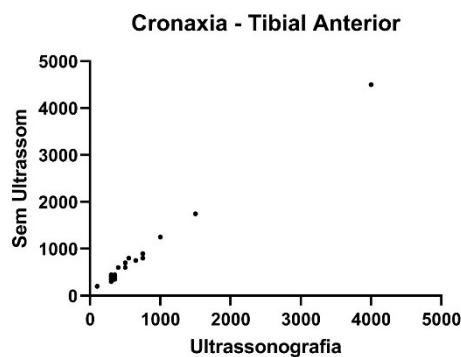


Gráfico 8. Correlação Cronaxia do Tibial Anterior.

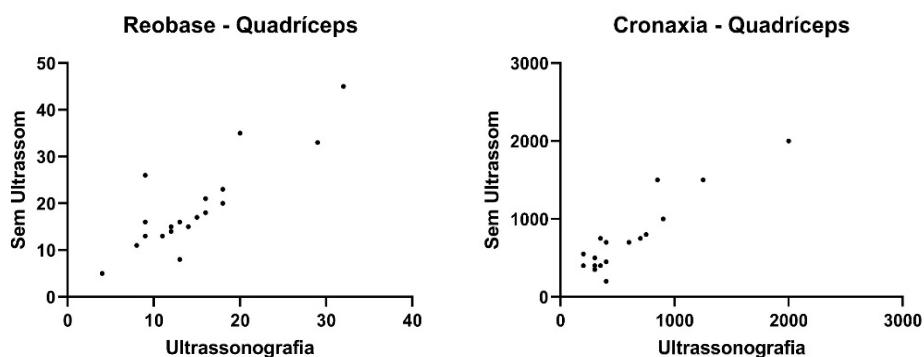


Gráfico 9 e 10. Correlação Reobase e Cronaxia do Quadríceps.

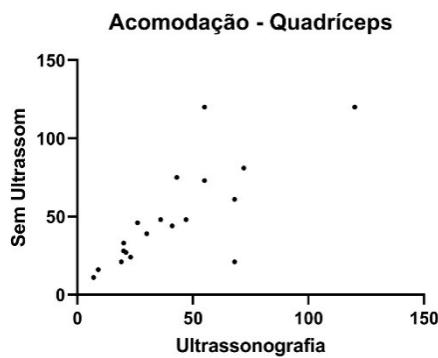


Gráfico 11. Correlação da Acomodação do Quadríceps.

5.5.2. Comparação dos valores de TEDE entre primeiro e terceiro dia.

A comparação dos dados obtidos no primeiro e no terceiro dia de coleta não apresentou diferença estatisticamente significativa no teste t pareado. No entanto, foram observadas diferenças entre os valores absolutos obtidos nos dois dias, ou seja, houve uma diminuição numérica, sem relevância estatística. Esse resultado pode ser atribuído ao número reduzido de participantes analisados no terceiro dia de internação em UTI (n = 5 participantes).

6 DISCUSSÃO

Neste estudo, observou-se que a associação entre o TEDE e a ultrassonografia proporcionou maior precisão na identificação dos limiares neuromusculares em pacientes críticos sob ventilação mecânica. Houve diferença estatisticamente significativa nos valores aferidos de reobase, cronaxia e acomodação, na detecção da contração mínima observada por meio da imagem ultrassonográfica, em comparação à observação visual convencional.

Tais resultados reforçam a relevância da associação entre o TEDE e a ultrassonografia como estratégia sensível e padronizada para avaliação neuromuscular em pacientes críticos sob ventilação mecânica invasiva. A aplicação combinada dos dois métodos permitiu detectar contrações musculares mínimas de forma mais precisa do que a observação visual isolada, especialmente em pacientes sedados ou com rebaixamento de consciência, uma limitação amplamente discutida na literatura. Araújo *et al.* (2017) já descreveram a boa confiabilidade intraexaminador do TEDE, mas com baixa concordância entre examinadores, evidenciando a dependência da experiência clínica e da percepção subjetiva na identificação das respostas musculares. Nesse sentido, a inclusão da US ofereceu um método de verificação associado, favorecendo a consistência dos resultados.

