



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
APLICADAS À SAÚDE

JULIANA DE ÁVILA BARRETO ALVES

CORRELAÇÃO ENTRE A AVALIAÇÃO
ULTRASSONOGRÁFICA E O TESTE DE
ELETRODIAGNÓSTICO DE ESTÍMULO EM PACIENTES
INTERNADOS NA UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA

LAGARTO-SE
2024

JULIANA DE ÁVILA BARRETO ALVES	CORRELAÇÃO ENTRE A AVALIAÇÃO ULTRASSONOGRÁFICA E O TESTE DE ELETRODIAGNÓSTICO DE ESTÍMULO EM PACIENTES INTERNADOS NA UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA	2024

JULIANA DE ÁVILA BARRETO ALVES

**CORRELAÇÃO ENTRE A AVALIAÇÃO
ULTRASSONOGRÁFICA E O TESTE DE
ELETRODIAGNÓSTICO DE ESTÍMULO EM
PACIENTES INTERNADOS NA UNIDADE DE TERAPIA
INTENSIVA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas à Saúde da Universidade Federal de Sergipe como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Ciências Aplicadas à Saúde.

Orientador: Prof. Dr. André Sales Barreto

Co-orientadora: Profa. Dra. Telma Cristina Fontes Cerqueira

LAGARTO-SE

2024

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DO CAMPUS DE LAGARTO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

A474c Alves, Juliana de Ávila Barreto
Correlação entre a avaliação ultrassonográfica e o teste de
eletrodiagnóstico de estímulo em pacientes internados na unidade
de terapia intensiva / Juliana de Ávila Barreto Alves ; orientador
André Sales Barreto. – Lagarto, SE, 2024.
64 f. : il.

Dissertação (mestrado em Ciências Aplicadas à Saúde) –
Universidade Federal de Sergipe, 2024.

1. Fraqueza Muscular. 2. Eletrodiagnóstico. 3. Unidade de
Terapia Intensiva. 4. Ultrassonografia. I. Barreto, André Sales,
orient. II. Título.

CDU 612.746

JULIANA DE ÁVILA BARRETO ALVES

**CORRELAÇÃO ENTRE A AVALIAÇÃO
ULTRASSONOGRÁFICA E O TESTE DE
ELETRODIAGNÓSTICO DE ESTÍMULO EM
PACIENTES INTERNADOS NA UNIDADE TERAPIA
INTENSIVA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas à Saúde da Universidade Federal de Sergipe como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Ciências Aplicadas à Saúde.

Aprovada em: ____/____/____

Orientador: Prof. Dr. André Sales Barreto

1o Examinador: Prof. Dr. Eduesley Santana Santos

3o Examinador: Prof. Dra. Géssica Uruga Oliveira

PARECER

AGRADECIMENTO

Inicio agradecendo a Deus por todas as bênçãos até aqui conseguidas. Ao meu esposo Noriel, pelo apoio em tudo que me proponho a realizar, pela paciência, companheirismo e compreensão nos momentos de ausência. À minha família, bem maior e pilar necessário na minha trajetória. Aos meus pais, mesmo ausentes fisicamente, foram e continuam sendo essenciais na minha formação.

Também sou grata pelas pessoas que trilharam comigo este caminho, ao Prof. André, pela oportunidade e orientação na construção desse estudo. À Prof. Telma, pela condução brilhante com sua expertise e sensibilidade. Aos alunos do nosso grupo de pesquisa, hoje já profissionais, Marilha, Beatriz, Pedro, Vanessa e Mirelli, pela contribuição e troca de saberes, essenciais para o enriquecimento deste trabalho. Ao Hospital Universitário de Lagarto, que levarei sempre no coração, por abrir as portas e contribuir com a realização dessa pesquisa. Aos amigos e colegas de trabalho, especialmente Felipe e Larissa, pela disponibilidade de sempre.

Foi um trabalho rico, que me permitiu desenvolver habilidades e conhecimentos que certamente farão parte do meu trabalho e de tantas outras pessoas.

RESUMO

Correlação entre a avaliação ultrassonográfica e o teste de eletrodiagnóstico de estímulo em pacientes internados na unidade de terapia intensiva, Alves, Juliana de Ávila Barreto, Lagarto, 2024.

Introdução: A fraqueza muscular adquirida (FMA) na unidade de terapia intensiva (UTI), refere-se ao déficit de força e perda de massa muscular diagnosticada em pacientes críticos, cuja etiologia é multifatorial e está associada ao comprometimento da função física e do estado de saúde do paciente. A literatura traz poucas evidências sobre a relação entre as alterações na estrutura, qualidade e função utilizando diferentes grupos musculares em pacientes internados na UTI. Os resultados deste estudo poderão fornecer subsídios para a clínica em UTI, ampliando as possibilidades de avaliação dessas alterações. **Objetivo:** Correlacionar as alterações musculares e de excitabilidade neuromuscular em pacientes internados na unidade de terapia intensiva. **Método:** Trata-se de um estudo correlacional, conduzido na UTI do HUL-UFS, incluindo pacientes de ambos os sexos, com idade superior a 18 anos. Foi realizada a avaliação da espessura e ecogenicidade a partir da ultrassonografia cinesiológica (USC), e da cronaxia e índice de acomodação pelo teste de eletrodiagnóstico de estímulo (TEDE), nos músculos tibial anterior, quadríceps femural, flexores do antebraço e bíceps braquial em 3 momentos. A variável de desfecho foi a presença de correlação entre os valores dos testes para os três momentos em indivíduos que permaneceram internados por, pelo menos, quatorze dias. Na análise estatística, foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk, para verificar a normalidade dos dados. O teste Kruskal-Wallis para comparar medianas de duas amostras independentes. Para avaliar diferenças nas proporções de momentos distintos, foi aplicado o teste Q de Cochran. Por fim, a correlação de Spearman foi aplicada para avaliar a força e a direção entre duas variáveis. **Resultados:** Dos 68 pacientes eleitos para o estudo, 18 deles foram avaliados com o USC e 20 com o TEDE nos três momentos ao longo de 14 dias. Correlações significativas foram encontradas entre a espessura muscular e a presença da disfunção neuromuscular verificada pela cronaxia para o bíceps braquial ($r=-0,480$, $p=0,005$), para os flexores do antebraço ($r=-0,580$, $p=0,01$; $r=-0,620$, $p=0,006$) e para o tibial anterior ($r=0,370$, $p=0,042$). Quanto à ecogenicidade, observamos correlações significativas com o Índice de acomodação nos músculos flexores do antebraço ($r=0,500$, $p=0,039$), quadríceps femural ($r=0,540$, $p=0,021$; $r=0,560$, $p=0,020$) e tibial anterior ($r=0,480$, $p=0,050$; $r=0,580$, $p=0,015$) e com a cronaxia apenas no músculo tibial anterior ($r=0,480$, $p=0,050$; $r=0,510$, $p=0,038$). **Conclusão:** Pode-se concluir que há relação entre algumas alterações musculares de espessura e ecogenicidade com a excitabilidade neuromuscular para os músculos tibial anterior, quadríceps femural, flexores do antebraço e bíceps braquial.

Palavras-chave: Unidades de Terapia Intensiva, Ultrassonografia, Teste Eletrodiagnóstico de Estímulo, Fraqueza Muscular Adquirida na UTI.

ABSTRACT

Correlation between ultrasound evaluation and electrodiagnostic stimulation test in patients admitted to the intensive care unit, Alves, Juliana de Ávila Barreto, Lagarto, 2024.

Introduction: Acquired muscle weakness (AMS) in the intensive care unit (ICU) refers to the deficit in strength and loss of muscle mass diagnosed in critically ill patients, whose etiology is multifactorial and is associated with impairment of physical function and patient health status. The literature provides little evidence on the relationship between changes in structure, quality and function using different muscle groups in patients admitted to the ICU. The results of this study may provide support for clinical practice in the ICU, expanding the possibilities of evaluating these changes. **Objective:** Correlate muscle changes and neuromuscular excitability in patients admitted to the intensive care unit. **Method:** This is a correlational study conducted in the ICU of HUL-UFS, including patients of both sexes, aged over 18 years. The thickness and echogenicity were assessed using kinesiological ultrasonography (CUS), and the chronaxia and accommodation index were assessed using the electrodiagnostic stimulus test (TEDE) in the anterior tibial, quadriceps femoris, forearm flexors and biceps brachii muscles at three time points. The outcome variable was the presence of correlation between the test values for the three time points in individuals who remained hospitalized for at least fourteen days. In the statistical analysis, the Shapiro-Wilk test was used to verify the normality of the data. The Kruskal-Wallis test was used to compare medians of two independent samples. To assess differences in the proportions of different time points, the Cochran's Q test was applied. Finally, Spearman's correlation was applied to assess the strength and direction between two variables. **Results:** Of the 68 patients selected for the study, 18 were evaluated with CUS and 20 with TEDE at the three time points over 14 days. Significant correlations were found between muscle thickness and the presence of neuromuscular dysfunction verified by chronaxia for the biceps brachii ($r=-0.480$, $p=0.005$), for the forearm flexors ($r=-0.580$, $p=0.01$; $r=-0.620$, $p=0.006$) and for the tibialis anterior ($r=0.370$, $p=0.042$). Regarding echogenicity, we observed significant correlations with the Accommodation Index in the forearm flexor muscles ($r=0.500$, $p=0.039$), quadriceps femoris ($r=0.540$, $p=0.021$; $r=0.560$, $p=0.020$) and tibialis anterior ($r=0.480$, $p=0.050$; $r=0.580$, $p=0.015$) and with chronaxia only in the tibialis anterior muscle ($r=0.480$, $p=0.050$; $r=0.510$, $p=0.038$). **Conclusion:** It can be concluded that there is a relationship between some muscle changes in thickness and echogenicity with neuromuscular excitability for the tibialis anterior, quadriceps femoris, forearm flexors and biceps brachii muscles.

Keywords: Intensive Care Units, Ultrasonography, Electrodiagnostic Stimulus Test, ICU-Acquired Muscle Weakness.

LISTA DE SIGLAS

AVDs – Atividades de vida diária

BB – Bíceps braquial

DEN – Distúrbios eletrofisiológicos neuromusculares

FA – Flexores do antebraço

FMA-UTI – Fraqueza muscular adquirida na unidade de terapia intensiva

MMII – Membros inferiores

QF – Quadríceps femoral

TEDE – Teste de eletrodiagnóstico de estímulo

TA – Tibial anterior

US – Ultrassonografia

USC – Ultrassonoografia cinesiológica

USM – Ultrassonografia muscular

UTI – Unidade de terapia intensiva

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 ALTERAÇÕES NEUROMUSCULARES EM PACIENTES CRÍTICOS	11
2.2 AVALIAÇÃO MUSCULAR ATRAVÉS DA ULTRASSONOGRAFIA CINESIOLÓGICA	12
2.3 AVALIAÇÃO MUSCULAR ATRAVÉS DO TESTE ELETRODIAGNÓSTICO DE ESTÍMULO	13
3. OBJETIVOS	15
3.1 OBJETIVO GERAL	15
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
4. MÉTODO	16
4.1 TIPO DE ESTUDO	16
4.2 LOCAL DE PESQUISA	16
4.3 INFRAESTRUTURA DISPONÍVEL PARA EXECUÇÃO DO PROJETO	16
4.4 POPULAÇÃO E AMOSTRA	16
4.5 COLETA DE DADOS	17
4.6 DESFECHOS	18
4.6.1 PROTOCOLO DE ULTRASSONOGRAFIA MUSCULAR	18
4.6.1.1 AVALIAÇÃO DE MUSCULATURA APENDICULAR	18
4.6.1.2 CONFIABILIDADE INTER E INTRAEXAMINADOR	21
4.6.2 PROTOCOLO TESTE DE ELETRODIAGNÓSTICO DE ESTÍMULO (TEDE)	22
4.6.2.1 AVALIAÇÃO DE MUSCULATURA APENDICULAR	22
4.6.2.2 CONFIABILIDADE INTER E INTRAEXAMINADOR	25
4.7 ANÁLISE DOS DADOS	26
4.8 ASPECTOS ÉTICOS DA PESQUISA	27
5. RESULTADOS	28
5.2 ULTRASSONOGRAFIA CINESIOLÓGICA	32
5.2.1 ESPESSURA	32
5.2.2 ECOGENICIDADE	33
5.3 TESTE ELETRODIAGNÓSTICO DE ESTÍMULO	33
5.3.1 CRONAXIA	33
5.3.2 ÍNDICE DE ACOMODAÇÃO	34
5.4 CORRELAÇÃO DAS ALTERAÇÕES MUSCULARES E DE EXCITABILIDADE NEUROMUSCULAR	35
6. DISCUSSÃO	36
7. CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS	45

1. INTRODUÇÃO

A capacidade de oferecer suporte avançado, substituindo em alguns casos a função de múltiplos órgãos em face do crítico estado do paciente é o principal objetivo das unidades de terapia intensiva (UTI) (FIONA E KELLY *et al.*, 2014). Contudo, a internação em unidades críticas por longos períodos, com todos os procedimentos a que estes pacientes estão expostos, como repouso prolongado e sedação profunda, por exemplo, são variáveis independentes para o desenvolvimento de alterações neuromusculares que se caracterizam como perda e disfunção significativa da musculatura esquelética (MAYER *et al.*, 2020).

A fraqueza muscular adquirida na unidade de terapia intensiva (FMA-UTI) é considerada uma das complicações mais graves da doença crítica (SILVA *et al.*, 2018; WANG *et al.*, 2020) está intimamente relacionada ao aumento do tempo de permanência na UTI, tempo de ventilação mecânica e desfechos de mortalidade (GARNACHO-MONTEIRO *et al.*, 2001). Como consequência, a internação prolongada em unidades críticas pode gerar comprometimentos físicos persistentes mesmo após a alta, com déficits funcionais a longo prazo e dificuldades na realização de AVDs (CUTHBERTSON *et al.*, 2010).

Souza *et al.* (2021) ilustram que pode ocorrer até 30% de diminuição da força muscular nos primeiros sete dias de restrição ao leito, somado a 20% adicionais a cada semana seguinte, resultando na atrofia da musculatura periférica e respiratória. Segundo Piva *et al.* (2019), essa condição pode ser detectada em 30 a 50% dos pacientes críticos e sua incidência é ainda maior (até 67%) em pacientes com sepse. Em sua metanálise, Fazzini *et al.* (2023) analisaram 20 estudos com o objetivo de quantificar dados sobre a perda de massa muscular em pacientes críticos e confirmou que a prevalência geral foi de 48%.

A FMA-UTI pode ser atribuída a uma polineuropatia ou miopatia, de acordo com a estrutura muscular alterada e, do ponto de vista fisiológico, tem sido demonstrado que esses pacientes apresentam atrofia muscular, com perda de massa e distúrbios eletrofisiológicos neuromusculares (DEN), dando origem à disfunção muscular (SILVA *et al.*, 2018; WANG *et al.*, 2020). A identificação e o acompanhamento dessas alterações tornam-se importantes para a definição das condutas de reabilitação e para o planejamento de intervenções pela equipe assistente, que devem

estar baseadas na estratificação do grau de comprometimento físico (APPLETON *et al.*, 2015; IWASHYNA *et al.*, 2015).

A ultrassonografia cinesiológica (USC), considerada uma ferramenta acessível à beira leito, vem ganhando destaque na UTI para o diagnóstico e estratificação dessa perda de massa muscular esquelética de forma precoce (PARIS *et al.*, 2017). A análise ultrassonográfica do músculo quadríceps femoral, por exemplo, é bem evidenciada pela literatura que o aponta como o mais propenso à atrofia, comparativamente aos músculos do membro superior (TURTTON *et al.*, 2016). As imagens ultrassonográficas encontradas em pacientes graves, descritas nos estudos, demonstram ser confiáveis e apontam para o aumento na ecointensidade muscular associada à diminuição da força e da capacidade funcional (PARRY *et al.*, 2015).

De igual maneira, o teste de eletrodiagnóstico de estímulo (TEDE) vem sendo utilizado para a avaliação das alterações neuromusculares de excitabilidade presente em pacientes submetidos a períodos de imobilismo ou hipoatividade. Configura-se uma alternativa de baixo custo e fácil acesso, com sensibilidade de 88 a 100% quando comparado à eletroneuromiografia e que possibilita a identificação da fraqueza muscular periférica através da determinação dos valores de reobase, cronaxia, acomodação e índice de acomodação (SCHUHFRIED *et al.*, 2005; SACHETTI *et al.*, 2019). Os valores de cronaxia e índice de acomodação são utilizados como pontos de corte para o diagnóstico do distúrbio neuromuscular eletrofisiológico (DEN).