Ao se avaliar a correlação entre os dados obtidos com e sem o uso da ultrassonografia, observou-se uma forte correlação entre os valores obtidos pelos dois métodos, conforme demonstrado pelas análises de *Pearson* e *Spearman*. No entanto, os valores absolutos desses índices foram diferentes. Devido ao fato de se tratar de valores essenciais para a definição da dosimetria ideal, para a aplicação clínica da estimulação elétrica neuromuscular, quaisquer variações irão impactar na terapêutica a ser implementada. Segundo Silva *et al.* (2023), a acurácia na determinação desses limiares influencia diretamente na eficácia e na segurança da EENM, especialmente em pacientes críticos. Nesse contexto, os achados de Santos (2024) reforçam ainda mais a importância da aplicação precisa da EENM, ao demonstrar que essa modalidade terapêutica é capaz de promover alterações relevantes no perfil inflamatório de pacientes graves, evidenciando tanto efeitos anti-inflamatórios quanto aumentos nos valores do TEDE. Assim, mesmo com boa correlação entre os métodos de detecção, a diferença nos valores absolutos obtidos com o auxílio da US, reforça sua relevância como ferramenta complementar no

ambiente da terapia intensiva, possibilitando uma detecção precisa dos valores de excitabilidade muscular, com intuito de dosificar adequadamente a terapêutica com estimulação elétrica.

Petraş *et al.* (2021) utilizaram em seu estudo a ultrassonografia para o monitoramento em tempo real da reatividade neuromuscular para quantificar contrações provocadas por estimulação elétrica, destacando a aplicabilidade à beira-leito e potencial para personalizar os parâmetros terapêuticos. Piva *et al.* (2019) também destacam a importância de integrar ferramentas precisas, como o ultrassom e os testes eletrofisiológicos, para superar as limitações dos métodos voluntários tradicionais em pacientes não responsivos, propondo uma abordagem precoce para avaliação e manejo da ICU-AW (fraqueza muscular adquirida na UTI), corroborando com nossa metodologia utilizada.

Liu *et al.* (2020) em uma revisão sistemática com meta-análise evidenciaram que intervenções baseadas em estimulação elétrica neuromuscular (NMES) podem melhorar significativamente a força muscular, reduzir o tempo de ventilação mecânica e a permanência hospitalar. Contudo, para que a NMES seja aplicada com segurança e eficácia, é essencial que os limiares de estimulação expressos pela cronicidade e reobase, sejam determinados com precisão, para que a dosimetria da estimulação seja correta, o que justifica ainda mais o uso da US como método complementar na coleta desses parâmetros, conforme utilizado nesse trabalho e demonstrada a diferença significativa entre os valores aferidos pelos dois instrumentos.

O presente estudo não apenas aplicou a US associada ao TEDE, mas propôs um modelo de avaliação factível. Considerando a alta incidência de FA-UTI e os custos assistenciais decorrentes de sua progressão, conforme apontado por Silva, Maynard e Cruz (2010), estratégias que promovam diagnóstico precoce e guiem intervenções personalizadas e precoces tornam-se prioritárias dentro das unidades de terapia intensiva.

Além da acurácia demonstrada, destaca-se a viabilidade clínica da associação entre o TEDE e a ultrassonografia cinesiológica no contexto da terapia intensiva. Ambos os métodos apresentam baixo custo operacional e podem ser aplicados à beira-leito, sem necessidade de infraestrutura complexa. A

ultrassonografia, em especial, já é amplamente difundida no ambiente intensivo, com treinamento acessível por meio de cursos de curta duração. Da mesma forma, o TEDE é um exame de execução rápida, com tempo médio estimado entre 10 e 15 minutos por grupo muscular, e a inclusão da ultrassonografia não prolonga significativamente o procedimento, desde que haja padronização do posicionamento e uso de suportes fixos. Essas características favorecem a incorporação desses recursos na rotina assistencial, otimizando a avaliação neuromuscular em pacientes críticos.

Considerações Finais

A aplicação da ultrassonografia possibilitou maior precisão na identificação dos limiares neuromusculares, evidenciada pela diferença significativa dos valores aferidos em relação à avaliação convencional visual do abalo da pele. Além disso, a incorporação da ultrassonografia diminui a subjetividade da observação visual da contração muscular, promovendo maior padronização e sensibilidade no exame. Dessa forma, a combinação do TEDE com a ultrassonografia configura uma alternativa viável e de fácil aplicação à beira-leito, além de possibilitar a redução da dosimetria calculada, em caso de implementação do tratamento com estimulação elétrica, garantindo maior segurança e conforto ao paciente.

7 CONCLUSÃO

A associação entre o Teste Eletrodiagnóstico de Estímulo e a ultrassonografia cinesiológica mostrou-se uma abordagem viável e eficaz para a avaliação neuromuscular de pacientes críticos submetidos à ventilação mecânica invasiva. Essa combinação oferece uma ferramenta complementar, de baixo custo e de fácil aplicação à beira-leito, que possibilita a dosimetria adequada e a elaboração de planos terapêuticos precisos e individualizados. Apesar das limitações encontradas quanto à análise longitudinal devido ao número reduzido de medidas no terceiro dia, os resultados evidenciam o potencial desses métodos para otimizar a monitorização neuromuscular em terapia intensiva. Recomenda-se a continuidade das pesquisas com amostras maiores e maior acompanhamento temporal, para consolidar e ampliar o conhecimento sobre a aplicabilidade clínica do TEDE associado à ultrassonografia, contribuindo para melhores desfechos terapêuticos em pacientes críticos.

REFERÊNCIAS

- 1- CARVALHO, C. R. R. de; TOUFEN JUNIOR, C.; FRANÇA, S. A. Ventilação mecânica: princípios, análise gráfica e modalidades ventilatórias. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, v. 33, supl. 2, p. 54–70, 2007.
- 2- SILVA, Paulo Eugênio; SIMÕES, Alexandre; FERRARI, Francimar. Fraqueza muscular do doente crítico. In: DALTRO, C. H. de C.; MARTINS, A. C. F. (org.). *Fisioterapia motora aplicada ao paciente crítico: do diagnóstico à intervenção*. 1. ed. Barueri, SP: Manole, 2018. cap. 1, p. 3–13.
- 3- PIVA, S.; FAGONI, N.; LATRONICO, N. Intensive care unit-acquired weakness: unanswered questions and targets for future research. *F1000Research*, [S. I.], v. 8, p. F1000 Faculty Rev-508, 17 abr. 2019.
- 4- DEEM, S. Intensive-care-unit-acquired muscle weakness. *Respiratory Care*, [S. I.], v. 51, n. 9, p. 1042–1052, set. 2006. Discussão p. 1052–1053.
- 5- SILVA, A. P. P. da; MAYNARD, K.; CRUZ, M. R. da. Efeitos da fisioterapia motora em pacientes críticos: revisão de literatura. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, [S. I.], v. 22, n. 1, p. 85–91, mar. 2010.
- 6- LATRONICO, N.; GOSSELINK, R. Abordagem dirigida para o diagnóstico de fraqueza muscular grave na unidade de terapia intensiva. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, [S. I.], v. 27, n. 3, p. 199–201, jul. 2015.
- 7- BORGES, V. M.; OLIVEIRA, L. R. C. de; PEIXOTO, E.; CARVALHO, N. A. A. de. Fisioterapia motora em pacientes adultos em terapia intensiva. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, [S. I.], v. 21, n. 4, p. 446–452, out. 2009.
- 8- LINS, A.; SOUZA, D. P. de; BAIA, B. E. R.; PEREIRA, J. C. D.; LEAL, N. N. M.; MANGUEIRA, T. A. S. Efeitos da fisioterapia motora no paciente adulto com fraqueza muscular adquirida na unidade de terapia intensiva: revisão sistemática. *Brazilian Journal of Development*, v. 9, n. 8, p. 25207-25215, 2023.
- 9- LIU, M.; LUO, J.; ZHOU, J.; ZHU, X. Intervention effect of neuromuscular electrical stimulation on ICU acquired weakness: a meta-analysis. *International Journal of Nursing Sciences*, [S. I.], v. 7, n. 2, p. 228–237, 2020.
- 10- SACHETTI, A.; PILAU, J.; DURIGAN, J. L. Q.; DIAS, A. S.; SILVA, P. E. da. Aplicação da técnica de eletrodiagnóstico em pacientes críticos: uma revisão sistemática. *Clin Biomed Res.*, 2019;39(3):231-250
- 11- MENDIS, M. D.; WILSON, S. J.; STANTON, W.; HIDES, J. A. *Validity of real-time ultrasound imaging to measure anterior hip muscle size: a comparison with magnetic resonance imaging*. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, [S. I.], v. 40, n. 9, p. 577–581, set. 2010.