Por fim, apesar dos estudos que tratam do US e do TEDE como métodos de identificação das mudanças fisiológicas que ocorrem em pacientes críticos, ainda não se sabe a relação existente entre essas alterações na condução nervosa e na fibra muscular em diferentes grupos musculares ao longo dos dias de internação. Há necessidade em determinar se a alteração da massa e qualidade muscular estão relacionadas com a disfunção neuromuscular. Diante disso, este estudo se concentra na identificação da possível correlação entre as alterações musculares encontradas na avaliação da espessura e ecogenicidade com as alterações na excitabilidade neuromuscular durante o internamento em uma UTI em distintos grupos musculares. A hipótese levantada é que há uma correlação entre as alterações musculares e de excitabilidade na musculatura periférica em pacientes internados em UTI entre a admissão e 14 dias de internamento.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Alterações neuromusculares em pacientes críticos

Como consequência dos avanços das técnicas em saúde que tem aumentado a sobrevivência de pacientes críticos, a fraqueza muscular e a perda da capacidade funcional se destacam como comprometimentos que afetam a evolução clínica a curto e longo prazo (PIVA *et al.*, 2019). A disfunção do músculo esquelético ocorre de forma rápida e precoce na doença crítica e está associada a desfechos adversos como aumento de permanência na UTI, de internação hospitalar, dos custos hospitalares e desfechos de mortalidade (FAN *et al.*, 2014; CHEIN AND HUANG, 2023).

Evidências sugerem que essas alterações musculares impactam sobremaneira também na reabilitação pós-alta, com resultados adversos a médio e longo prazo, estando associadas, inclusive, a maior mortalidade pós-UTI e menores índices de funcionalidade nesses pacientes durante os seis primeiros meses após alta (MAFFIULETTI *et al.*, 2013; WANG *et al.*, 2020). Aqueles que sobrevivem podem apresentar incapacidades permanentes, com impacto na qualidade de vida e necessidade de cuidados médicos frequentes (VOIRIOT *et al.*, 2022).

A FMA-UTI pode definir-se pela presença de disfunções neurogênicas, atingindo apenas as fibras nervosas, ou miogênicas, quando o alvo são as fibras musculares, contudo na maioria dos casos há um comprometimento misto, no quadro denominado polineuromiopatia da doença crítica (PIVA *et al.*, 2019). Durante esse processo, as alterações observadas referem-se à perda de massa, decorrentes sobretudo do processo de imobilismo e de alterações neuroendócrinas, além da perda de função muscular, como resultado principalmente das alterações na microcirculação (PUTHUCHEARY *et al.*, 2018).

Na avaliação da FMA-UTI podemos encontrar, além da atrofia da fibra muscular, o distúrbio eletrofisiológico neuromuscular, e este último é especialmente considerado no diagnóstico diferencial das duas primeiras condições (atrofia e FMA-UTI) (SILVA *et al.*, 2018). As anormalidades eletrofisiológicas, como redução da amplitude do potencial de ação muscular e do potencial de ação nervosa e a redução da excitabilidade muscular podem ocorrer independentemente das alterações na fibra muscular, como perda de filamentos grossos de miosina

e necrose das fibras musculares e, portanto, devem ser analisados de forma separada a fim de traçar intervenções preventivas e terapêuticas que melhorem seu status funcional.

Considerando a necessidade de instrumentos de avaliação eficazes e práticos que possam ser facilmente inseridos na rotina do intensivista, a USC e o TEDE se destacam como métodos confiáveis, de baixo custo e não invasivos, sendo o primeiro frequentemente encontrado em ambientes hospitalares, que possibilitam o acompanhamento longitudinal da degeneração da fibra e da perda de função muscular periférica em pacientes não cooperativos (SILVA *et al.*, 2018; SACHETTI *et al.*, 2019).

2.2 Avaliação muscular por meio da ultrassonografia cinesiológica

A ultrassonografia cinesiológica é considerada uma ferramenta promissora na avaliação do músculo esquelético e suas alterações estruturais, especialmente em pacientes críticos com alto risco de desenvolver FMA-UTI. Destaca-se por ser um método preciso, não invasivo, rápido, livre de radiação e que permite estabelecer um estadiamento da perda de volume e massa na doença crítica. (NIJHOLT *et al.*, 2017). Dentre as principais variáveis para análise ultrassonográfica quantitativa e qualitativa do tecido muscular, destacamos a espessura e a ecogenicidade.

As alterações no brilho do tecido muscular, chamada de ecogenicidade muscular, podem ser mensuradas a partir de imagens ultrassonográficas do ventre muscular e a perda de massa pode ser facilmente avaliada através da medição da espessura ou da área de secção transversa. (WIJNTES and ALFEN, 2021). Estudos longitudinais evidenciam mudanças na ordem entre 15 e 30% nessas medidas ao longo de um período de 20 dias de internação (SILVA *et al.*, 2018).

Indivíduos que cursam com aumento dos escores de ecogenicidade apresentam menores valores de força muscular e capacidade funcional no despertar da sedação (PARRY *et al.*, 2015b). Estruturalmente, a infiltração de tecido adiposo intramuscular (mioesteatose) e a presença de fibrose como consequência da necrose celular, modificam a composição da fibra muscular, tornando-a hiperecótica, na avaliação da ultrassonografia (PARRY *et al.*, 2015a). Portanto, quanto mais hiperecótico o músculo se apresentar, menor sua capacidade de gerar força.

A medida da espessura e ecogenicidade da musculatura apendicular tem demonstrado alta confiabilidade inter e intraexaminador, como evidenciado por Parry *et al.* (2015b), quando cita os

recentes estudos em indivíduos com doença crítica, principalmente na musculatura do quadríceps. Em uma revisão recente que reuniu 3.100 pacientes, Casey *et al.* (2022), destacou que a maioria (76%) dos estudos com ultrassonografia do músculo esquelético apresentou associações estatisticamente significativas entre área de secção transversa, espessura muscular e ecointensidade com capacidade funcional, tempo de internação, readmissão e sobrevida.

Um outro estudo, realizado por Barbosa *et al.* (2023) envolvendo os mesmos grupos musculares deste estudo (tibial anterior, quadríceps femoral, flexores do antebraço e bíceps braquial), além do diafragma, obteve excelente confiabilidade inter e intraexaminador na avaliação ultrassonográfica para medidas de espessura e ecogenicidade (CCI: 0,778-0,988), por meio de um programa de formação para profissionais inexperientes e com diferentes formações profissionais, que foram submetidos a um treinamento de curta duração. Estes achados reforçam a acurácia diagnóstica e aplicabilidade da ferramenta na identificação das alterações estruturais, quantitativas e qualitativas, nos músculos periféricos, considerando suas características de ser uma ferramenta acessível à beira do leito, não invasiva e portátil (PARIS *et al.*, 2017).

2.3 Avaliação muscular por meio do teste eletrodiagnóstico de estímulo

Outro método, o TEDE, avalia a excitabilidade neuromuscular evocada por estímulos transcutâneos, com padrões elétricos pré-estabelecidos, independentemente da cooperação e do nível de consciência que o paciente se encontra (PIVA *et al.*, 2019). Os padrões de anormalidades encontrados, apesar de não permitir ao examinador determinar a fisiopatologia da lesão neurogênica ou do distúrbio, servem como base para a triagem e acompanhamento da condução nervosa e da estimulação muscular direta na UTI (SILVA *et al.*, 2018; SACHETTI *et al.*, 2019).

A reobase diz respeito ao valor mínimo de intensidade de corrente capaz de evocar um limiar de contração visível, e a cronaxia, ao menor tempo de pulso necessário para a mesma finalidade. A acomodação é uma medida análoga à reobase, porém sua mensuração se dá através de pulso exponencial. O índice de acomodação refere-se à resposta neuromuscular a um pulso elétrico exponencial e seu resultado vem da divisão da acomodação pela reobase (FERNANDES *et al.*, 2016).

Em musculatura íntegra, os valores de cronaxia são considerados entre 60 e 200 μ s, porém na hipoexcitabilidade do nervo, presente nas disfunções neuroelétricas, há um aumento nos parâmetros de estimulação diretamente proporcional ao grau de comprometimento do músculo e podem ser verificados valores de cronaxia superiores a 1000 μ s. O índice de acomodação possui como ponte de corte taxa menores que 2,0 e sua mensuração tem sido considerada, em alguns estudos, determinante para comprovação da presença do distúrbio (SACHETTI *et al.*, 2019; PATERNOSTRO-SLUGA *et al.*, 2002).

Achados clínicos apontam que as fibras musculares periféricas sofrem alterações desde as primeiras horas da instituição da ventilação mecânica (VM) e estabelecem uma complexa relação causa e efeito entre o trofismo e a função muscular com a permanência do suporte ventilatório (LEVINE *et al.*, 2008; JABER *et al.*, 2011). Portanto, uma boa avaliação na UTI, a identificação precoce e o acompanhamento dos comprometimentos neuromusculares servem como base para o planejamento do tratamento adequado e são determinantes nos desfechos de funcionalidade, de acordo com Tillquist *et al.* (2014).

Num estudo observacional, realizado por Silva *et al.*, 2018, para avaliar os distúrbios eletrofisiológicos neuromusculares e a atrofia muscular em pacientes com TCE internados em UTI e submetidos à ventilação mecânica, demonstrou haver uma relação entre esses dois fatores. Foram avaliados 03 músculos apendiculares e, através dos valores de cronaxia, ficou evidenciado que a atrofia muscular foi acompanhada de uma diminuição da qualidade muscular em todos os grupos avaliados. Porém, por se tratar de uma população específica de UTI, não foi possível generalizar os resultados. Estudos adicionais em um número maior de grupos musculares com amostras mais heterogêneas se fazem necessários para que os resultados sejam comparados.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

- Correlacionar as alterações musculares e de excitabilidade neuromuscular em pacientes internados na unidade de terapia intensiva.

3.2 Objetivos específicos

- Caracterizar as alterações musculares de espessura e ecogenicidade em pacientes internados na unidade de terapia intensiva;
- Avaliar a excitabilidade neuromuscular em pacientes internados na UTI pelas variáveis de cronaxia e índice de acomodação;
- Identificar a prevalência da disfunção neuromuscular a partir dos dados de cronaxia e índice de acomodação;
- Analisar as alterações musculares e de excitabilidade neuromuscular em três momentos ao longo de 14 dias de internação em unidade de terapia intensiva.

4. MÉTODO

4.1 Tipo de estudo

Trata-se de um estudo correlacional, envolvendo pacientes internados em uma unidade de terapia intensiva.

4.2 Local de pesquisa

A pesquisa foi realizada na Unidade de Terapia Intensiva do Hospital Universitário de Lagarto (HUL), caracterizado por ser um hospital porta aberta que atende demanda proveniente do sistema único de saúde e com uma UTI com leitos cirúrgicos e clínicos.

4.3 Infraestrutura disponível para execução do projeto

O projeto foi conduzido mediante autorização junto à Gerência de Ensino e Pesquisa do HUL e responsável técnico do setor, com coleta de dados no período de maio a dezembro de 2023. Foram fornecidas todas as informações sobre a execução das análises dentro da unidade, e todos os equipamentos necessários para a coleta dos dados já se encontravam disponíveis no setor, a saber: aparelho de ultrassonografia, modelo DC-30 – Mindray e aparelho de eletroestimulação neuromuscular, modelo ReCARE, Visuri LTDA.

4.4 População e amostra

Foram incluídos neste estudo pacientes com idade ≥ 18 anos, internados na UTI, de ambos os sexos, com tempo de internação mínimo de 7 dias. Os critérios de exclusão foram: 1. Gravidez; 2. Doença neuromuscular pré-existente; 3. Fraturas ou lesões de pele no local da avaliação; 4. Pacientes que permaneceram internados por um período inferior a 7 dias; 5. Pacientes que foram transferidos para outro hospital durante a internação na UTI; 6. Pacientes previamente acamados; 7. Pacientes com câncer em estágio terminal; 8. Pacientes em morte encefálica confirmada; 9.

Pacientes com readmissão na UTI durante o período do estudo; 10. Pacientes que não tiveram familiares ou acompanhantes.

O cálculo do tamanho da amostra foi realizado utilizando-se a fórmula de cálculo amostral para correlação entre duas variáveis, com valor de correlação de Pearson de 0,7 (correlação forte), valor alfa 0,05 e beta 0,10, coeficiente de efeito de desenho de 1,5 e levando em consideração uma perda de elementos de 10%, o valor da amostra encontrado foi de 14 elementos (WALTER *et al.* 1998).

4.5 Coleta de dados

Seis membros estiveram envolvidos no estudo, sendo um deles fisioterapeuta com treinamento e experiência prévia em avaliação muscular com ambos os equipamentos e os demais, estudantes em finalização da graduação, todos integrantes do grupo de pesquisa. Um dos integrantes era responsável pela avaliação inicial dos participantes, acerca dos critérios de inclusão/exclusão, assinatura do termo e coleta de dados. Os demais foram divididos em duas equipes de três participantes, cada uma responsável pela coleta de um dos testes. O profissional experiente integrou as duas equipes e realizou o treinamento dos outros membros, mediante encontros presenciais totalizando doze horas, seguindo o protocolo descrito por Mayer *et al* (2020). Foi disponibilizado um “documento orientador” (Apendice C) para aquisição das imagens contendo o passo a passo das medidas, os pontos de interesse e os ajustes de cada equipamento, como guia de consulta rápida e padronização das coletas. Os equipamentos utilizados foram aparelho de ultrassonografia, modelo DC-30 – Mindray e aparelho de eletroestimulação neuromuscular, modelo ReCARE, Visuri LTDA.

Trata-se de um estudo realizado em três momentos. Em até 48 horas após a admissão do indivíduo na UTI, o participante era avaliado por um dos membros da equipe de coleta acerca dos critérios de inclusão/exclusão. Definida pela inclusão, o participante ou responsável legal era informado sobre o estudo e assinavam o “Termo de Consentimento livre e Esclarecido”. Eram, então, colhidas informações adicionais sobre dados pessoais, responsável legal, estado de saúde prévio e atual, dados da admissão e tratamento clínico por meio do acesso ao prontuário e do preenchimento de um “Questionário de Coleta de Dados” previamente elaborado (Apendice B),

onde também eram anotados os dados das primeiras avaliações (ultrassonografia cinesiológica e teste eletrodiagnóstico de estímulo) também eram anotados. As avaliações foram repetida nos dias 07 e 14 de permanência na unidade após a primeira avaliação.

4.6 Desfechos

A variável de desfecho foi a presença de correlação entre os valores dos testes para os três momentos em indivíduos que permaneceram internados por, pelo menos, quatorze dias. Foram avaliadas as alterações de espessura e ecogenicidade por meio da ultrassonografia cinesiológica e de cronaxia e índice de acomodação utilizando a teste de eletrodiagnóstico de estímulo, ambos nos músculos bíceps braquial, flexores no antebraço, quadríceps femoral e tibial anterior, realizados de forma unilateral (lado direito). A escolha dos grupos musculares analisados levou em consideração a sua localização anatômica no membro e a importância de cada um na realização de atividades diárias e nos ganhos de funcionalidade especialmente em pacientes criticamente enfermos.

4.6.1 Protocolo de avaliação ultrassonográfica

4.6.1.1 Avaliação da musculatura apendicular

Para aquisição das imagens foi utilizado o protocolo descrito por Arts *et al.* (2010) e Gruther *et al.* (2008), utilizando o transdutor linear. O paciente foi posicionado em decúbito dorsal com elevação da cabeceira a 30° e membros estendidos. A avaliação foi realizada no plano transversal, no maior diâmetro do músculo e com quantidade de gel de contato necessária para minimizar a pressão do transdutor na pele. As configurações de aquisição das imagens (frequência, profundidade e ganho) foram mantidas constantes entre os examinadores (predefinição MSK, frequência de 8,5 MHz, profundidade de 7,4 cm e ganho de 64 db) (BARBOSA *et al.*, 2023).

Para obter as imagens do bíceps braquial, o transdutor foi posicionado perpendicularmente ao longo do eixo do braço em sua superfície anterior, no ponto localizado entre o terço inferior e os dois terços superiores da distância entre o acrômio e a fossa cubital. Para o grupo flexor no antebraço, os dois quintos superiores e os três quintos inferiores da distância da prega antecubital

à extremidade distal do rádio. Para o quadríceps femoral, o transdutor foi posicionado perpendicularmente ao músculo no ponto localizado na metade da distância da espinha ilíaca ântero-superior à face superior da patela na coxa anterior. Para o músculo tibial anterior, o transdutor foi posicionado perpendicularmente ao longo eixo do músculo no ponto entre o quarto superior e os três quartos inferiores da distância da borda inferior da patela até a ponta do maléolo lateral (Figura 1) (ARTS *et al.*, 2010). Todas as imagens obtidas foram salvas em uma mídia externa identificadas com o número do prontuário de cada paciente e datada. Após a obtenção de todas as imagens a serem incluídas no estudo, a análise da ecogenicidade foi realizada de forma cega, por um único pesquisador, em ordem aleatória de coleta e de prontuário, utilizando o programa *ImageJ*, conforme descrito adiante.



Figura 1- Posicionamento do transdutor do ultrassom durante a avaliação.
 Legenda: (A): Bíceps Braquial; (B): Tibial anterior; (C): Quadríceps femoral; (D): Flexores do antebraço.
 Fonte: Barbosa *et al.*, 2023.