- 12- SILVA, P. E.; MALDANER, V.; VIEIRA, L.; DE CARVALHO, K. L.; GOMES, H.; MELO, P.; BABAUT, N.; CIPRIANO, G.; DURIGAN, J. L. Q. Neuromuscular electrophysiological disorders and muscle atrophy in mechanically-ventilated traumatic brain injury patients: new insights from a prospective observational study. *Journal of Critical Care*, [S. l.], v. 44, p. 87–94, 2018.
- 13- ARAUJO, A. E. T. de. *Confiabilidade e concordância intra e interexaminadores do teste de eletrodiagnóstico de estímulo em pacientes sedados sob cuidados intensivos*. Orientador: João Luiz Quagliotti Durigan. 2017. 41 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Faculdade de Educação Física, Universidade de Brasília, Brasília, 2017.
- 14- SILVA, Paulo Eugênio *et al.* Towards innovative electrodiagnosis tests to investigate neuromuscular excitability dysfunction in critically ill patients: an agreement study. *The Brazilian Society of Biomedical Engineering Research on Biomedical Engineering*, 39(4):1-10, 2023.
- 15- PETRAŞ, A.; DRĂGOI, R. G.; PUPAZAN, V.; DRĂGOI, M.; POPA, D.; NEAGU, A. Using portable ultrasound to monitor the neuromuscular reactivity to low-frequency electrical stimulation. *Diagnostics*, Basel, v. 11, n. 1, p. 65, 3 jan. 2021.
- 16- SANTOS, Amanda de Oliveira. *Impacto da estimulação elétrica neuromuscular sobre marcadores biológicos de pacientes críticos: uma revisão sistemática com metanálise*. 2024. Dissertação (Mestrado em Ciências Aplicadas à Saúde) – Universidade Federal de Sergipe, Lagarto, 2024.

ANEXOS

Aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Titulo da Pesquisa: Estimulação Elétrica Neuromuscular em pacientes com Fraqueza Adquirida na Unidade Terapia Intensiva e COVID 19: Ensaio Clínico Randomizado.

Pesquisador: Rodrigo Marques Tonella

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 45536621.5.1001.5149

Instituição Proponente: Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.807.138

Apresentação do Projeto:

O presente estudo pretende, através de um ensaio clínico, placebo controlado, verificar a eficácia do uso da estimulação elétrica neuromuscular (EENM) na capacidade funcional, na evolução dos valores do eletrodiagnóstico, no tempo de ventilação mecânica e na internação em UTI e hospitalar, na taxa de sucesso de desmame de pacientes críticos de COVID-19. Para compor a amostra, serão selecionados pacientes com diagnóstico clínico de COVID-19, em estado crítico, ventilados mecanicamente e internados na unidade de terapia intensiva no Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais (HC-UFMG) e do Hospital de Clínicas da Unicamp. Todos os participantes ou seus representantes legais, receberão uma explicação detalhada sobre objetivos, riscos, benefícios e procedimentos do estudo. Serão incluídos como participantes somente aqueles que aceitarem o convite, lerem e assinarem o termo de consentimento livre e esclarecido. Para definir o tamanho da amostra, será realizado, inicialmente, um estudo piloto. Serão elegíveis para o estudo aqueles indivíduos com idade entre 18 e 65 anos, independente do sexo, em uso de ventilação mecânica invasiva a mais de 24 horas e que apresentem o diagnóstico positivo para COVID-19. Será realizado teste de localização dos pontos motores e de eletrodiagnóstico além de avaliação da arquitetura muscular por exame de ultrassonografia. Os participantes serão distribuídos aleatoriamente para o grupo de intervenção (EENM) ou placebo (participante será conectado ao aparelho através dos cabos, porém sem saída de corrente). O protocolo será aplicado à musculatura de membros superiores e inferiores bilateralmente, 2 vezes por dia, 7 dias na

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad Bl 2005
Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901
UF: MG Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

Continuação do Parecer: 4.007.138

semana, por duas semanas. Serão considerados os parâmetros clínicos descritos na literatura para aplicação da EENM em pacientes críticos. Todos os participantes serão continuamente monitorizados e ao menor sinal de alteração, a equipe será comunicada e o procedimento imediatamente interrompido. Os participantes serão reavaliados aos 7 e 14 dias da participação no estudo. Os desfechos primários deste ensaio são: eletrodiagnóstico, capacidade funcional, e força muscular periférica.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Verificar a eficácia do uso da estimulação elétrica neuromuscular na capacidade funcional, na evolução dos valores do eletrodiagnóstico, no tempo de ventilação mecânica e na internação em UTI e hospitalar, na taxa de sucesso de desmame de pacientes críticos de COVID-19 com fraqueza adquirida na UTI.

Objetivo Secundário:

Verificar se há diminuição nos tempos de internação em UTI, hospitalar, no tempo de desmame da ventilação mecânica e no grau de funcionalidade do indivíduo.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Segundo os autores:

Riscos:

Ao submetermos o paciente ao uso do EENM, pode ocorrer eventualmente um aumento de frequência respiratória, cardíaca e pressão arterial média. Como todos os pacientes serão continuamente monitorizados, ao menor sinal de alteração, a equipe será comunicada e o procedimento imediatamente interrompido. Alguns pacientes podem expressar desconforto com as contrações produzidas pela corrente elétrica, diante dessa ocorrência o médico plantonista será acionado e o nível de sedoanalgesia será prontamente reavaliado. Poderá ocorrer hiperemia no local de contato com os eletrodos, mesmo sendo o material hipotalergênico. A hiperemia deverá regredir após interrupção da terapia. Caso não ocorra regressão a equipe multidisciplinar será acionada e medicação tópica será solicitada. Em casos de surgimento de alergia cutânea o protocolo será interrompido e o tratamento da alergia será sintomático, prescrito pelo médico responsável.

Benefícios:

A avaliação da eficácia do uso do EENM trará dados objetivos da capacidade desse recurso para, a partir de uma melhora muscular, reduzir o tempo de permanência em VM e tempo de internação.

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad S1 2005

Bairro: Unidade Administrativa II

CEP: 31.270-001

UF: MG

Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4562

E-mail: coesp@cpq.uol.com.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 4.007.138

na UTI, contribuindo para uma melhor capacidade funcional. Dessa forma, este estudo pode ser usado para guiar intervenções futuras em que os fisioterapeutas poderão a EENM no ambiente hospitalar. O paciente participante do estudo se beneficiará com a terapêutica implementada, pois o uso da estimulação elétrica promove manutenção da massa muscular e pode resultar em tempos menores de utilização de ventilação mecânica e internação tanto na UTI quanto no hospital.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Estudo multicêntrico, relevante para a área de conhecimento, conta com financiamento próprio.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos de apresentação obrigatória foram apresentados e se encontram adequados.

Recomendações:

Não se aplica.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Conforme as considerações apresentadas, o parecer é favorável à aprovação do projeto.

Considerações Finais a critério do CEP:

Tendo em vista a legislação vigente (Resolução CNS 466/12), o CEP-UFMG recomenda aos Pesquisadores: comunicar toda e qualquer alteração do projeto e do termo de consentimento via emenda na Plataforma Brasil, informar imediatamente qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento da pesquisa (via documental encaminhada em papel), apresentar na forma de notificação relatórios parciais do andamento do mesmo a cada 06 (seis) meses e ao término da pesquisa encaminhar a este Comitê um sumário dos resultados do projeto (relatório final).

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMACOES_BASICAS_DO_PROJECTO_1730875.pdf	14/04/2021 11:04:08		ACEITO
Outros	Carta_Unicamp.pdf	14/04/2021 11:01:24	Rodrigo Marques Tonella	ACEITO
Solicitação Assinada pelo Pesquisador Responsável	Carta_Edital_FAPEMIG_CEP.pdf	14/04/2021 10:27:54	Rodrigo Marques Tonella	ACEITO
Declaração de concordância	Parecer_HCUFMG.pdf	14/04/2021 10:13:24	Rodrigo Marques Tonella	ACEITO
Outros	Camara_Parecer_EENM.pdf	14/04/2021	Rodrigo Marques	ACEITO

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad S1 2006

Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-001

UF: MG Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@cpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS

Continuação do Parecer: 4.607.134

Outros	Camara_Parecer_EENM.pdf	10:11:43	Tonella	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_EENM.pdf	14/04/2021 10:09:17	Rodrigo Marques Tonella	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_EENM_130421.pdf	14/04/2021 10:08:42	Rodrigo Marques Tonella	Aceito
Folha de Rosto	Folha_Rosto.pdf	14/04/2021 10:07:21	Rodrigo Marques Tonella	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BELO HORIZONTE, 25 de Junho de 2021

Assinado por:

Crisâia Carem Palva Fontainha
(Coordenador(a))

APÊNDICES

Apêndice A

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Estimulação Elétrica Neuromuscular em pacientes com Fraqueza Adquirida internados na Unidade Terapia Intensiva: Ensaio Clínico e Randomizado.