Espessura muscular

A espessura dos músculos avaliados foi medida, de acordo com o protocolo de Arts *et al.* (2010), observada na Figura 2, com os seguintes pontos de marcação: no músculo bíceps braquial, entre a parte superior do úmero e a fáscia superficial do bíceps (incluindo o músculo braquial); no grupo flexor no antebraço, entre a membrana interóssea próximo ao rádio e a fáscia superficial dos

flexores; no quadríceps femoral, entre a parte superior do fêmur e a fáscia superficial do reto femoral (inclui o reto femoral e vasto intermediário); e, por fim, no tibial anterior, entre a membrana interóssea próxima à tibia e a fáscia superficial do tibial anterior. As medições foram realizadas em centímetros.

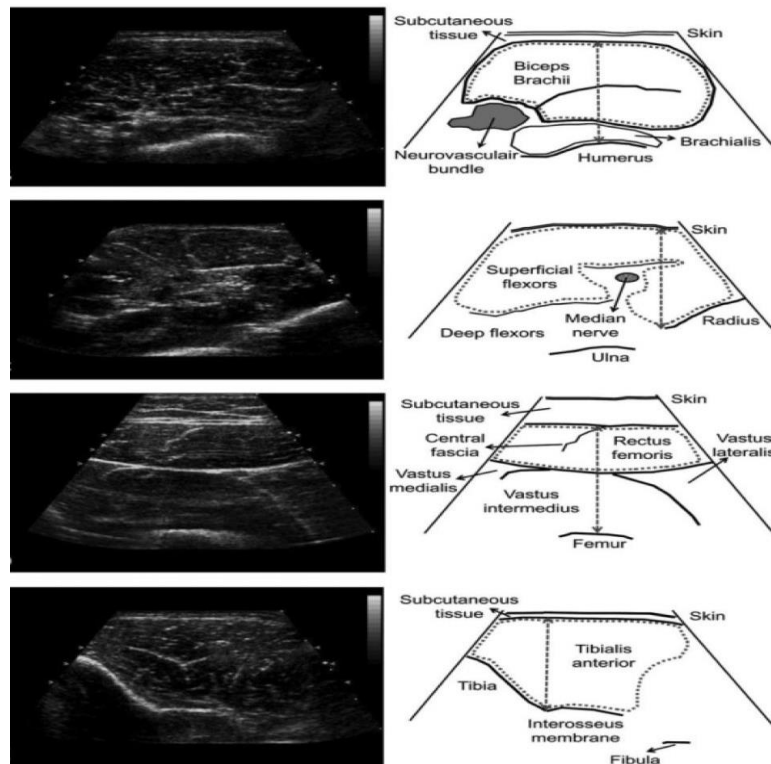


Figura 2 - Representação das musculaturas avaliadas. Fonte: ARTS *et al.*, 2010

Ecogenicidade

A quantificação da ecogenicidade muscular foi realizada utilizando o histograma de análise de tons de cinza através do método de traço quadrado, em uma região de interesse com área de 2cm x 2cm para a musculatura apendicular. Em músculos onde não eram permitidas a utilização do quadrado nas medidas indicadas, foi examinada a maior área quadrada possível, dentro dos limites anatômicos dos músculos avaliados. Essa área é utilizada para reduzir o risco de inclusão de outras estruturas que não sejam o músculo, como fáscia e osso. Na análise em escala de cinza, para o preto é designado 0 e para o branco é 255, com tons de cinza no meio e cada pixel recebe um valor. A

análise da ecogenicidade foi realizada apenas pelo avaliador com experiência prévia, utilizando imagens selecionadas a partir da espessura de um dos avaliadores, escolhidos de forma aleatória e analisadas através do programa *ImageJ* (Figura 3).

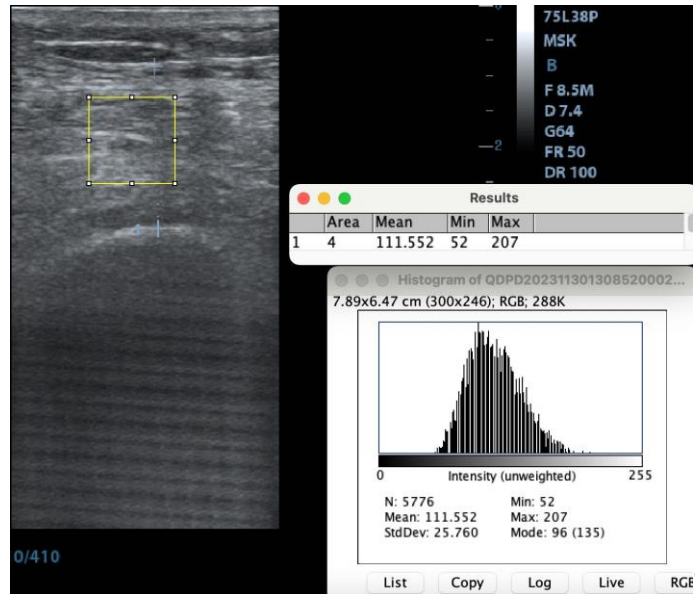


Figura 3 – Análise da ecogenicidade através do programa *ImageJ*

4.6.1.2 Confiabilidade inter e intraexaminador

Para a avaliação da confiabilidade inter e intraexaminador das imagens ultrassonográficas, seguindo a metodologia de Arts *et al.* (2010), uma amostra com 6 indivíduos, calculada a partir da amostra total do estudo segundo as recomendações de Walter *et al.* (1998), foi utilizada para realização do teste. Cada um dos avaliadores realizou alternadamente três imagens no lado direito do participante de forma independentemente, no período de até 24 horas para reduzir o risco de flutuações na medição. Após cada imagem, o aparelho de ultrassom era redefinido para a tela inicial, a pele do participante era limpa com álcool e seu posicionamento era reestabelecido, a fim de garantir a aquisição de imagens confiáveis. Todos os avaliadores eram orientados a criar um arquivo para cada imagem e armazená-lo em um disco rígido não identificado, acoplado ao equipamento (MAYER *et al.*, 2020).

Para a avaliação da confiabilidade inter e intraexaminador da ultrassonografia, foram calculados os valores do coeficiente de correlação intraclass (ICC). Foi realizada a média da

medida de espessura das três imagens captadas de cada avaliador para a análise da confiabilidade interexaminador para cada músculo. Para a confiabilidade intraexaminador, foi feita a análise a partir das medidas das três imagens obtidas por cada examinador. O percentual de concordância foi a medida utilizada para avaliar a concordância intra e interexaminadores acerca de uma unidade amostral, sendo considerada uma boa correlação valores acima de 70%. Por fim, observou-se por meio da análise, que a ultrassonografia mostrou excelente confiabilidade interexaminador e intraexaminador (Tabela 1).

Tabela 1 - Confiabilidade intraexaminador e interexaminador da espessura muscular de acordo com o grupo muscular.

	Confiabilidade intraexaminador				Confiabilidade interexaminador			
	Avaliador	ICC	Valor-p	Concordância	Avaliador	Resultado	Valor-p	Concordância
Bíceps Braquial	1	0,954	>0,001	Apto	1,2,3	0,957	0,001	Excelente
	2	0,976	>0,001	Apto				
	3	0,952	>0,001	Apto				
Flexores do antebraço	1	0,898	0,002	Apto	1,2,3	0,919	0,001	Excelente
	2	0,972	>0,001	Apto				
	3	0,989	>0,001	Apto				
Quadríceps femoral	1	0,978	>0,001	Apto	1,2,3	0,975	>0,001	Excelente
	2	0,989	>0,001	Apto				
	3	0,984	>0,001	Apto				
Tibial anterior	1	0,948	>0,001	Apto	1,2,3	0,969	>0,001	Excelente
	2	0,985	>0,001	Apto				
	3	0,995	>0,001	Apto				

Legenda: ICC = Coeficiente de correlação intraclass, *p<0,05

4.6.2 Protocolo do teste de eletrodiagnóstico de estímulo (TEDE)

4.6.2.1 Avaliação da musculatura apendicular

Para realização do teste de eletrodiagnóstico de estímulo foi utilizado o protocolo de Araujo *et al.*(2020) . O paciente foi posicionado em decúbito dorsal com elevação da cabeceira a 30° e membros estendidos. Inicialmente o aparelho foi configurado para o ‘modo diagnóstico’ e um eletrodo autoclavável (ReBELT) de 25cm² foi posicionado distalmente no músculo a ser analisado com gel condutor. O ponto motor, primeiramente, foi determinado utilizando-se um eletrodo caneta ativa (RePen) com área de 1cm² (Figura 4). Em seguida, o local do ponto motor identificado foi marcado com tinta indelével para evitar posicionamentos diferentes ao longo do tempo.

Para o início do teste, um segundo eletrodo de tamanho $5 \times 5 \text{ cm}^2$ foi posicionado no ponto motor identificado. Primeiro foi determinado o valor da reobase, com incrementos de 1 mA até que houvesse uma leve e visível contração muscular. Em seguida, a mensuração da cronaxia e da acomodação, com incrementos de $50 \mu\text{s}$, $100 \mu\text{s}$ ou até $500 \mu\text{s}$ para valores de cronaxia acima de $1000 \mu\text{s}$. Ao final do teste, o próprio equipamento calculava o valor do índice de acomodação. Todos os testes ficaram salvos na nuvem do próprio equipamento e resgatados posteriormente por um único examinador com acesso remoto. Finalizado o teste, o paciente foi devidamente retornado à posição inicial.



Figura 4 - Detecção do ponto motor

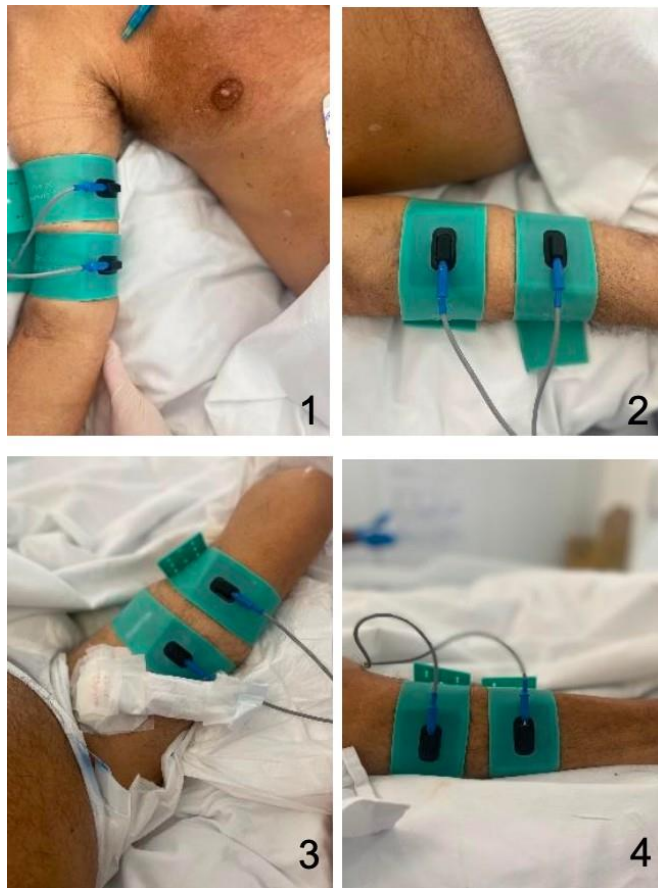


Figura 5 - Posicionamento dos eletrodos durante a avaliação
Legenda: (1): Bíceps Braquial; (2): Flexores do antebraço; (3): Quadríceps femoral; (4): Tibial anterior.

Valores de cronaxia acima de $1000\mu s$ e/ou valores de índice de acomodação menores que 2,0 foram considerados como indicadores de alterações na excitabilidade neuromuscular. Em músculos saudáveis, as fibras nervosas respondem aos estímulos elétricos evocados com valores de cronaxia baixos (entre 60 e $200\mu s$), porém em músculos desnervados, essa resposta acontece diretamente pelas fibras musculares, necessitando de maiores valores para gerar uma contração visível. Assim, alterações na cronaxia, índice de acomodação ou ambos foram considerados desordens. A cronaxia fornecendo uma análise quantitativa, e o índice de acomodação proporciona uma abordagem mais qualitativa (SACHETTI *et al.*, 2019; SILVA *et al.*, 2018; SCHUHFRIED *et al.*, 2005; PATERNOSTRO-SLUGA *et al.*, 2002).

4.6.2.2 Confiabilidade inter e intraexaminador

O teste de confiabilidade inter e intraexaminador do TEDE foi realizado com base no protocolo descrito por de Araujo *et al.* (2020) e uma amostra com 6 indivíduos, calculada a partir da amostra total do estudo segundo as recomendações de Walter *et al.* (1998), foi utilizada para realização do teste. Cada um dos avaliadores realizou alternadamente três mensurações por músculo no lado direito do participante de forma independentemente, no período de até 24 horas para reduzir o risco de flutuações na medição. Para o cegamento dos dados coletados durante as medidas, o avaliador foi auxiliado por uma pessoa neutra, responsável pelo manuseio do aparelho durante o aumento da intensidade, até que o observador participante do teste sinalizasse a visualização da contração, salvando o valor correspondente sem que o tenha visualizado. Após cada teste, o aparelho era redefinido para a tela inicial, a pele do paciente era limpa com álcool para remoção do gel e de qualquer marca e seu posicionamento era reestabelecido. Todos os testes eram não identificados e ficavam salvos na nuvem do próprio equipamento e, ao final, foram acessados de forma remota por um único examinador com acesso.

Para a avaliação da confiabilidade inter e intraexaminador do TEDE, foram calculados os valores do coeficiente de correlação intraclassa (ICC). A medida utilizada para avaliar a concordância intra e inter examinadores acerca de uma unidade amostral foi o percentual de concordância, sendo considerada uma boa correlação valores acima de 70% (BUJANG, 2017). Para avaliar se o percentual de concordância para o diagnóstico das desordens neuromusculares (cronaxia $> 1000\text{ms}$ e/ou Índice de Acomodação < 2) foi estatisticamente não inferior a 70% foi aplicado o teste binomial, adotando-se um nível de significância de 5%.

Observou-se que em relação ao diagnóstico de desordem neuromuscular através dos valores de Cronaxia e índice de acomodação, o TEDE se mostrou confiável e reprodutível para avaliações inter e intra examinadores, com concordância positiva para os 4 grupos musculares avaliados. A concordância encontrada foi acima de 70% para a maioria dos músculos a partir de dados da cronaxia, com exceção para o tibial anterior na análise intra examinador para o avaliador 3. Com relação ao índice de acomodação, alguns valores de concordância estiveram inferiores a 70% apenas para flexores do antebraço e quadríceps femoral em algumas análises inter examinador e

intra examinadores, porém sem significância, sendo considerados apto para diagnóstico das desordens neuromusculares.

Tabela 2 - Concordância intra examinador e inter examinador da Cronaxia e Índice de Acomodação.
Teste Binomial, *p<0,05

	Concordância intra examinador				Concordância inter examinador			
	Avaliador	Concordância	Valor p	Resultado	Avaliador	Concordância	Valor p	Resultado
Cronaxia								
Bíceps Braquial	1	83,333	0,882	Apto	1,2,3	91,667	0,986	Apto
	2	100	1,000	Apto	1,2	91,667	0,986	Apto
	3	100	1,000	Apto	1,3	91,667	0,986	Apto
Flexores do Antebraço					2,3	100	1,000	Apto
	1	83,333	0,882	Apto	1,2,3	83,333	0,915	Apto
	2	83,333	0,882	Apto	1,2	83,333	0,915	Apto
	3	83,333	0,882	Apto	1,3	83,333	0,915	Apto
Quadríceps Femural					2,3	100	1,000	Apto
	1	100	1,000	Apto	1,2,3	91,667	0,986	Apto
	2	100	1,000	Apto	1,2	100	1,000	Apto
	3	83,333	0,882	Apto	1,3	91,667	0,986	Apto
Tibial Anterior					2,3	91,667	0,986	Apto
	1	100	1,000	Apto	1,2,3	75,000	0,747	Apto
	2	83,333	0,882	Apto	1,2	91,667	0,986	Apto
	3	66,667	0,580	Apto	1,3	83,333	0,915	Apto
					2,3	75,000	0,747	Apto
Índice de Acomodação								
Bíceps Braquial	1	100	1,000	Apto	1,2,3	75,000	0,747	Apto
	2	83,333	0,882	Apto	1,2	75,000	0,747	Apto
	3	100	1,000	Apto	1,3	83,333	0,915	Apto
Flexores do Antebraço					2,3	91,667	0,986	Apto
	1	83,333	0,882	Apto	1,2,3	50,000	0,118	Apto
	2	66,667	0,580	Apto	1,2	58,333	0,276	Apto
	3	83,333	0,882	Apto	1,3	66,667	0,507	Apto
Quadríceps Femural					2,3	75,000	0,747	Apto
	1	66,667	0,580	Apto	1,2,3	58,333	0,276	Apto
	2	66,667	0,580	Apto	1,2	66,667	0,507	Apto
	3	83,333	0,882	Apto	1,3	75,000	0,747	Apto
Tibial Anterior					2,3	75,000	0,747	Apto
	1	100	1,000	Apto	1,2,3	91,667	0,986	Apto
	2	83,333	0,882	Apto	1,2	91,667	0,986	Apto
	3	100	1,000	Apto	1,3	100	1,000	Apto
					2,3	91,667	0,986	Apto

4.7 Análise dos dados

A análise estatística realizada neste estudo foi baseada em medidas descritivas e testes de hipóteses. As medidas descritivas tal como média, mediana, desvio padrão, intervalo interquartil e frequência, foram utilizadas para descrever as características das variáveis. O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para verificar a normalidade da distribuição das variáveis contínuas. (SOUZA *et al.*,

2023). Neste estudo, não foi observado normalidade nos dados e, sendo assim, o teste Kruskal-Wallis foi empregado para comparar as medianas de duas amostras independentes ou mais amostras independentes em situações em que os dados não atendiam aos pressupostos da distribuição normal e da homogeneidade de variâncias (JOHNSON, 2022; BARNETT *et al.*, 2022). Para avaliar diferenças nas proporções de momentos distintos, foi aplicado o teste Q de Cochran. A correlação de Spearman foi usada para avaliar a força e a direção da relação entre duas variáveis ordinais (MASON *et al.*, 2023). O coeficiente de correlação varia de -1 a 1, onde -1 indica uma correlação negativa perfeita, 1 indica uma correlação positiva perfeita e 0 indica ausência de correlação. Esta ainda pode ser interpretada como pequena ($|R| < 0,4$), média ($0,4 < |R| < 0,7$) e grande ($|R| > 0,7$). No presente estudo, todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o ambiente de programação R (versão 4.3.2), considerando nível de significância de $p \leq 0,05$ e intervalo de confiança (IC) de 95%.