O(A) Sr.(a) ou seu responsável legal está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa Estimulação Elétrica Neuromuscular em pacientes com Fraqueza Adquirida internados na Unidade Terapia Intensiva: Ensaio Clínico e Randomizado, coordenada pelo Prof. Dr. Rodrigo Marques Tonella. Este estudo tem como objetivo avaliar a eficácia do uso de estímulos com corrente elétrica terapêutica (eletroestimulação) para tratamento de fraqueza muscular. Esta fraqueza pode surgir em pacientes internados em Unidade de Terapia Intensiva (UTI) devido à restrição ao leito e imobilidade durante a internação. Queremos ainda verificar se haverá mudança no tempo de suporte com aparelho respiratório e na taxa de sucesso na transição do uso de ventilação artificial para espontânea nestes pacientes.

A fraqueza dos músculos que ocorre em pacientes internados em UTI é chamada de Fraqueza Adquirida (FA-UTI). Há estudos que indicam que ela pode ser melhorada pela estimulação dos músculos com correntes elétricas terapêuticas. O uso de correntes como terapia é bem antigo, está bem documentado na literatura e é totalmente seguro. Não é um tratamento com choques, não provoca queimaduras, nem lesões na pele, nem mal-estar ou dor e desconforto. As correntes usadas no tratamento que estamos propondo são indicadas para Fraqueza Adquirida em UTI. A aplicação será feita de forma local e irá provocar a contração dos músculos estimulados, podendo gerar uma sensação de formigamento. Essa terapia não vai interferir nos outros tratamentos e em outros aparelhos que estiverem conectados a você ou ao seu familiar.

Caso o(a) Sr.(a) aceite participar, será feito um sorteio para definir em que grupo o(a) Sr.(a) irá participar, pois teremos 2 (dois) grupos no estudo. Um grupo receberá a eletroestimulação muscular e o outro grupo receberá uma intervenção sem efeito, chamada de placebo. A duração do estudo será de 2 (duas) semanas.

No início do estudo e ao final do estudo serão coletados seus dados pessoais, clínicos e de exame que constam no seu prontuário médico. Antes da realização da intervenção será feito um procedimento de localização do melhor ponto para estimulação de cada músculo. Para isso vamos usar uma corrente elétrica que será aplicada à pele na região do músculo, por meio de um elétrodo fino como uma caneta. E vamos observar as respostas (contração do músculo) à corrente. Na sequência faremos medidas da quantidade de corrente necessária para chegarmos a uma contração forte dos músculos. A duração do tempo deste procedimento será de 20 minutos. Em seguida, já com os resultados do melhor ponto e o melhor estímulo para promover a contração muscular, faremos a aplicação do estímulo que contrai o músculo.

Todos os participantes do estudo serão submetidos ao exame de Ultrassonografia, que será realizada nos mesmos pontos onde ficam os músculos que os pesquisadores estão estimulando. O ultrassom não gera nenhum desconforto, apenas no momento do exame, você ou seu familiar poderá sentir a temperatura fria do gel usado para deslizar o aparelho pela pele.

A eletroestimulação muscular será realizada no próprio leito e o aparelho será conectado a você ou a seu familiar por meio de cintas de borracha, ligadas por um fio. As cintas serão colocadas em músculos da coxa, do bumbum (glúteo máximo), na parte anterior da canela e batata da perna e de seus braços (músculo bíceps braquial) que serão estimulados. Pretendemos atingir uma contração muscular como resposta, mas você ou seu familiar poderá sentir o músculo contraindo, um leve formigamento ou não sentir nada. As sessões serão realizadas por um fisioterapeuta treinado, 1 vez por dia, 5 vezes na semana, por duas semanas, durante 45 a 50 minutos, utilizando o Sistema de Ativação e Monitorização Neuromuscular Automático (SAMNA) - ReCARE®, produzido pela empresa VISURI Health.

Após a fase crítica da doença, sua sedação ou a de seu familiar será diminuída e você ou seu familiar voltará a interagir com a equipe da UTI. Neste momento você será avaliado por uma escala chamada de escala Medical Research Council (MRC). Ela é um método indicado para o diagnóstico de FA-UTI e sua força para movimentar-se será avaliada. Os músculos testados serão: músculo deltóide (movimenta os ombros), bíceps braquial (dobram o cotovelo), extensores do carpo (dobram o punho), iliopsoas (encolhe a coxa em direção ao abdome), quadríceps da coxa e tríceps sural (batata da perna). A força de mão, será realizada pelo teste de

apertar um instrumento chamado de dinamômetro, destinado a medir o quanto de força você ou seu familiar tem ao tentar fechar os dedos segurando a manopla do equipamento. A avaliação de força será realizada após a interrupção da sedação, com acompanhamento diário do nível de consciência, até o momento em que você ou seu familiar seja capaz de responder aos comandos simples como: “abrir e fechar os olhos”; direcionar o olhar ao examinador – “olhe para mim”; “mostre sua língua”; “balance sua cabeça” e “levante suas sobrancelhas”.

Sua participação ou de seu familiar no estudo é voluntária. O(a) Sr.(a) ou seu familiar não pagará nem receberá qualquer vantagem financeira ou compensações pessoais pela sua participação neste estudo. O(A) Sr.(a) ou seu familiar, como voluntário(a), pode se recusar a participar ou retirar seu consentimento em qualquer fase do estudo. A recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido pelo pesquisador ou pelos profissionais do Serviço. O seu tratamento ou de seu familiar continua inalterado caso você não aceite participar da pesquisa ou retire seu consentimento.

Sua participação no estudo é voluntária. O(a) Sr.(a) ou seu familiar não pagará nem receberá qualquer vantagem financeira ou compensações pessoais pela sua participação neste estudo. O(A) Sr.(a) ou seu familiar, como voluntário(a), pode se recusar a participar ou retirar seu consentimento em qualquer fase do estudo. A recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido pelo pesquisador ou pelos profissionais do Serviço. O seu tratamento ou de seu familiar continua inalterado caso você não aceite participar da pesquisa.

Os pesquisadores também podem decidir sobre a sua saída do estudo por razões científicas, sobre as quais você será devidamente informado. O(A) Sr.(a) ou seu familiar poderá deixar de participar da pesquisa caso fique mais de 2 (dois) dias consecutivos sem receber a intervenção, em decorrência de alterações clínicas que contraindiquem a estimulação dos músculos.

Os riscos para participação no grupo que receberá a eletroestimulação motora são de aumento da frequência respiratória, cardíaca e pressão arterial média. Você estará monitorizado e qualquer alteração em sua pressão, respiração ou estado de alerta serão prontamente resolvidos com a interrupção imediata da eletroestimulação para acompanhamento pela equipe da UTI. Alguns participantes podem expressar desconforto com as contrações produzidas pela corrente elétrica.

Diante dessa ocorrência o médico plantonista será acionado e o nível de sedação e analgesia será prontamente reavaliado. Poderá ocorrer uma vermelhidão na pele sob os eletrodos, mesmo sendo um material hipoalergênico. Essa reação deve regredir após interrupção da terapia. Caso não ocorra regressão, a equipe multidisciplinar será acionada e será solicitada uma pomada. Em casos de surgimento de alergia cutânea, o protocolo será interrompido e o tratamento da alergia será sintomático, prescrito pelo médico responsável. Caso a corrente lhe cause desconforto, o pesquisador irá diminuir a intensidade do aparelho até garantir o seu conforto. Caso haja danos decorrentes dos riscos desta pesquisa, os pesquisadores se responsabilizam e junto à Instituição Principal se comprometem com o(a)senhor (a) ou seu familiar a garantir seu direito de ser indenizado (a) nos termos da lei.

Pela participação no estudo você será beneficiado por ter um relatório com os resultados obtidos sobre todos os testes que forem realizados. E, ao final do estudo, todos os participantes terão a oportunidade de receber a abordagem que apresentar o melhor resultado. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada.