4.8 Aspectos éticos da pesquisa

Aos participantes ou responsáveis legais foi apresentado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A), assegurando os objetivos da pesquisa, esclarecendo dúvidas, garantindo o anonimato e a possibilidade de desistência da pesquisa a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

O projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Federal de Sergipe, em cumprimento ao que determina a Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde e a Convenção de Helsinque e aprovado com o número CAAE 67195122.1.0000.0217. Além disso, foram assinados o termo de anuência e o termo de autorização para o uso dos prontuários fornecido pelo hospital autorizando o início da pesquisa.

5. RESULTADOS

5.1 Caracterização da amostra

De um total de 68 pacientes elegíveis para o estudo, 18 foram avaliados nos 3 momentos para a ultrassonografia cinesiológica e 20 para o teste de eletrodiagnóstico de estímulo, como evidenciado no fluxograma abaixo (Figura 6).

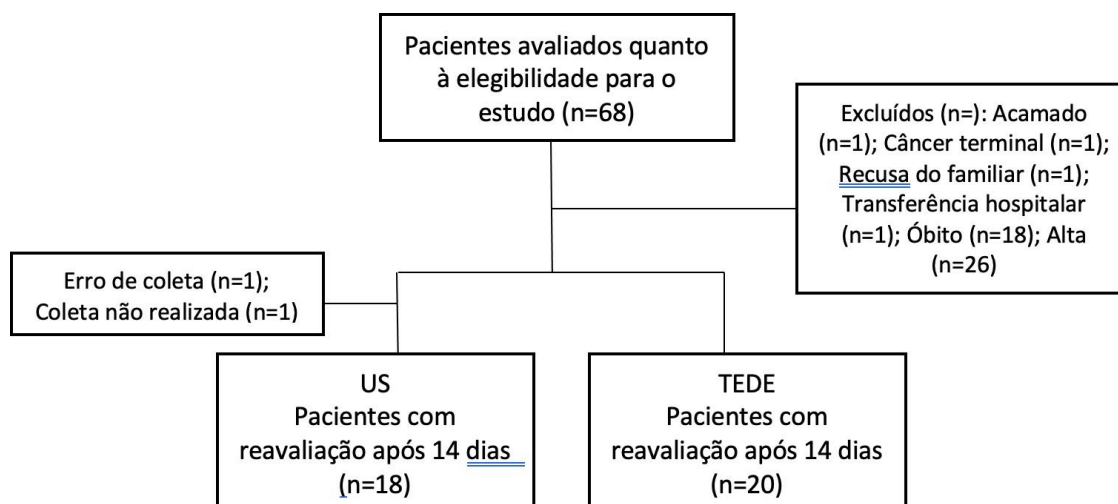


Figura 6 - Fluxograma dos participantes no estudo

As características sociodemográficas e clínicas dos pacientes incluídos na amostra encontram-se detalhas na tabela 3.

Tabela 3 - Características sociodemográficas e clínicas dos participantes.

Sexo	n/N (%)
Masculino	11/20 (55%)
Feminino	09/20 (45%)
Raça	n/N (%)
Parda	17/20 (85%)
Branca	3/20 (15%)
Estado de saúde prévio	n/N (%)
Uso de fumo	09/19 (47,3%)
Uso de álcool	08/20 (40%)
Uso de drogas ilícitas	01/20 (5%)
Alteração de função cognitiva	6/19 (31,5%)
Alteração do estado físico	1/16 (6,2%)
Distúrbios prévios	n/N (%)
Comorbidades	11/20 (55%)
Hipertensão	12/20 (60%)

Diabetes	07/19 (35%)
DPOC	04/20 (20%)
Cardiopatia	03/19 (15,7%)
AVE	5/20 (25%)
Outras comorbidades	11/20 (55%)
Causa da admissão	n/N (%)
Clínica	19/20 (95%)
Cirúrgica	01/20 (5%)
Diagnóstico da admissão	n/N (%)
Origem pulmonar	08/19 (42,1%)
Origem cardíaca	02/19 (10,5%)
Origem digestiva	02/19 (10,5%)
Origem Intoxicação Exógena	01/19 (5,2%)
Origem neoplásica	01/20 (5%)
Origem em foco séptico	01/19 (5,2%)
Origem neurológica	01/19 (5,2%)
Origem vascular	01/19 (5,2%)
Origem Metabólica	01/19 (5,2%)
Assistência avançada durante internação	n/N (%)
Ventilação mecânica	19/20 (95%)
Suporte renal	03/15 (20%)
Suporte cardiovascular	02/15 (13,3%)
Cirurgia na internação	02/18 (11,1%)
Uso de drogas	n/N (%)
Analgésicos	07/12 (58%)
Drogas vasoativas	12/17 (70%)

Legenda: n - Frequência absoluta; N - Dados válidos; % - Percentual.

5.2 Correlação das alterações musculares e de excitabilidade neuromuscular

Os dados coletados a respeito da cronaxia e índice de acomodação são apresentados em forma de prevalência, de acordo com os valores de referência encontrados como ponto de corte na literatura, e correlacionados com valores de espessura e ecogenicidade, como demonstrados nos resultados a seguir.

Quanto à correlação entre a alteração da espessura muscular e a ausência/presença da disfunção através da cronaxia (Tabela 4), foi observado que houve uma relação inversa moderada significativa para o bíceps braquial, entre a admissão e 7 dias, e para os flexores do antebraço, entre admissão e 14 dias e entre 7 dias e 14 dias, demonstrando que a redução da espessura destes músculos ao longo destes períodos do estudo estaria relacionada a uma maior prevalência da disfunção avaliada a partir da cronaxia e vice-versa. No entanto, em relação ao músculo tibial anterior, observou-se correlação direta significativa, porém fraca, entre a espessura entre a

admissão e 7 dias com ausência/presença da disfunção com a cronaxia, ou seja, quanto maior a espessura entre admissão e 7 dias, maior a prevalência de disfunção neste músculo e vice-versa, para a cronaxia, no mesmo período (admissão e 7 dias). Para as demais análises entre espessura e a ausência/presença da disfunção através da cronaxia e índice de acomodação não foram encontradas correlações significativas.

Tabela 04 - Correlação entre espessura com dados de cronaxia e índice de acomodação
Teste de correlação de Spearman *p<0,05

	Bíceps Braquial		Flex Antebraço		Quadríceps		Tibial Anterior	
	R	Valor-p	R	Valor-p	R	Valor-p	R	Valor-p
Espessura								
Admissão – 7 dias								
	Cronaxia							
Admissão - 7dias	-0,480	0,005	-0,300	0,093	-0,170	0,352	0,370	0,042
Admissão - 14dias	0,064	0,800	-0,580	0,011	-0,180	0,479	0,290	0,259
7 dias – 14 dias	0,032	0,899	-0,620	0,006	-0,130	0,630	0,210	0,429
	Índice de Acomodação							
Admissão - 7dias	0,049	0,786	-0,180	0,308	0,150	0,405	0,250	0,177
Admissão - 14dias	-0,280	0,256	0,000	1,000	-0,023	0,930	0,210	0,428
7 dias – 14 dias	-0,200	0,422	-0,058	0,819	-0,030	0,908	0,180	0,485
Admissão – 14 dias								
	Cronaxia							
Admissão - 7dias	-0,240	0,299	-0,160	0,502	-0,310	0,199	0,200	0,388
Admissão - 14dias	-0,190	0,432	-0,320	0,182	-0,180	0,480	0,300	0,204
7 dias – 14 dias	-0,300	0,205	-0,220	0,358	-0,190	0,450	0,230	0,335
	Índice de Acomodação							
Admissão - 7dias	-0,200	0,395	0,160	0,494	0,360	0,126	-0,120	0,604
Admissão - 14dias	-0,150	0,536	0,320	0,176	0,230	0,350	0,170	0,483
7 dias – 14 dias	-0,095	0,691	0,300	0,209	0,330	0,180	0,340	0,150
7 dias – 14 dias								
	Cronaxia							
Admissão - 7dias	0,130	0,606	0,270	0,303	-0,042	0,874	0,010	0,968
Admissão - 14dias	-0,064	0,800	0,240	0,357	0,160	0,532	-0,085	0,744
7 dias – 14 dias	-0,096	0,703	0,410	0,106	-0,037	0,886	-0,066	0,802
	Índice de Acomodação							
Admissão - 7dias	-0,078	0,759	0,110	0,0688	0,063	0,811	-0,076	0,771
Admissão - 14dias	0,043	0,865	0,110	0,675	-0,026	0,921	0,240	0,361
7 dias – 14 dias	-0,058	0,819	0,120	0,660	0,140	0,589	0,150	0,565

Quanto à correlação entre a alteração da ecogenicidade (Tabela 5) entre a admissão e 7 dias e a ausência/presença da disfunção através do índice de acomodação foi encontrada uma correlação direta moderada significativa para o quadríceps femoral entre a admissão e 14 dias. A ecogenicidade entre admissão e 14 dias e o índice de acomodação também estão correlacionados

direta e moderadamente com a prevalência da disfunção entre admissão e 14 dias para os músculos flexores do antebraço e quadríceps femural.

Por fim, para o tibial anterior também foi encontrada correlação direta moderada significativa entre ecogenicidade tanto no período entre admissão e 7 dias como entre admissão e 14 dias com o índice de acomodação entre 7 e 14 dias. Igualmente, a cronaxia também correlaciona-se diretamente com a ecogenicidade entre admissão e 14 dias e 7 e 14 dias para o mesmo músculo na prevalência da disfunção entre 7 e 14 dias e admissão e 14 dias, respectivamente, ou seja, quanto maior a ecogenicidade, maior a prevalência de disfunção neuromuscular neste músculo e vice-versa, nestes períodos.

Tabela 05 - Correlação entre ecogenicidade com dados de cronaxia e índice de acomodação

Teste de correlação de Spearman *p<0,05

	Bíceps Braquial		Flex Antebraço		Quadríceps		Tibial Anterior	
	R	Valor-p	R	Valor-p	R	Valor-p	R	Valor-p
Ecogenicidade								
Admissão – 7 dias								
Cronaxia								
Admissão - 7dias	-0,160	0,386	-0,180	0,313	0,130	0,488	-0,069	0,716
Admissão - 14dias	-0,057	0,823	-0,025	0,921	0,250	0,319	0,170	0,515
7 dias – 14 dias	-0,350	0,160	0,067	0,791	0,360	0,144	0,370	0,146
Índice de Acomodação								
Admissão - 7dias	0,100	0,579	0,110	0,560	-0,180	0,324	-0,140	0,451
Admissão - 14dias	0,350	0,157	0,220	0,372	0,540	0,021	0,250	0,332
7 dias – 14 dias	0,330	0,179	0,170	0,500	0,400	0,100	0,480	0,050
Admissão – 14 dias								
Cronaxia								
Admissão - 7dias	-0,240	0,318	0,280	0,257	0,210	0,405	0,350	0,149
Admissão - 14dias	-0,160	0,524	0,140	0,594	0,250	0,339	0,430	0,087
7 dias – 14 dias	-0,420	0,085	0,360	0,154	0,210	0,421	0,560	0,019
Índice de Acomodação								
Admissão - 7dias	-0,059	0,809	0,350	0,159	0,160	0,524	0,190	0,445
Admissão - 14dias	0,140	0,572	0,500	0,039	0,560	0,020	0,160	0,540
7 dias – 14 dias	0,160	0,525	0,440	0,074	0,480	0,051	0,580	0,015
7 dias – 14 dias								
Cronaxia								
Admissão - 7dias	-0,210	0,403	0,360	0,155	-0,017	0,950	0,310	0,231
Admissão - 14dias	-0,380	0,118	0,240	0,362	-0,280	0,273	0,510	0,038
7 dias – 14 dias	-0,160	0,534	0,300	0,249	-0,390	0,124	0,400	0,108
Índice de Acomodação								
Admissão - 7dias	-0,270	0,278	-0,140	0,587	-0,073	0,782	-0,086	0,742
Admissão - 14dias	-0,310	0,212	0,100	0,691	0,016	0,952	-0,160	0,529
7 dias – 14 dias	-0,250	0,317	0,210	0,411	0,083	0,751	0,180	0,492

5.3 Ultrassonografia cinesiológica

5.3.1 Espessura

Quando comparada a espessura muscular nos momentos do estudo para os pacientes que apresentaram as avaliações nos três momentos, foi observada uma variação significativa apenas para o tibial anterior, sendo encontrado um valor de $p < 0,001$ ($p = 0,00769$) quando comparados o momento da admissão com os valores de 14 dias (Figura 7).

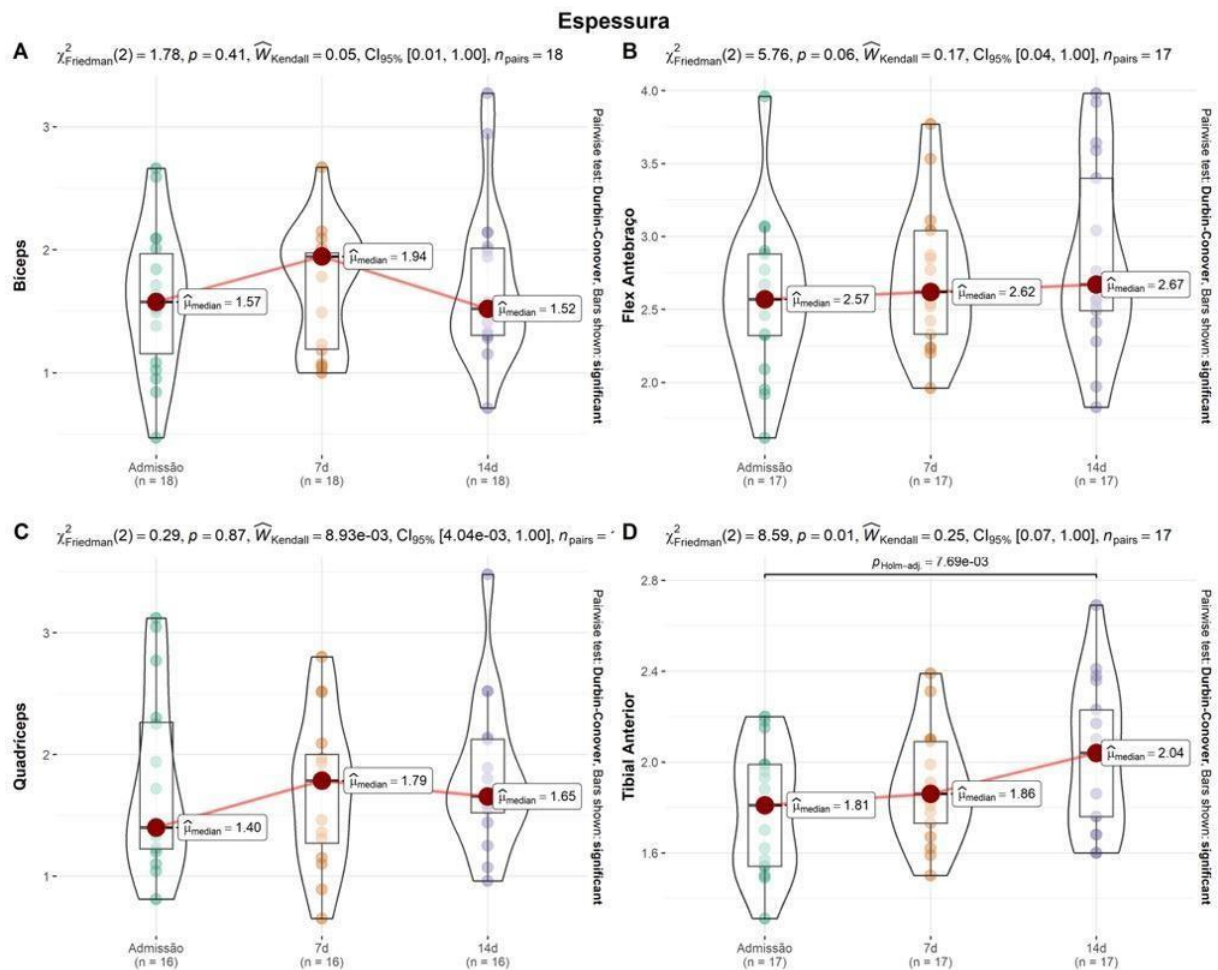


Figura 7 - Representação da espessura muscular (cm). Teste Q de Cochran $*p < 0,05$.

5.3.2 Ecogenicidade

Já a respeito da ecogenicidade muscular para os pacientes que apresentaram as avaliações nos três momentos, não foi observada uma variação significativa (Figura 8).

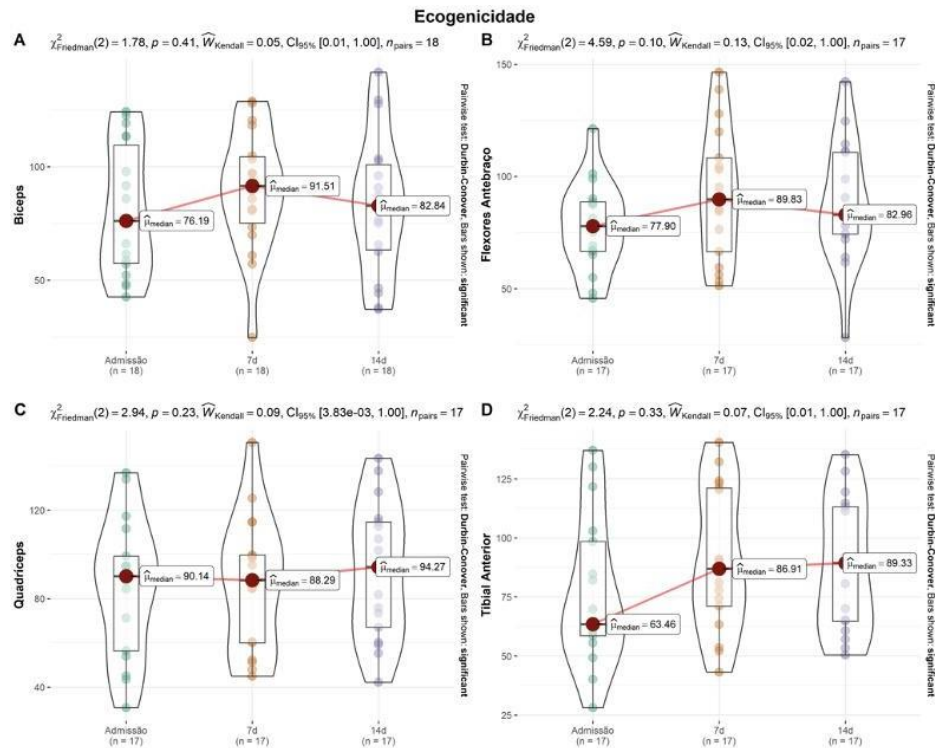


Figura 8 - Representação das alterações de ecogenicidade. Teste Q de Cochran * $p < 0,05$.

5.4 Teste Eletrodiagnóstico de Estímulo

5.4.1 Cronaxia

Quando observada a presença da disfunção a partir dos dados de cronaxia nos pacientes avaliados nos 3 momentos não foi observada uma diferença significativa entre eles, com percentuais de p iguais a 0,606 no bíceps, 0,082 nos flexores do antebraço, 0,867 no quadríceps e 0,307 no tibial anterior. Os músculos do membro inferior foram os mais acometidos, com destaque

para o quadríceps seguido pelo tibial anterior. Em relação aos músculos do membro superior, os flexores do antebraço obtiveram maiores resultados, seguido do bíceps (Figura 9).

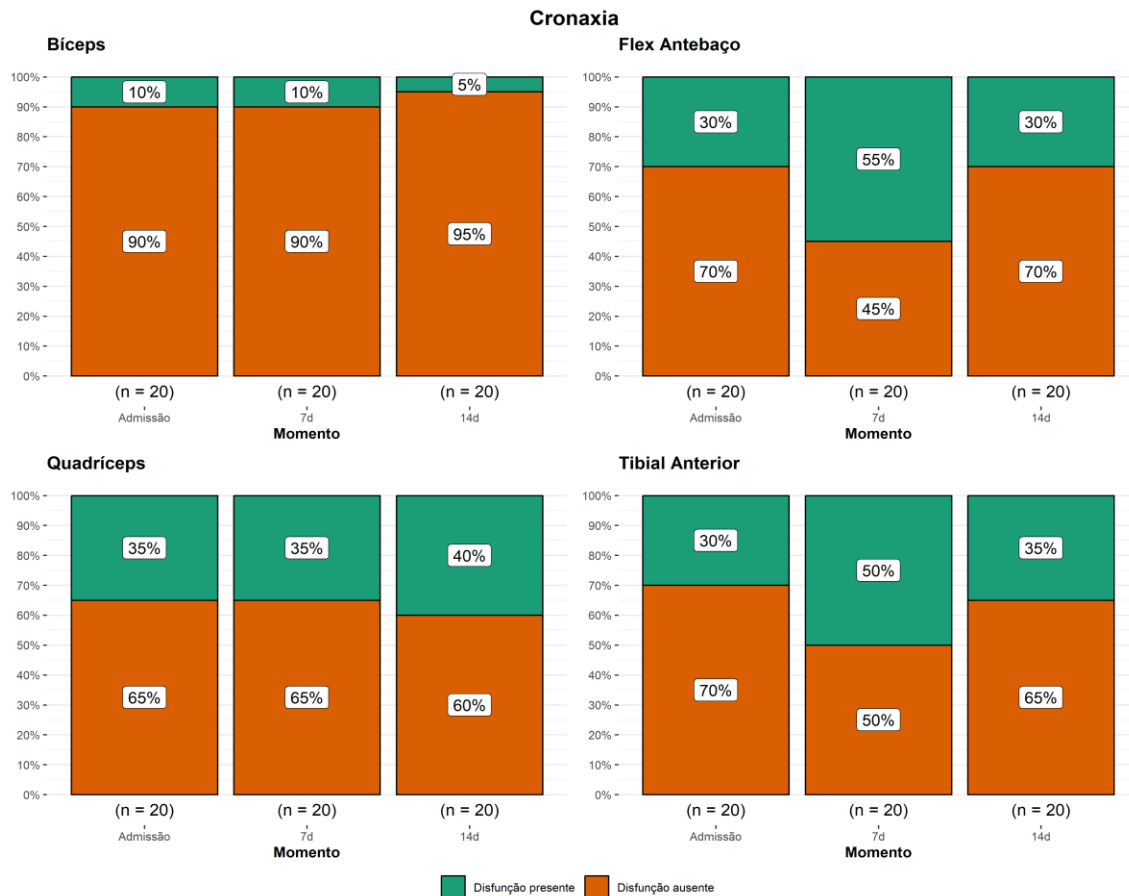


Figura 9 - Presença de DEN a partir dos dados da cronaxia em pacientes com 3 avaliações
 Legenda: n – Frequência absoluta. N – Dados válidos. % – Percentual. Teste Q de Cochran *p<0,05.

5.4.2 Índice de Acomodação

Em relação à presença de desordem eletrofisiológica neuromuscular avaliada a partir dos dados do índice de acomodação também não houve diferença significativa na presença da disfunção, a partir dos dados do IA apenas nos pacientes que foram avaliados nos 3 momentos, com percentuais de p iguais a 0,397 no bíceps, 0,368 nos flexores do antebraço, 0,367 no quadríceps e 1,000 no tibial anterior. No índice de acomodação, os flexores do antebraço foram os músculos

mais afetados nos membros superiores em todos os momentos, seguido do bíceps. O quadríceps foi o músculo que apresentou maior disfunção, dentre os do membro inferior, em todos os momentos, não havendo diferença no percentual do tibial anterior em todos os momentos (Figura 10).

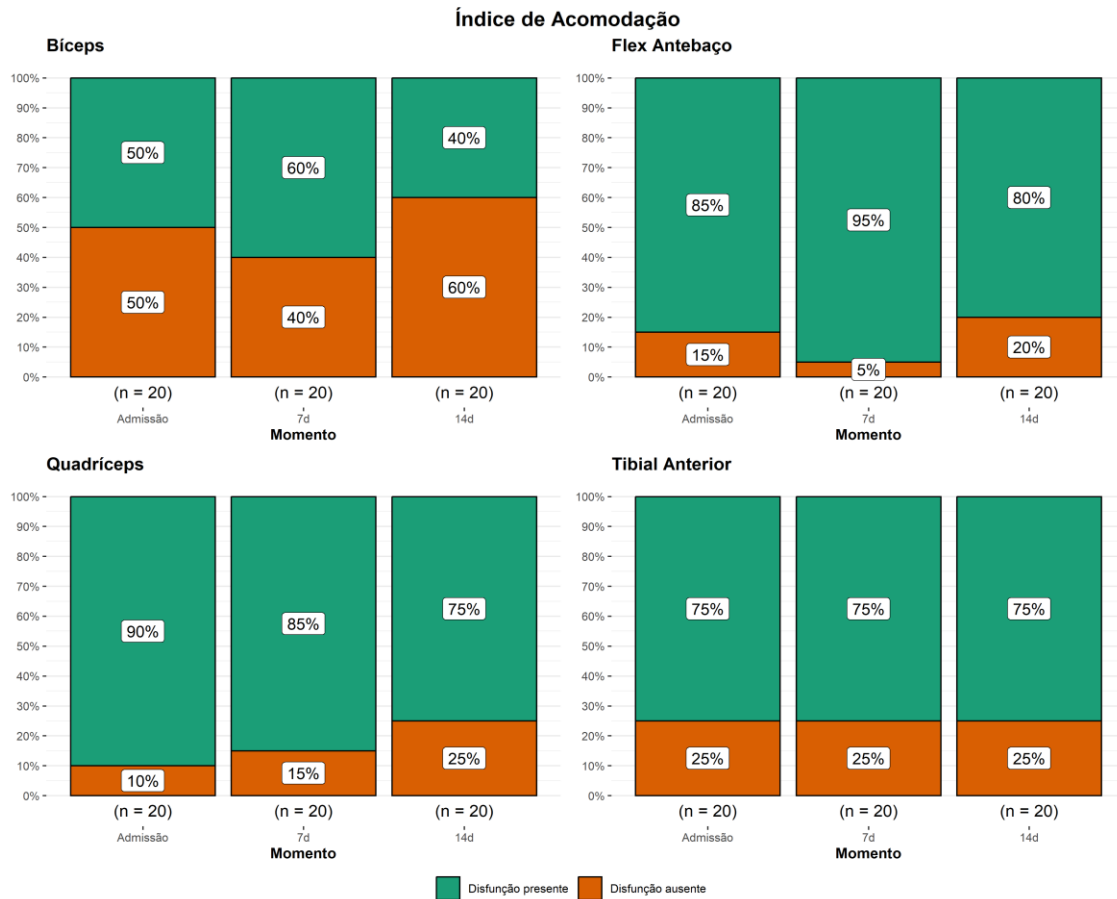


Figura 10 - Presença de DEN a partir dos dados do índice de acomodação em pacientes com 3 avaliações.
 Legenda: n – Frequência absoluta. N – Dados válidos. % – Percentual. Teste Q de Cochran *p<0,05.

6. DISCUSSÃO

Considerando que esse estudo teve como objetivo verificar a relação entre as alterações musculares e de excitabilidade neuromuscular em um grupo de pacientes internados em UTI, pudemos observar que algumas alterações musculares verificadas nas variáveis coletadas através da ultrassonografia muscular (pela espessura e ecogenicidade) e de excitabilidade apresentadas no TEDE (através da cronaxia e índice de acomodação) tiveram relação com a prevalência da disfunção muscular para os mesmos momentos avaliados, nos quatro grupos musculares.

O comprometimento muscular é uma condição de ampla incidência em pacientes gravemente enfermos, podendo envolver fibras musculares e nervos periféricos isoladamente, ou de forma combinada, sendo o envolvimento mais comumente encontrado, o da junção neuromuscular. A primeira situação, conhecida como miopatia da doença crítica, fisiologicamente, traduz-se por uma redução nos potenciais de ação musculares compostos, com aumento na duração de onda e redução da excitabilidade muscular na estimulação direta. Nas alterações nervosas, a chamada neuropatia, há uma perda sensório-motora axonal, que pode ser detectada através de estudo eletrodiagnóstico geralmente dentro de uma a três semanas após a admissão na UTI, com aumento na duração de onda e declínio no potencial de ação nervoso sensorial, porém com velocidade de condução preservada. O acometimento desses nervos motores periféricos, que participam do arco reflexo tendíneo profundo, promove alterações também na fibra muscular, levando o músculo envolvido a um quadro de fraqueza, atrofia e hipotonia.

Além disso, foi encontrado em pacientes com miopatia da doença crítica que a redução nos potenciais de ação musculares também resulta em perda de massa muscular, reafirmando a relação entre as alterações miogênicas e neurogênicas na doença crítica (LATRONICO and BOLLON, 2011; TORTUYAAX *et al.*, 2022). Amplitudes nervosas sensoriais e motoras reduzidas já se associam ao aumento da mortalidade e à disfunção física grave na alta hospitalar (PIVA *et al.*, 2019).

Embora haja na literatura uma descrição de características clínicas diferentes, as manifestações envolvidas na miopatia e neuropatia acontecem simultaneamente e estão relacionadas (TORTUYAAX *et al.*, 2022). Grande parte dos pacientes que cursam com o aparecimento da disfunção neuromuscular (DNM) apresentam evidências eletrofisiológicas tanto

de miopatia como de neuropatia, sugerindo que as alterações na função, massa e excitabilidade muscular estão associadas e podem coexistir para um mesmo paciente.

Na análise mais detalhada dessas variáveis estudadas, o grupo de pacientes com desfecho para a presença da disfunção neuromuscular apresentou uma correlação inversa moderada entre a redução espessura no período de admissão e 7 dias e a cronaxia para os músculos bíceps braquial e flexores do antebraço nos 3 momentos do estudo. Um aumento nos valores de cronaxia pode ser interpretado como piora da condição funcional e essa redução na amplitude da resposta de condução nervosa de cerca de 30% a partir da primeira semana de doença crítica, já pode ser observada em outros achados, detectado através do estudo da condução nervosa e relatado, inclusive, como preditor no aparecimento da disfunção (SILVA *et al*, 2018).

Em relação à musculatura acometida, em estudos anteriores com voluntários saudáveis foi demonstrado maiores perdas musculares nos membros inferiores quando comparadas aos membros superiores (BLOOMFIELD, 1997). Nossos achados, ao contrário, demonstraram uma perda de espessura mais evidente nos membros superiores no primeiro momento e isso pode estar relacionado com a população investigada e seus fatores associados. Pacientes críticos estão sujeitos a repercussões impostas pela posição supina prolongada e o aporte adicional de fluidos bem como sua redistribuição, alteradas pelas pressões vasculares, o que pode influenciar na espessura muscular principalmente dos membros inferiores quando observados em curtos períodos (SILVA *et al*, 2018).

Analisando, ainda, os resultados obtidos na tabela de correlação, podemos observar que as correlações significativas para a espessura aparecem já no primeiro momento (admissão e 7 dias) com a cronaxia para o mesmo momento no bíceps braquial e tibial anterior, [porém para os flexores do antebraço foram encontradas correlações significativas apenas para um período maior (admissão e 14 dias e 7 – 14 dias), inferindo que talvez as alterações da espessura aconteceram anteriormente às alterações na excitabilidade através da cronaxia]. Segundo Puthuchearry, *et al*. (2013) e Latronico (2015), a atrofia muscular por desuso aparece de forma aguda e precoce já nos primeiros dias da doença crítica em decorrência dos longos períodos de imobilidade. A descarga/inatividade promove catabolismo muscular, com perda no tamanho de suas células e diminuição da força específica dos miócitos. A falta do estímulo mecânico como acontece em pacientes de UTI, o uso de ventilação mecânica, sedação e, em alguns casos, de bloqueadores

neuromusculares causam perdas adicionais no músculo e podem favorecer a desnervação funcional. Portanto, a redução na espessura já vem sendo caracterizada como um processo que antecede as alterações nervosas nesse grupo de pacientes.

Um estudo realizado por Hermans *et al.* (2015) analisou excitabilidade de nervo motor de pacientes após 08 dias de internamento em UTI e observou que também houve alterações nos potenciais de ação dos nervos motores desses pacientes. As alterações de ecogenicidade e dos valores de espessura encontrados foram relacionados ao aumento dos valores de cronaxia.

A correlação entre a ecogenicidade e a presença da disfunção foi observada em todos os momentos do estudo, porém com maior evidência quando analisado entre admissão e 14 dias, principalmente correlacionada com o índice de acomodação, com destaque na avaliação do músculos dos membros inferiores, tibial anterior e quadríceps femural, seguido dos flexores do antebraço. Um padrão semelhante de achados em membros inferiores foi verificado por Cartwright *et al.* (2012), também em pacientes internados na UTI, a partir da análise da ecogenicidade dos músculos tibial anterior e reto femural, com acréscimo nos valores da escala de cinza e correlacionou seus resultados às alterações comuns à doença crítica como absorção hídrica, perda da estrutura muscular e processos inflamatórios.

Pela falta de acompanhamento longitudinal, neste estudo não ficou claro se essas alterações musculares se correlacionam com parâmetros eletrofisiológicos. Porém, no nosso estudo essa correlação foi verificada e ficou evidente principalmente com valores do índice de acomodação para o mesmo período, a partir de uma correlação direta e com significância moderada, demonstrando que as alterações na qualidade muscular e na velocidade de condução do estímulo acontecem para o mesmo músculo. Valores anormais de ecogenicidade podem estar associados a uma redução da probabilidade de alta hospitalar, menos dias livres da UTI, além do aumento direto na mortalidade.

Analisando ainda mais detalhadamente as correlações encontradas, observamos que a ecogenicidade obteve um maior número de correlações significativas, em comparação com a espessura, sobretudo com o índice de acomodação. Essas relações aconteceram, em algumas delas, primeiramente através da ecogenicidade seguida pela excitabilidade e em outras houve simultaneidade nos momentos. Igualmente à espessura, nesses resultados também notamos uma tendência das alterações musculares acontecerem precocemente quando comparamos os momentos

das correlações. Além disso, alterações da ecogenicidade denotam perda da qualidade do músculo. O IA abaixo de 2,0, por sua vez, também refere-se a um marcador qualitativo, classificando a lesão neurogênica apenas como presente ou ausente, ficando a cargo da definição dos valores de cronaxia o estadiamento quantitativa (PATERNOSTRO-SLUGA *et al.*, 2002)

O tibial anterior aparece como o músculo com correlações mais significativas entre a ecogenicidade e o índice de acomodação e essa incidência reforça publicações anteriores, como o músculo com o desenvolvimento mais marcante em direção à DEN. Em seu estudo com pacientes ventilados mecanicamente, Silva *et al.* (2018) traz que fatores vasculares e de injúria nervosa podem estar relacionados ao maior comprometimento deste músculo. O nervo fibular, o mais longo do corpo, sofre maiores influências do suprimento sanguíneo prejudicado nesses pacientes, com surgimento de degeneração axonal. Além disso, o repouso no leito, como já referido anteriormente, altera as pressões hidrostáticas e pode estar associada a maiores comprometimentos dos membros inferiores. O segundo músculo com correlações mais significativas em nosso estudo foi o quadríceps femoral.

Nesse estudo apresentamos, também, separadamente dados normativos sobre condições miogênicas, através de medidas da espessura e ecogenicidade muscular, e neurogênicas, através de medidas de cronaxia e índice de acomodação. Os resultados mostram a ocorrência de alterações na massa, na qualidade e na função muscular nos grupos musculares avaliados, em pacientes admitidos na UTI, principalmente no momento entre a admissão e os primeiros 7 dias de internamento. Contudo, não há uma homogeneidade nos dados encontrados, demonstrando que outros fatores clínicos e individuais como aumento da fragilidade, múltiplas comorbidades e o avanço da idade podem estar diretamente relacionados ao surgimento dessas alterações.

Observou-se um predomínio de pacientes idosos na amostra, cerca de 63% dos participantes com idade igual ou superior a 60 anos e uma mediana de 67 anos, fator de predisposição a maior redução nos valores de espessura muscular, como nos mostram vários estudos. Apesar desta pesquisa não abranger os fatores de risco relacionados ao surgimento dessas alterações, sabemos também que o tecido muscular apresenta um aumento do percentual de gordura infiltrada levando a altos valores de ecogenicidade, predominantemente nos idosos (ARTS *et al.*, 2010). Ademais, a capacidade reduzida de estimular a síntese de proteínas musculares durante o envelhecimento, conhecida como resistência anabólica, com consequente redução no tamanho e número das

miofibrilas, especialmente nas fibras tipo II, é desenvolvida durante essa fase, com influência direta na redução de massa (PADDON-JONES and RASMUSSEN, 2009; ZHAO *et al.*, 2022).

Ao compararmos os resultados de espessura muscular, foi observado que todos os grupos musculares apresentaram comportamentos heterogêneos e, apesar de não terem sido alterações significativas, podem ser consequência de diversos fatores de risco e condições clínicas associadas ao paciente no momento da avaliação. De acordo com Gruther *et al.*, (2008), até 2 semanas após a admissão na UTI, músculos de diferentes funcionalidades podem não ser igualmente afetados por uma combinação de insultos e alterações corporais diversas que ocorrem durante doenças críticas.

Numa revisão sistemática, realizada por Casey *et al.* (2022), com 20 estudos longitudinais foram encontradas mudanças estatisticamente significativas nas medidas musculares que variaram de 15% a 30% de redução na medição muscular em até 20 dias. Em comparação com outros trabalhos e corroborando nossos achados, Turton *et al.* (2016) avaliaram o complexo flexor do cotovelo, porém não identificaram alterações significativas na espessura muscular deste grupo no dia 5 ou no dia 10, em relação ao dia 1 de avaliação, semelhante ao que foi observado no nosso estudo.

A ecogenicidade avalia a qualidade do músculo através de uma escala de cinza dos pixels da imagem da US. Esse fenômeno ocorre devido a sua alteração estrutural, em que ele deixa de apresentar uma característica homogênea de suas fibras e é infiltrado por tecido adiposo e fibroso, sendo esta alteração hiperecogênica na imagem de US (NAGAE *et al.*, 2023), portanto quanto maior a ecogenicidade, pior a qualidade do músculo (FORMENTI *et al.*, 2019). Com relação aos valores desse parâmetro encontrados, de forma geral, houve um acréscimo no momento entre a admissão e os primeiros 7 dias entre os músculos avaliados e, apesar de não terem sido identificadas alterações significativas, corroboram com os achados de Mayer *et al.* (2020), que demonstraram um aumento nesses mesmos momentos em 10,5%, semelhante a outros dados publicados anteriormente. Segundo Bittencourt *et al.* (2021), outros fatores também podem explicar as alterações da ecogenicidade como a obesidade e o edema subcutâneo que podem alterar significativamente a aparência e a qualidade das imagens de ultrassom do músculo esquelético, sendo situações frequentemente encontradas nos pacientes críticos. Assim, o aumento do brilho nas imagens pode também ter sido influenciado por estes efeitos citados acima, o que pode explicar

a ausência de alterações significativas e inclusive diferentes comportamentos da ecogenicidade em diferentes momentos ao longo do internamento.

Ainda sobre a qualidade muscular, as musculaturas que apresentaram redução na intensidade do brilho na escala de cinza, podem sofrer também influência de fatores dependentes do examinador, como o ajuste da sonda de ultrassom e fatores adicionais, como o equilíbrio da hidratação, que também podem ter impacto na avaliação (FORMENTI *et al.*, 2019). Além disso, segundo Wijntjes e Van Alfen (2021), distúrbios neuromusculares podem alterar a ecogenicidade de muitas maneiras diferentes, incluindo padrões heterogêneos de hiper e hipoeogenicidades.

Com relação aos resultados encontrados especificamente no TEDE, foi observada uma alta presença de DEN na população de estudo, não havendo, porém, diferença significativa entre os 3 momentos. A presença da DEN foi avaliada através dos valores de cronaxia e IA, variáveis complementares no diagnóstico de alterações na sensibilidade neuromuscular. O estudo de Paternostro-Sluga *et al.* (2002) aponta que avaliar isoladamente a cronaxia pode nos levar a resultados equivocados quando ainda não há uma denervação completa, necessitando do IA para complementar o diagnóstico. Valores de cronaxia isoladamente podem levar a um resultado de falso negativo na desnervação parcial ou fase aguda, que compreende o período entre o início da lesão até cerca de 4 semanas, pelo fato de as fibras ainda inervadas reagirem precocemente a impulsos de curta duração, cobrindo a resposta das fibras desnervadas. A forma de pulso exponencial com onda ascendente, utilizada para a medida do IA, gera resposta mais rápida nas fibras desnervadas ou parcialmente desnervados, ao contrário do pulso retangular, utilizado na cronaxia, corroborando com os achados de maior sensibilidade nos valores verificados de IA.

Em músculos saudáveis, a despolarização da fibra nervosa, que ocorre antes da fibra muscular, possui melhores respostas com ondas de pulso retangular. Nesse tipo de onda, o estímulo acontece de forma abrupta e não permite a sensibilização dos canais de cálcio. Já o estímulo elétrico através de uma corrente exponencial, elevada gradativamente, há um bloqueio parcial desses canais, impedindo que ocorra a contração evocada. Porém, pacientes com alterações na condução nervosa, como é o caso de músculos desnervados, a excitação ocorre diretamente no sarcolema e o potencial de ação é gerado independente do formato de onda. Dessa forma, utiliza-se a corrente com maior sensibilidade, como é o caso da exponencial (PATERNOSTRO-SLUGA *et al.*, 2002).

A perda de força muscular em UTI's ocorre já nas primeiras quatro horas de internamento e, especialmente em idosos, por fatores como sarcopenia, e é comum que ocorra um rápido declínio da força, com morte de até 50% das unidades motoras (PICOLI *et al.*, 2011). A população analisada, além de ter uma média acima dos 60 anos, como já evidenciado, encontravam-se internados em estado crítico aguardando vaga na UTI, obedecendo ao fluxo de regulação estabelecida pela instituição, aumentando ainda mais as chances de desenvolvimento das alterações. Vanhorebeek *et al.* (2020) diz em seu trabalho que a incapacidade pré-mórbida associada a síndrome da fragilidade pode estar presente em até 80% dos pacientes idosos internados em UTIs, podendo predispor à gravidade da fraqueza. Esses fatores corroboram com os dados encontrados de prevalência da disfunção já no momento da admissão na UTI.

A perda de força e massa nesse tipo de população não acontece de maneira uniforme, como mostra por exemplo, o estudo onde Kara *et al.* (2021) sinalizam que os músculos anteriores da coxa são os que sofrem mais atrofia, principalmente com o envelhecimento. Sachetti *et al.* (2019) afirmam sobre a degeneração das fibras motoras e sensoriais, principalmente em relação aos nervos dos MMII, serem a característica mais típica da polineuropatia, justificado pelos altos valores de cronaxia no tibial anterior e o reto femoral. Assim, foi evidenciado, neste estudo, que a musculatura do membro inferior foi a mais afetada pela disfunção, com maior destaque ao quadríceps.

É possível observar ainda que o quantitativo de pacientes com disfunção diminui, sobretudo no terceiro momento, fato que pode estar relacionado ao melhor controle de alguns fatores clínicos nesta fase do internamento, bem como exposição aos procedimentos de reabilitação (KLAWITTER *et al.*, 2022). Os pacientes deste trabalho eram acompanhados 24h por profissionais fisioterapeutas, com condutas realizadas pelo menos 3 vezes ao dia.

Como limitações, neste estudo, a falta de informações sobre intervenções medicamentosas e de reabilitação podem ter limitado a discussão sobre os achados e tornam-se perspectivas que podem ser adotadas por outros estudos para avançar nos achados das alterações que ocorrem nos pacientes internados na UTI. Outro aspecto a ser considerado, é o fato de a pesquisa ter sido realizada em um único centro, dificultando a generalização de resultados para outras populações.

Por fim, este estudo acrescentou informações importantes no conhecimento sobre as alterações neuromusculares de pacientes críticos, trazendo a relação entre as alterações musculares,

avaliadas através da ultrassonografia e de excitabilidade neuromuscular, pelo teste eletrodiagnóstico de estímulo na investigação precoce e acompanhamento da disfunção neuromuscular em pacientes críticos ao longo de até 14 dias, em diferentes grupos musculares de membros superiores e inferiores. Desta forma, ampliou inclusive as possibilidades de avaliação das alterações miogênicas e neurogênicas relacionadas à doença crítica em grupos musculares menos usuais, os quais permitirão analisar os impactos das alterações no corpo inteiro. O protocolo apresentado nesse estudo, bem como seus resultados, darão subsídios para a prática clínica de profissionais de UTIs, além de favorecer o desenvolvimento de outros estudos científicos.

7. CONCLUSÃO

Ficou demonstrado a relação entre algumas alterações musculares, avaliadas pela ultrassonografia e de excitabilidade neuromuscular, verificada através do teste eletrodiagnóstico de estímulo com a prevalência da disfunção neuromuscular para os grupos musculares tibial anterior, quadríceps femural, flexores do antebraço e bíceps braquial. A relação entre ecogenicidade e as alterações de excitabilidade, especialmente IA, foram as mais observadas, principalmente nos músculos dos membros inferiores (tibial anterior e quadríceps femural). Os resultados encontrados neste estudo podem ser utilizados por profissionais de UTI no estadiamento e acompanhamento das alterações musculares em pacientes críticos.

REFERÊNCIAS

Appleton, R.T., Kinsella, J. and Quasim, T. (2015) 'The incidence of intensive care unit-acquired weakness syndromes: A systematic review', *Journal of the Intensive Care Society*, 16(2), pp. 126–136. Available at: <https://doi.org/10.1177/1751143714563016>.

de Araujo, A.E.T. *et al.* (2020) 'Intra and inter-raters reliability and agreement of stimulus electrodiagnostic tests with two different electrodes in sedated critically-ill patients', *Physiotherapy Theory and Practice*, 36(12), pp. 1447–1456. Available at: <https://doi.org/10.1080/09593985.2019.1567890>.

Arts, I.M.P. *et al.* (2010) 'Normal values for quantitative muscle ultrasonography in adults: Adult Muscle Ultrasonography', *Muscle & Nerve*, 41(1), pp. 32–41. Available at: <https://doi.org/10.1002/mus.21458>.

Barbosa, F.D.S. *et al.* (2023) 'Inter-Examiner and Intra-Examiner Reliability of Quantitative and Qualitative Ultrasonography Assessment of Peripheral and Respiratory Muscles in Critically Ill Patients', *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(9), p. 5636. Available at: <https://doi.org/10.3390/ijerph20095636>.

Barnett, M.J. *et al.* (2022) 'Multiple comparisons: To compare or not to compare, that is the question', *Research in Social and Administrative Pharmacy*, 18(2), pp. 2331–2334. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2021.07.006>.

Bittencourt, C.M. *et al.* (2021) 'INCIDÊNCIA DE VOLUME DE LÍQUIDOS EXCESSIVO EM PACIENTES ADULTOS SOB CUIDADOS INTENSIVOS', *Cogitare Enfermagem*, 26. Available at: <https://doi.org/10.5380/ce.v26i0.72689>.

Bloomfield, S.A. (1997) 'Changes in musculoskeletal structure and function with prolonged bed rest', *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 29(2), pp. 197–206. Available at: <https://doi.org/10.1097/00005768-199702000-00006>.

Cartwright, M.S. *et al.* (2013) 'Quantitative neuromuscular ultrasound in the intensive care unit', *Muscle & Nerve*, 47(2), pp. 255–259. Available at: <https://doi.org/10.1002/mus.23525>.

Casey, P. *et al.* (2022) 'The current use of ultrasound to measure skeletal muscle and its ability to predict clinical outcomes: a systematic review', *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 13(5), pp. 2298–2309. Available at: <https://doi.org/10.1002/jcsm.13041>.

J. Chen e Huang M., (2023) 'Intensive care unit-acquired weakness: Recent insights', *Journal of Intensive Medicine*, 4(1), p. 73–80, jan. 2024, Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jointm.2023.07.002>.

- Cuthbertson, B.H. *et al.* (2010) 'Quality of life in the five years after intensive care: a cohort study', *Critical Care*, 14(1), p. R6. Available at: <https://doi.org/10.1186/cc8848>.
- Fan, E. *et al.* (2014) 'Physical Complications in Acute Lung Injury Survivors: A 2-Year Longitudinal Prospective Study', *Critical care medicine*, 42(4), pp. 849–859. Available at: <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000000040>.
- Fazzini, B. *et al.* (2023) 'The rate and assessment of muscle wasting during critical illness: a systematic review and meta-analysis', *Critical Care*, 27, p. 2. Available at: <https://doi.org/10.1186/s13054-022-04253-0>.
- Fernandes, Luciane F. R. M. *et al.* (2016) 'Stimulus Electrodiagnosis and Motor and Functional Evaluations during Ulnar Nerve Recovery', *Brazilian Journal of Physical Therapy* 20(2), pp. 126–32. Available at: <https://doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0138>.
- Fiona E Kelly *et al.* (2014) 'Intensive care medicine is 60 years old: the history and future of the intensive care unit', *Clinical Medicine*, 14(4), pp. 376–379. Available at: <https://doi.org/10.7861/clinmedicine.14-4-376>.
- Formenti, P. *et al.* (2019) 'Clinical review: peripheral muscular ultrasound in the ICU', *Annals of Intensive Care*, 9(1), p. 57. Available at: <https://doi.org/10.1186/s13613-019-0531-x>.
- Garnacho-Montero, J. *et al.* (2001) 'Critical illness polyneuropathy: risk factors and clinical consequences. A cohort study in septic patients', *Intensive Care Medicine*, 27(8), pp. 1288–1296. Available at: <https://doi.org/10.1007/s001340101009>.
- Gerovasili, V. *et al.* (2009) 'Short-term Systemic Effect of Electrical Muscle Stimulation in Critically Ill Patients', *Chest*, 136(5), pp. 1249–1256. Available at: <https://doi.org/10.1378/chest.08-2888>.
- Goligher, E.C. (2018) 'Using ultrasound to prevent diaphragm dysfunction', p. 4.
- Hayes, K. *et al.* (2018) 'Acute Skeletal Muscle Wasting and Relation to Physical Function in Patients Requiring Extracorporeal Membrane Oxygenation (ECMO)', *The Journal of Heart and Lung Transplantation*, 37(4), p. S120. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.healun.2018.01.286>.
- Gruther, W. *et al.* (2008) 'Muscle wasting in intensive care patients: Ultrasound observation of the M. quadriceps femoris muscle layer', *Journal of Rehabilitation Medicine*, 40(3), pp. 185–189. Available at: <https://doi.org/10.2340/16501977-0139>.
- Hermans, G. *et al.* (2015) 'Predictive value for weakness and 1-year mortality of screening electrophysiology tests in the ICU', *Intensive Care Medicine*, 41(12), pp. 2138–2148. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00134-015-3979-7>.
- Iwashyna, T.J. *et al.* (2015) 'Implications of Heterogeneity of Treatment Effect for Reporting and

Analysis of Randomized Trials in Critical Care', *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 192(9), pp. 1045–1051. Available at: <https://doi.org/10.1164/rccm.201411-2125CP>.

Jaber, S. *et al.* (2011) 'Rapidly progressive diaphragmatic weakness and injury during mechanical ventilation in humans', *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 183(3), pp. 364–371. Available at: <https://doi.org/10.1164/rccm.201004-0670OC>.

Johnson, R.W. (2022) 'Alternate Forms of the One-Way ANOVA F and Kruskal–Wallis Test Statistics', *Journal of Statistics and Data Science Education*, 30(1), pp. 82–85. Available at: <https://doi.org/10.1080/26939169.2021.2025177>.

Kara, M. *et al.* (2021) 'Diagnosing sarcopenia: Functional perspectives and a new algorithm from the ISarcoPRM', *Journal of Rehabilitation Medicine*, 53(6), p. jrm00209. Available at: <https://doi.org/10.2340/16501977-2851>.

Klawitter, F. *et al.* (2022) '„Intensive Care Unit-Acquired Weakness“: Eine bundesweite Umfrage zu Diagnostik, Monitoring und Therapiestrategien auf deutschen Intensivstationen', *Die Anaesthesiologie*, 71(8), pp. 618–625. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00101-022-01089-9>.

Latronico, N. and Bolton, C.F. (2011) 'Critical illness polyneuropathy and myopathy: a major cause of muscle weakness and paralysis', *The Lancet Neurology*, 10(10), pp. 931–941. Available at: [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(11\)70178-8](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(11)70178-8).

Levine, S. *et al.* (2008) 'Rapid Disuse Atrophy of Diaphragm Fibers in Mechanically Ventilated Humans', *n engl j med*, p. 9.

Maffiuletti, N.A. *et al.* (2013) 'Neuromuscular electrical stimulation for preventing skeletal-muscle weakness and wasting in critically ill patients: a systematic review', *BMC Medicine*, 11, p. 137. Available at: <https://doi.org/10.1186/1741-7015-11-137>.

Mason, L., Otero, M. and Andrews, A. (2022) 'Cochran's Q Test of Stimulus Overselectivity within the Verbal Repertoire of Children with Autism', *Perspectives on Behavior Science*, 45(1), pp. 101–121. Available at: <https://doi.org/10.1007/s40614-021-00315-w>.

Mayer, K.P. *et al.* (2020) 'Acute skeletal muscle wasting and dysfunction predict physical disability at hospital discharge in patients with critical illness', *Critical Care*, 24, p. 637. Available at: <https://doi.org/10.1186/s13054-020-03355-x>.

Nagae, M. *et al.* (2023) 'Muscle ultrasound and its application to point-of-care ultrasonography: a narrative review', *Annals of Medicine*, 55(1), pp. 190–197. Available at: <https://doi.org/10.1080/07853890.2022.2157871>.

Nijholt, W. *et al.* (2017) 'The Reliability and Validity of Ultrasound to Quantify Muscles in Older Adults: A Systematic Review', *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 8 (5), pp. 702–12.

Available at: <https://doi.org/10.1002/jcsm.12210>.

Paddon-Jones, D. and Rasmussen, B.B. (2009) 'Dietary protein recommendations and the prevention of sarcopenia', *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 12(1), pp. 86–90. Available at: <https://doi.org/10.1097/MCO.0b013e32831cef8b>.

Paris, M.T. *et al.* (2017) 'Validation of Bedside Ultrasound of Muscle Layer Thickness of the Quadriceps in the Critically Ill Patient (VALIDUM Study): A Prospective Multicenter Study', *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 41(2), pp. 171–180. Available at: <https://doi.org/10.1177/0148607116637852>.

Parry, S.M. *et al.* (2015a) 'Ultrasonography in the intensive care setting can be used to detect changes in the quality and quantity of muscle and is related to muscle strength and function', *Journal of Critical Care*, 30(5), p. 1151.e9-1151.e14. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2015.05.024>.

Parry, S.M. *et al.* (2015b) 'Ultrasonography in the intensive care setting can be used to detect changes in the quality and quantity of muscle and is related to muscle strength and function', *Journal of Critical Care*, 30(5), p. 1151.e9-1151.e14. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2015.05.024>.

Paternostro-Sluga, T. *et al.* (2002) 'Chronaxie and Accommodation Index in the Diagnosis of Muscle Denervation', *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 81(4), pp. 253–260. Available at: <https://doi.org/10.1097/00002060-200204000-00003>.

Pícoli, T.D.S., Figueiredo, L.L.D. and Patrizzi, L.J. (2011) 'Sarcopenia e envelhecimento', *Fisioterapia em Movimento*, 24(3), pp. 455–462. Available at: <https://doi.org/10.1590/S0103-51502011000300010>.

Piva, S., Fagoni, N. and Latronico, N. (2019) 'Intensive care unit–acquired weakness: unanswered questions and targets for future research', *F1000Research*, 8, p. F1000 Faculty Rev-508. Available at: <https://doi.org/10.12688/f1000research.17376.1>.

Puthucherry, Z.A. *et al.* (2013) 'Acute Skeletal Muscle Wasting in Critical Illness', *JAMA*, 310(15), pp. 1591–1600. Available at: <https://doi.org/10.1001/jama.2013.278481>.

Sachetti, A. *et al.* (2019) 'Aplicação da técnica de eletrodiagnóstico em pacientes críticos: Uma revisão sistemática', *Clinical and Biomedical Research*, 39(3). Available at: <https://seer.ufrgs.br/index.php/hcpa/article/view/91230> (Accessed: 8 November 2022).

Schuhfried, O., Kollmann, C. and Paternostro-Sluga, T. (2005) 'Excitability of chronic hemiparetic muscles: determination of chronaxie values and strength-duration curves and its implication in functional electrical stimulation', *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 13(1), pp. 105–109. Available at: <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2005.843439>.

Silva, P.E. *et al.* (2018) 'Neuromuscular electrophysiological disorders and muscle atrophy in mechanically-ventilated traumatic brain injury patients: New insights from a prospective observational study', *Journal of Critical Care*, 44, pp. 87–94. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2017.10.026>.

Souza RB, Marques LM, Gonçalves EDC, Costa GDFSD, Furtado MVDC, Amaral AGDS, *et al.* (2021) 'Effects of early mobilization in adult patients admitted to the intensive care unit: systematic review'. *BJD*, 7(3), pp. 30427–41. Available at: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/27021/21372>

Souza, R.R.D. *et al.* (2023) 'Sample size and Shapiro-Wilk test: An analysis for soybean grain yield', *European Journal of Agronomy*, 142, p. 126666. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2022.126666>.

Stevens, R.D. *et al.* (2009) 'A framework for diagnosing and classifying intensive care unit-acquired weakness', *Critical Care Medicine*, 37, pp. S299–S308. Available at: <https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e3181b6ef67>.

Tillquist, M. *et al.* (2014) 'Bedside Ultrasound Is a Practical and Reliable Measurement Tool for Assessing Quadriceps Muscle Layer Thickness', *JPEN. Journal of parenteral and enteral nutrition*, 38(7), pp. 886–890. Available at: <https://doi.org/10.1177/0148607113501327>.

Tortuyaux, R., Davion, J.-B. and Jourdain, M. (2022) 'Intensive care unit-acquired weakness: Questions the clinician should ask', *Revue Neurologique*, 178(1–2), pp. 84–92. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.neurol.2021.12.007>.

Turton, P. *et al.* (2016) 'Human limb skeletal muscle wasting and architectural remodeling during five to ten days intubation and ventilation in critical care – an observational study using ultrasound', *BMC Anesthesiology*, 16, p. 119. Available at: <https://doi.org/10.1186/s12871-016-0269-z>.

Vanhorebeek, I., Latronico, N. and Van den Berghe, G. (2020) 'ICU-acquired weakness', *Intensive Care Medicine*, 46(4), pp. 637–653. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00134-020-05944-4>.

Voiriot, G., Mehdi O., Pierre A., Salmon-Gandonnière C., Gaudet A., Jouan Y., Kallel H. *et al.* (2022) 'Chronic Critical Illness and Post-Intensive Care Syndrome: From Pathophysiology to Clinical Challenges' *Annals of Intensive Care*, 12 (1), 58. Available at: <https://doi.org/10.1186/s13613-022-01038-0>.

Walter, S.D., Eliasziw, M. and Donner, A. (1998) 'Sample size and optimal designs for reliability studies', *Statistics in Medicine*, 17(1), pp. 101–110. Available at: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0258\(19980115\)17:1<101::AID-SIM727>3.0.CO;2-E](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0258(19980115)17:1<101::AID-SIM727>3.0.CO;2-E).

Wang, W. *et al.* (2020) 'Intensive Care Unit-Acquired Weakness: A Review of Recent Progress With a Look Toward the Future', *Frontiers in Medicine*, 7, p. 559789. Available at: <https://doi.org/10.3389/fmed.2020.559789>.

Wijntjes, J. and Nens V. A. (2021) ‘Muscle Ultrasound: Present State and Future Opportunities’, *Muscle & Nerve*, 63(4), pp. 455–66. Available at: <https://doi.org/10.1002/mus.27081>.

APÊNDICE A

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS APLICADAS À SAÚDE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar (ou autorizar que seu familiar participe) de uma pesquisa. O título da pesquisa é **“ANÁLISE DAS ALTERAÇÕES MUSCULARES E DE EXCITABILIDADE NEUROMUSCULAR EM PACIENTES INTERNADOS NA UTI”**. O objetivo desta pesquisa é analisar o impacto das alterações musculares durante a internação na UTI. O (a) pesquisador(a) responsável por essa pesquisa é Prof. Dr. André Sales Barreto e Prof. Dra. Telma Cristina Fontes Cerqueira eles são professores da Universidade Federal de Sergipe - Campus Lagarto. Você receberá todos os esclarecimentos necessários antes, durante e após a finalização da pesquisa, e lhe asseguro que o seu nome (ou do seu familiar) não será divulgado, sendo mantido o mais rigoroso sigilo mediante a omissão total de informações que permitam identificá-lo/a. A pesquisa se dará através da aplicação de um questionário estruturado e criado pelo pesquisador principal, busca de dados em prontuários, realização de exame de imagem (ultrassonografia) e teste de eletrodiagnóstico. É informado ainda que os dados colhidos servirão para produção de artigos científicos e publicações em revistas científicas e/ou congressos.

Reconhecemos que toda pesquisa, envolvendo Seres Humanos, está passível de oferecer riscos aos participantes da mesma. A Resolução CNS nº 510 de 2016, em seu Artigo 2º, Inciso XXV, cita: “risco da pesquisa: possibilidade de danos à dimensão física, psíquica, moral, intelectual, social, cultural do ser humano, em qualquer etapa da pesquisa e dela decorrente”. Os riscos para os participantes são mínimos e podem ser decorrentes de eventos como invasão da privacidade e desconforto durante o teste de estímulo, no entanto, os dados são confidenciais e serão utilizados apenas para fins científicos, sendo tomados os devidos cuidados para a não violação e integridade dos documentos, além de que os testes serão realizados em local confortável e adequado. Para evitar ou reduzir esses riscos, serão adotadas medidas como o esclarecimento prévio dos indivíduos sobre a pesquisa, incluindo as informações que o participante poderá interromper a realização dos testes a qualquer momento. Todos os exames e testes serão realizados em posição e local confortável e adequado para tal. Os resultados e imagens dos exames não serão identificados pelo nome para que seja mantido o anonimato. Os benefícios do mesmo estão pautados na possibilidade de construção de conhecimento sobre fatores que levam a fraqueza

muscular adquirida na UTI, o que pode facilitar a compreensão dos mecanismos causadores deste importante fator prognóstico de incapacidade funcional e sobrevivência à doença crítica, bem como o desenvolvimento ou aperfeiçoamento do tratamento e reabilitação desses sujeitos para facilitar seu retorno à sociedade.

Assim, você está sendo consultado sobre seu interesse e disponibilidade de participar dessa pesquisa (ou autorizar que seu familiar participe). Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper sua participação a qualquer momento. A recusa em participar não acarretará nenhuma penalidade. Você (ou seu familiar) não receberá pagamentos por ser participante. Se houver gastos com transporte ou alimentação, eles serão ressarcidos pelo pesquisador responsável. Todas as informações obtidas por meio de sua participação serão de uso exclusivo para esta pesquisa e ficarão sob a guarda do/da pesquisador/a responsável.

Se houver algum dano, decorrente da pesquisa, deixamos claro que o participante terá direito a buscar indenização, por meio das vias judiciais (Código Civil, Lei 10.406/2002, Artigos 927 a 954 e Resolução CNS nº 510 de 2016, Artigo 19). Os pesquisadores firmam compromisso de divulgar os resultados da pesquisa, assim que ela se encerrar, caso seja de interesse dos participantes. A divulgação deverá ser feita de forma acessível e clara para todos os participantes. Se você tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, você pode entrar em contato com o pesquisador através do(s) telefone(s) Juliana de Ávila Barreto Alves Tel.: (79) 99977-2522 E-mail: Telma Cristina Fontes Cerqueira. Tel.: (79) 9 9821-5476. E-mail: André Sales Barreto. Tel.: (79) 98824-1170 E-mail: andre.barreto@academico.ufs.br.

Este estudo foi analisado por um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP). O CEP é responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos, visando garantir a dignidade, os direitos e a segurança dos participantes de pesquisa. Caso você tenha dúvidas e/ou perguntas sobre seus direitos como participante deste estudo, ou se estiver insatisfeito com a maneira como o estudo está sendo realizado, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Sergipe Lagarto/ Hospital Universitário de Lagarto (CEP UFS Lag/HUL), situado na Av. Governador Marcelo Déda, 13, Centro, Lagarto/SE, telefone (79) 3632-2189, de segunda a sexta, das 08:00 às 12:00hs ou pelo e-mail: cephulag@ufs.br. No caso de aceitar fazer parte como participante (ou que seu familiar participe), você e o pesquisador devem rubricar todas as páginas e também assinar as duas vias desse documento. Uma via é sua. A outra via ficará com o(a) pesquisador(a).

Consentimento do participante e/ou acompanhante/cuidador:

Eu, abaixo assinado, entendi como é a pesquisa, tirei dúvidas com o(a) pesquisador(a) e aceito participar (ou que meu familiar participe), sabendo que posso desistir em qualquer momento, durante e depois de participar. Autorizo a divulgação dos dados obtidos neste estudo mantendo em sigilo minha identidade, informo que recebi uma via deste documento com todas as páginas rubricadas e assinadas por mim e pelo Pesquisador Responsável.

Nome do(a) participante: _____

Assinatura do participante ou acompanhante/cuidador: _____

Local e data: _____

Declaração do pesquisador:

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária, o Consentimento Livre e Esclarecido deste participante (ou seu representante) para a participação neste estudo. Declaro ainda que me comprometo a cumprir todos os termos aqui descritos.

Nome do Pesquisador: _____

Assinatura: _____

Local/data: _____

Nome do auxiliar de pesquisa/testemunha (Se houver): _____

Assinatura: _____

Local/data: _____



Assinatura Datiloscópica (se não alfabetizado)

Presenciei a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do participante.

Testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores)

Nome: _____

Assinatura: _____

Pesquisadores responsáveis:

Juliana de Ávila Barreto Alves Tel.: (79) 99977-2522 E-mail: juavilabarreto@gmail.com;

Telma Cristina Fontes Cerqueira. Tel.: (79) 9 9821-5476. E-mail: telmac@gmail.com

André Sales Barreto. Tel.: (79) 98824-1170 E-mail: andre.barreto@academico.ufs.br

CEP: COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Endereço: Avenida Governador Marcelo Déda, 13, Sala: Biblioteca do Campus de Lagarto. Bairro: Centro. CEP: 49.400-000. Telefone: (79)3632-2189. E-mail: cephulag@ufs.br

Apêndice B

Questionário de Coleta de Dados

DADOS PESSOAIS	
Nome: _____ -	
Idade: _____ Sexo: M () F () Raça: _____ Estado Civil: _____	
Endereço: _____	
Telefones: () _____ () _____ Grau de instrução: _____	
Emprego: () sim – () formal () informal – () Não Aposentado () sim () não	
Profissão: _____ Filhos: () não () sim, quantos? _____	

ESTADO DE SAÚDE PRÉVIO					
	Sim	Não		Sim	Não
Uso de álcool			Alteração da função cognitiva anterior		
Uso de fumo			Alteração no estado físico anterior		
Uso de drogas ilícitas			Comorbidades. Se sim, quais?		
Atividade física					

CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO					
	Sim	Não		Sim	Não
Gravidez			Cancer em estágio terminal		
Doença Muscular preexistente			Pct em 2ª admissão na UTI		
Fraturas ou lesões de pele no local da coleta			Pct sem familiar ou visitante		
Previamente acamado			Risco de morte em 24h		

ADMISSÃO NA UTI	
Causa da admissão: () clínica () cirúrgica () eletiva () emergencial. Leito: _____	
Data da Admissão Hospitalar: ____/____/____ Data da Admissão UTI: ____/____/____	
Diagnósticos: _____	
Gravidade da doença: SAPS II - _____	
Cirurgias: () não () sim, Qual? _____	
Complicações: () não () sim, Qual? _____	

Suporte cardiovascular: () não () sim, Qual? _____	Tempo de uso _____
Suporte renal: () não () sim, Qual? _____	Tempo de uso (dias) _____
Drogas vasoativas: () não () sim, Qual? _____	Tempo de uso (dias) _____
Analgésicos () não () sim, Qual? _____	Tempo de uso (dias) _____
Relaxantes musculares () não () sim, Qual? _____	Tempo de uso (dias) _____
Sedativos: () não () sim, Qual? _____	Tempo de uso (dias) _____

AVALIAÇÃO ADMISSÃO Data: ____/____/____				
Teste de Eletrodiagnóstico de Estímulo:				
Em uso de EENM? () Sim () Não				
	Bíceps Braquial	Flex no antebraço	Reto femoral	Tibial anterior
Reobase:				
Cronaxia:				
Acomodação;				
Í. Acomodação:				
Ultrassonografia Cinesiológica:				
	Bíceps Braquial	Flex no antebraço	Reto femoral	Tibial anterior
Suporte Ventilatório:			Tempo de uso:	
Nível de Sedação:				
Observação:				

AVALIAÇÃO 7º DIA Data: ____/____/____				
Teste de Eletrodiagnóstico de Estímulo:				
Em uso de EENM? () Sim () Não				
	Bíceps Braquial	Flex no antebraço	Reto femoral	Tibial anterior
Reobase:				
Cronaxia:				
Acomodação;				
Í. Acomodação:				
Ultrassonografia Cinesiológica:				
	Bíceps Braquial	Flex no antebraço	Reto femoral	Tibial anterior

Suporte Ventilatório:			Tempo de uso:	
Nível de Sedação:				
Observação:				

AVALIAÇÃO 14º DIA / ALTA Data: ____/____/____				
Teste de Eletrodiagnóstico de Estímulo:				
Em uso de EENM? () Sim () Não				
	Bíceps Braquial	Flex no antebraço	Reto femoral	Tibial anterior
Reobase:				
Cronaxia:				
Acomodação:				
Í. Acomodação:				
Ultrassonografia Cinesiológica:				
	Bíceps Braquial	Flex no antebraço	Reto femoral	Tibial anterior
Suporte Ventilatório:			Tempo de uso:	
Nível de Sedação:				
Observação:				

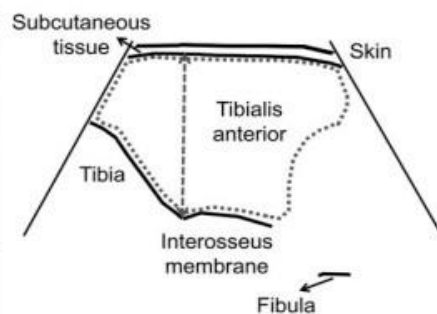
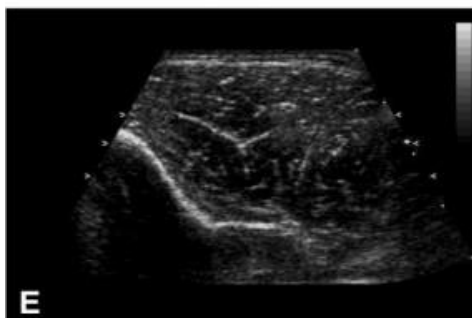
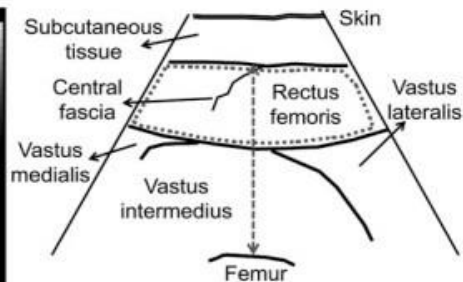
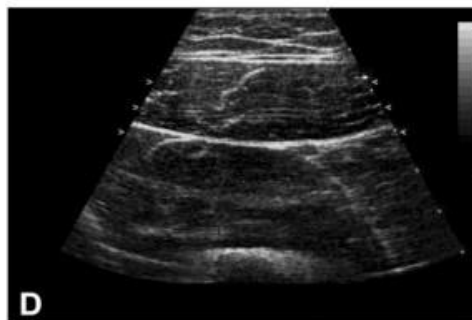
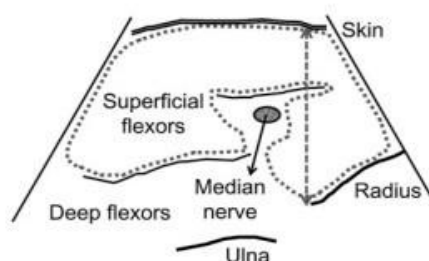
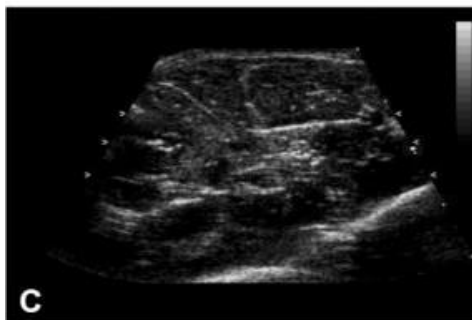
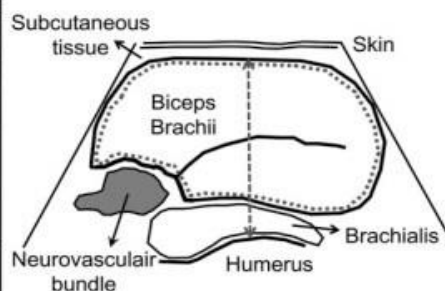
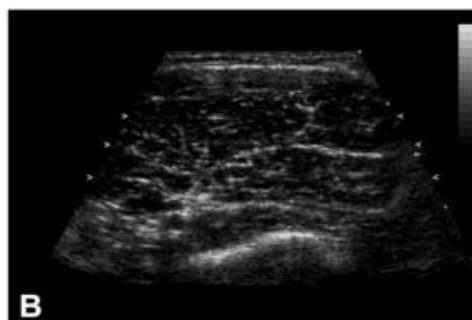
DESFECHO
() Alta () Óbito () Transferências () Outros: _____
Data da alta: ____/____/____
Tempo total de permanência: _____

Apêndice C

Passo a Passo da Avaliação de US Cinesiológica e TEDE

1. Ligar o aparelho de ultrassonografia: Colocar o plugue macho na tomada **220v**
Apertar o botão **on/off**
Não precisa de senha
2. Selecione o transdutor linear: Aperte no botão **probe**
Selecione a probe **linear**
Selecione o pré-set **MSK** (músculo)
3. Ajustar profundidade e ganho: Rodar botão **profundidade** até alcançar **7,4**
Rodar botão **Gain** até alcançar **64db**
4. Posicionar paciente no leito: Elevação do decúbito a 30°
Membros estendidos
Braço em supinação (palma da mão para cima)
Músculos do paciente completamente relaxados
5. Realizar as marcações utilizando a **fita métrica** e caneta de marcação nos pontos abaixo:
 - a. **Bíceps braquial**: superfície anterior do braço, no ponto localizado entre o **terço inferior e os dois terços superiores** da distância entre o acrômio e a fossa cubital;
 - b. **Grupo flexor no antebraço**: no ponto localizado entre os **dois quintos superiores e o três quintos inferiores** da distância da prega antecubital à extremidade distal do rádio;
 - c. **Reto femoral**: ponto localizado entre o **terço inferior e os dois terços superiores** da distância da espinha ilíaca ântero-superior à face superior da patela na coxa anterior;
 - d. **Tibial anterior**: ponto entre o **quarto superior e os três quartos inferiores** da distância da cabeça da fíbula até a ponta do maléolo lateral;
6. Análise da espessura dos músculos:
 - a. Posicionar o transdutor perpendicularmente com bastante gel:
 - i. **Bíceps braquial** será avaliada entre a parte superior do úmero e a fáscia superficial do bíceps (inclui o músculo braquial);
 - ii. **Grupo flexor no antebraço**: avaliada entre a membrana interóssea localizada próximo ao rádio e a fáscia superficial dos flexores;
 - iii. **Reto femoral**: avaliada entre a parte superior do fêmur e a fáscia superficial do reto femoral (inclui o reto femoral e vasto intermediário);
 - iv. **Tibial anterior**: avaliada entre a membrana interóssea localizada próxima à tíbia e a fáscia superficial do tibial anterior;
 - b. Após posicionar o transdutor na posição adequada, aperte o botão **Freeze**;
 - c. Aperte o botão **Measure**

- d. Selecione a opção **distância**
- e. Aperte o botão **Set** para selecionar os dois pontos em que serão medidas as distâncias (conforme relatado nos itens 6.A e 6.B)
7. Salve as imagens: Após análise de cada músculo, aperte o botão **Save**
Salve no Pen-Drive



Iniciando o ajuste do aparelho:



Ligue o equipamento e aguarde carregar a tela de login



Clique no botão diagnóstico(d)



Selecione o paciente que deseja realizar o diagnóstico (e). Para adicionar um novo paciente, clique no ícone correspondente (e.1) e acrescente **NOME COMPLETO E LEITO**.

Obs: No pop-up de alerta que aparecerá em seguida, clicar na caixa **ESTOU CIENTE E DESEJO CONTINUAR** e **CONFIRMAR**



Selecione o tipo instrumento que você vai utilizar no diagnóstico (f). **(ELETRODO)**



Selecione o tipo de eletrodo que você vai utilizar no diagnóstico (g).
(REBELT)



Selecione o formato do eletrodo que você vai utilizar no diagnóstico (h).
(RETANGULAR)



Entre com o comprimento do eletrodo (i – 5cm) e sua largura (j- 5cm).

Após pressione inserir eletrodo (k) e avançar a tela assim que tiver inserido todos eletrodos.



Selecione os músculos que deseja fazer o diagnóstico (l).

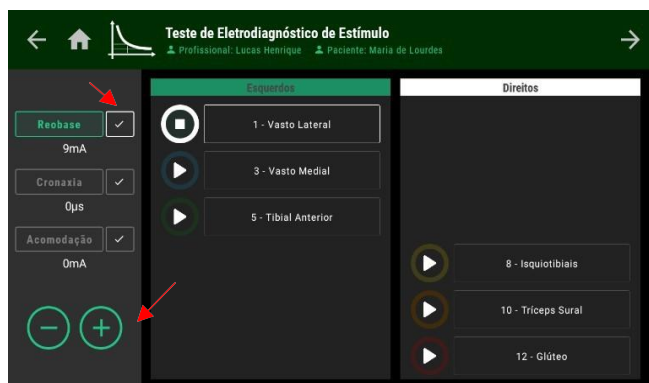
Utilize os botões “Músculos superiores” e “Músculos inferiores” para alternar entre músculos superiores e inferiores. (m).

RETO FEMURAL (1) / TIBIAL ANTERIOR (2) / BÍCEPS BRAQUIAL (5) / FLEXOR DO ANTEBRAÇO (6)

Caso deseje, clique no botão de encontrar ponto motor (n) para encontrar o ponto motor



Para cada músculo, pressione **PLAY** para ajustar a intensidade da **REOBASE** (p).



Mova lentamente o **knob (botão central)** ou utilize os botões (q) para aumentar a intensidade da **REOBASE** e observe o músculo até que se visualize a contração. Aperte confirmar (r) para ajustar a intensidade da **CRONAXIA**.



11. Mova lentamente o **knob (botão central)** ou utilize os botões (q) para aumentar a intensidade da **CRONAXIA** e observe o músculo até que se visualize a contração. Aperte confirmar (s) para ajustar a intensidade da **ACOMODAÇÃO**.



Mova lentamente o **knob (botão central)** ou utilize os botões (q) para aumentar a intensidade da **ACOMODAÇÃO** e observe o músculo. Aperte confirmar (t) para finalizar.



13. Pressione avançar (u) para ver o resultado do diagnóstico

Dados gerais							
Paciente: Maria de Lourdes				Profissional: Lucas Henrique			
Registro: 01010101010101				Data / hora: 29/04/2020 20:13:58			
Instrumento utilizado: Eletrodo							
Músculo	Rebase (mA)	Cronaxia (µs)	Acomodação (mA)	Índice de acomodação	Tipo do eletrodo	Formato do eletrodo	Tamanho do eletrodo
Vasto Lateral Direito	12	640	23	1.92	Silicone carbonado	Retangular	5cm x 5cm
Vasto Medial Direito	13	1060	31	2.38	Metálico	Redondo	3cm
Tibial Anterior Direito	5	120	10	2.00	Silicone carbonado	Retangular	5cm x 5cm
Isquiotibiais Esquerdo	3	120	8	2.67	Silicone carbonado	Retangular	5cm x 5cm
Tríceps Sural Esquerdo	5	520	17	3.40	Silicone carbonado	Retangular	5cm x 5cm
Glúteo Esquerdo	5	100	15	3.00	Silicone carbonado	Retangular	5cm x 5cm

14. Pressione concluir (v) para sair do resultado do diagnóstico

Guia Prático para Pesquisa

- Acompanhar a rotatividade dos pacientes na UTI – quais pacientes tiveram ou estão com previsão de alta para o dia e se há previsão de admissão
- Caso haja admissão:
 1. Acessar o prontuário do paciente para avaliar a existência de algum critério de exclusão inicial; Em seguida, avaliar os critérios de exclusão beira leito
 2. Contactar o paciente ou acompanhante para colher informações adicionais e assinatura do TCLE;
 3. Realizar a primeira avaliação da ultrassonografia cinesiológica e do TEDE;
 4. Armazenar os dados na ficha de coleta
 5. Seguir acompanhando a evolução do paciente diariamente na UTI para saber a previsão de alta e extubação (caso esteja em VMI);
 6. Realizar novas avaliações da ultrassonografia cinesiológica e do TEDE no **sétimo dia**; Anotar os dados adicionais na ficha de coleta;
 7. Seguir acompanhando a evolução do paciente diariamente na UTI para saber a previsão de alta e extubação (caso esteja em VMI);
 8. Realizar novas avaliações da ultrassonografia cinesiológica e do TEDE no **décimo quarto dia**; Anotar os dados adicionais na ficha de coleta