Todos os seus dados são confidenciais. Sua identidade não será revelada publicamente em hipótese alguma e somente os pesquisadores envolvidos neste estudo terão acesso a essas informações que poderão ser usadas apenas para fins desta pesquisa e de publicações científicas resultantes dela. Os questionários preenchidos serão armazenados de forma segura e trancados em arquivos em um escritório do coordenador e você será identificado apenas por um número, garantindo seu anonimato. Documentos como este serão armazenados separadamente.

De acordo com a legislação brasileira, todos os documentos relacionados ao estudo permanecerão sob a guarda do coordenador do estudo e serão armazenados por 5 anos em arquivo trancado, salvaguardando sua consulta e depois destruídos por máquina fragmentadora. Os dados transcritos em planilhas de Excel, serão protegidos mediante anonimização dos dados, retirando os dados identificáveis e os dados sensíveis, para preservar a privacidade e confidencialidade do participante. Os dados em planilha eletrônica ficarão restritos a um computador, sem armazenamento em nuvem. Após 5 anos, esses dados serão deletados permanentemente do computador do pesquisador.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, após coletadas as assinaturas e rubricas, na Universidade Federal de Minas Gerais e a outra será fornecida ao(a) Sr.(a). ou a seu familiar. Antes de assiná-lo, o (a) Sr.(a) pode consultar alguém de sua confiança.

Em caso de dúvidas quanto aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais: Av. Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II - 2º andar - Sala 2005. Campus Pampulha. Belo Horizonte, MG – Brasil. CEP: 31270-901. E-mail: coep@prpq.ufmg.br. Tel: (31) 3409-4592. Em caso de dúvidas ou para maiores esclarecimentos sobre a pesquisa, você poderá consultar o coordenador, Prof. Dr. Rodrigo Marques Tonella, Endereço: Rua Noraldino Lima, 290, Aeroporto, Belo Horizonte -MG. E-mail: digomato@gmail.com. Tel: (19) 99156-2113.

CONSENTIMENTO DE PARTICIPAÇÃO

Eu, _____, podendo ser contatado (a) pelo número telefônico () _____ e pelo e-mail _____ fui informado (a) dos objetivos do estudo: Estimulação Elétrica Neuromuscular em pacientes com Fraqueza Adquirida internados na Unidade Terapia Intensiva: Ensaio Clínico e Randomizado de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Concordo que os materiais e as informações obtidas relacionadas à minha pessoa ou ao meu familiar, poderão ser utilizados em atividades de natureza acadêmico-científica exclusiva desta pesquisa, desde que assegurada a preservação de minha identidade. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar, e se assim o desejar, de modo que declaro que concordo em participar desse estudo e recebi uma via deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido devidamente assinada pelo pesquisador.

BELO HORIZONTE/MG, _____ de _____ de _____.

Assinatura do pesquisador

Assinatura do participante ou responsável legal

Apêndice B:

FICHA DE COLETA

Nome: _____ ID: _____ Prontuário: _____ Coleta: _____
 Data: _____ / _____ / _____

DADOS VITAIS

FC: _____ FR: _____
 SPO2: _____
 PAS: _____ PAD: _____ PAM: _____
 Temperatura: _____

Potássio: _____ Magnésio: _____

CONDIÇÃO RESPIRATÓRIA

VM? (0) Não / (1) Sim

Modo: _____
 PI/PS: _____ FR: _____ PEEP: _____
 PPI: _____ FIO2: _____ VC: _____
 Vmi: _____

MEDICAÇÕES

(0) Não (1) Sim

SEDAÇÃO? (0) Não / (1) Sim

(1)Fentanil: _____
 (2)Propofol: _____
 (3)Precedex: _____ (4) Midazolam: _____

(5)Outros: _____

DROGAS VASOATIVAS? (0) Não / (1) Sim

(1)Noradrenalina: _____ (2)Vasopressina: _____

(3)Nipride: _____ (4) Dobutamina: _____

(5) Amiodarona: _____

(6)Outros: _____

OUTROS? (0) Não / (1) Sim

GRAVIDADE DA DOENÇA / NÍVEL DE CONSCIÊNCIA OU SEDAÇÃO:

SAPS II: _____ SOFA: _____ RASS: _____ GLASGOW: _____

Reobase: _____

Cronaxia: _____

Acomodação: _____

IA: _____

OBS:
