



B1

ISSN: 2595-1661

ARTIGO ORIGINAL

Listas de conteúdos disponíveis em [Portal de Periódicos CAPES](#)

Revista JRG de Estudos Acadêmicos

Página da revista:

<https://revistajrg.com/index.php/jrg>

ISSN: 2595-1661

Revista JRG de
Estudos Acadêmicos

O uso do ultrassom na avaliação de massa magra e previsão de desfechos clínicos em pacientes críticos

The use of ultrasound in the evaluation of lean body mass and the forethought of clinical outcomes in critical patients

DOI: 10.55892/jrg.v7i13.907

ARK: 57118/JRG.v7i13.907

Recebido: 20/12/2023 | Aceito: 20/01/2024 | Publicado *on-line*: 23/01/2024

Yone Gabrielle do Nascimento Sodré¹

<https://orcid.org/0009-0007-3691-3628>

<https://lattes.cnpq.br/0286142223174316>

Fundação de Ensino e Pesquisa em Ciências da Saúde, DF, Brasil

E-mail: yone.gabrielle@gmail.com

Polyana Alves Rodrigues²

<https://orcid.org/0000-0002-4551-6807>

<http://lattes.cnpq.br/7779484927351810>

Fundação de Ensino e Pesquisa em Ciências da Saúde, DF, Brasil

E-mail: polyanarodrigues.ndae@escs.edu.br



Resumo

A perda muscular em pacientes críticos é comum devido a imobilização prolongada, estado inflamatório, gravidade da doença de base, complicações metabólicas e dificuldade na adequada ingestão de nutrientes essenciais. Nesses pacientes, o acompanhamento do estado nutricional é essencial, mas desafiador devido às limitações práticas em ambientes de cuidados intensivos. Nesse contexto a ultrassonografia tem emergido como uma ferramenta promissora à beira leito para avaliação de massa muscular. Esta revisão bibliográfica integrativa tem como objetivo responder à seguinte pergunta: reduções na qualidade e quantidade muscular têm implicação sobre os desfechos clínicos em pacientes críticos? A pesquisa por artigos científicos foi conduzida através de uma busca eletrônica no portal *PubMed*, com critérios de inclusão que englobaram artigos completos disponíveis eletronicamente, publicados em português, inglês ou espanhol, abordando a qualidade/quantidade muscular (avaliada por ultrassom) e desfechos clínicos em pacientes adultos críticos (idade > 18 anos). Estudos focados no músculo peitoral e diafragma, pesquisas com pacientes não críticos, artigos de revisão e cartas de apresentação foram excluídos da amostra. Quinze estudos, totalizando 992 pacientes, preencheram os critérios de seleção. As reduções observadas durante o período de internação mostraram-se significativas e progressivas, estabelecendo uma correlação consistente com desfechos clínicos e funcionais na maioria dos estudos. O aumento na ecogenicidade e reduções na espessura e área muscular parecem estar relacionados ao aumento da

¹ Graduada em Nutrição pela Universidade de Brasília; Residente do Programa de Residência Multiprofissional em Terapia Intensiva SES/DF - Brasília, DF (Brasil).

² Graduada em Nutrição pela Universidade de Brasília. Mestre(a) em Ciências da Saúde, pela Universidade de Brasília - Brasília, DF (Brasil).

mortalidade, tempo de ventilação mecânica, tempo de internação, disfunções orgânicas e piora da capacidade funcional. Este conjunto de evidências ressalta a importância da avaliação muscular e da ultrassonografia como uma ferramenta valiosa para compreender e antecipar desdobramentos clínicos em pacientes críticos.

Palavras-chave: Atrofia Muscular. Músculo Quadríceps. Ultrassonografia. Unidades de Terapia Intensiva.

Abstract

Muscle loss in critically ill patients is common due to prolonged immobilization, inflammatory state, severity of the underlying disease, metabolic complications and difficulty in adequate intake of essential nutrients. In these patients, monitoring nutritional status is essential, but challenging due to practical limitations in intensive care environments. In this context, ultrasound has emerged as a promising bedside tool for muscle mass assessment. This integrative literature review aims to answer the following question: do reductions in muscle quality and quantity have implications for clinical outcomes in critically ill patients? The search for scientific articles was conducted through an electronic search on the PubMed portal, with inclusion criteria that included full articles available electronically, published in Portuguese, English, or Spanish, addressing muscle quality/quantity (evaluated by ultrasound) and clinical outcomes in adult critical patients (age > 18 years). Studies focused on the pectoral and diaphragm muscles, research with non-critical patients, review articles and presentation letters were excluded from the sample. Fifteen studies, totaling 992 patients, met the selection criteria. The reductions observed during the hospitalization period were significant and progressive, establishing a consistent correlation with clinical and functional outcomes in most studies. The increase in echogenicity and reductions in thickness and muscle area appear to be related to increased mortality, mechanical ventilation time, hospitalization time, organ dysfunction and worsening functional capacity. This set of evidence highlights the importance of muscle assessment and ultrasound as a valuable tool to understand and anticipate clinical developments in critically ill patients.

Keywords: Intensive Care Units. Muscular Atrophy. Quadriceps Muscle. Ultrasonography.

1. Introdução

Nos pacientes críticos o metabolismo encontra-se alterado devido ao estresse metabólico gerado pelo trauma ou doença de base, incluindo elevação de hormônios contra regulatórios, citocinas inflamatórias e mobilização de proteínas da fase aguda, acelerando a proteólise (OLIVEIRA; REIS; MENDONÇA, 2012). O catabolismo acelerado leva a um balanço nitrogenado negativo, com perda rápida e significativa de massa magra. Além disso, a falta de mobilidade também contribui para a perda muscular devido à atrofia por desuso (OLIVEIRA; REIS; MENDONÇA, 2012; SILVA et al., 2022).

Nesses pacientes a avaliação da massa muscular pode ser desafiadora, pois os métodos comumente usados, como tomografia computadorizada, ressonância magnética, absorciometria de raios-x de dupla energia (DEXA), ou testes musculares manuais (como a escala MRC-SS e a dinamometria isocinética) apresentam limitações práticas em ambientes de cuidados intensivos: custo elevado, necessidade de pessoal especializado, exposição à radiação, necessidade de cooperação por

parte do paciente, necessidade de transporte da UTI, entre outros (CENICCOLA et al., 2019; MOURTZAKIS et al., 2017).

Nesse contexto, o ultrassom está emergindo como uma ferramenta promissora à beira leito para avaliação de massa e qualidade muscular, pois além de segura e viável em pacientes críticos, possui confiabilidade satisfatória intra e inter-avaliadores (tanto para aquisição de imagem, quanto para sua análise), permite observar alterações longitudinais, é confiável para medidas repetidas, não requer cooperação do paciente, é portátil, de baixo custo e apresenta boa correlação com os resultados obtidos por meio de tomografia computadorizada, ressonância magnética e DEXA (ARBEILLE et al., 2009; BERGER et al., 2015; CENICCOLA et al., 2019; PARIS et al., 2017; TOUREL et al., 2020; VIEIRA et al., 2019; ZHAO et al., 2022).

Na ultrassonografia muscular, alguns aspectos de imagem são de interesse: ângulo de penetração (AP), comprimento do fascículo (CF), ecogenicidade (ECOG), espessura (EM) ou área de secção transversal (AST) de um músculo, ou grupo muscular (FORMENTI et al., 2019).

O AP e o CF são importantes parâmetros de arquitetura muscular e afetam características funcionais. O CF se refere ao comprimento das fibras musculares, já o AP se refere ao ângulo de inserção das fibras musculares na aponeurose e está relacionado a força muscular: quanto maior o ângulo, maior o número de sarcômeros, mais material contrátil e por inferência, maior é a capacidade de gerar força (FORMENTI et al., 2019).

A ecogenicidade tem sido utilizada como preditor de qualidade muscular, pois permite avaliar a integridade do músculo e pode ser obtida por meio da análise de escala de cinza. Músculos saudáveis geralmente são hipoeecóicos, apresentando coloração mais escura na imagem de ultrassom, já o aumento da ecogenicidade está associado à perda de força e performance muscular, apresentando coloração esbranquiçada (CONNOLLY et al., 2015; O'NEILL, 2008; PUTHUCHEARY et al., 2015). Já a espessura ou área transversal, principalmente do músculo do quadríceps, tem sido utilizada para avaliar a quantidade e a atrofia muscular em pacientes críticos (NAGAE et al., 2023; NAKANISHI et al., 2018; PARRY et al., 2015b; PUTHUCHEARY et al., 2013a). De modo geral, a EM mede a distância entre duas fâscias e AST mede o número e o tamanho das fibras individuais dentro de um músculo (FORMENTI et al., 2019).

Apesar da perda muscular ser frequentemente observada no contexto das doenças críticas, a relação entre a extensão da perda muscular e os resultados clínicos ainda não é clara (OLIVEIRA; REIS; MENDONÇA, 2012; SILVA et al., 2022). Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo identificar na literatura estudos que examinaram a quantidade e a qualidade muscular em pacientes críticos e os compararam com desfechos clínicos (mortalidade, tempo de ventilação mecânica, tempo de internação na UTI e perda funcional).

2. Metodologia

Trata-se de uma revisão bibliográfica integrativa, a fim de responder ao seguinte questionamento: reduções na qualidade e quantidade muscular têm implicação sobre os desfechos clínicos em pacientes críticos?

Para a elaboração do estudo, foram percorridas as seguintes etapas: elaboração da pergunta norteadora conforme estratégia PICO; busca na literatura, com delimitação dos critérios de exclusão e inclusão; coleta de dados, incluindo construção de ferramenta de extração de dados e categorização dos artigos; análise dos resultados; e, por fim, a apresentação da revisão.

Foram realizadas pesquisas por artigos científicos em periódicos de língua inglesa, portuguesa e espanhola, mediante busca eletrônica no portal PubMed. A coleta de dados ocorreu nos meses de julho e agosto de 2023.

Os artigos foram selecionados utilizando descritores MeSH (Medical Subject Headings) e Operadores Booleanos, resultando na seguinte estratégia de busca: (((("critical illness"[MeSH Terms]) OR ("intensive care units"[MeSH Terms])) AND ("quadriceps muscle/diagnostic imaging"[MeSH Terms]) OR ("muscular atrophy/diagnostic imaging"[MeSH Terms])) AND (ultrasonography[MeSH Terms])).

Os critérios de inclusão foram: artigos completos disponíveis eletronicamente; publicados nos idiomas português, inglês e espanhol; que abordem a temática pesquisada, ou seja, qualidade/quantidade muscular (avaliados por meio do ultrassom) e desfechos clínicos em pacientes adultos críticos (idade > 18 anos). Estudos avaliando o músculo peitoral e diafragma, estudos com pacientes não críticos, artigos de revisão e cartas de apresentação foram excluídos da amostra.

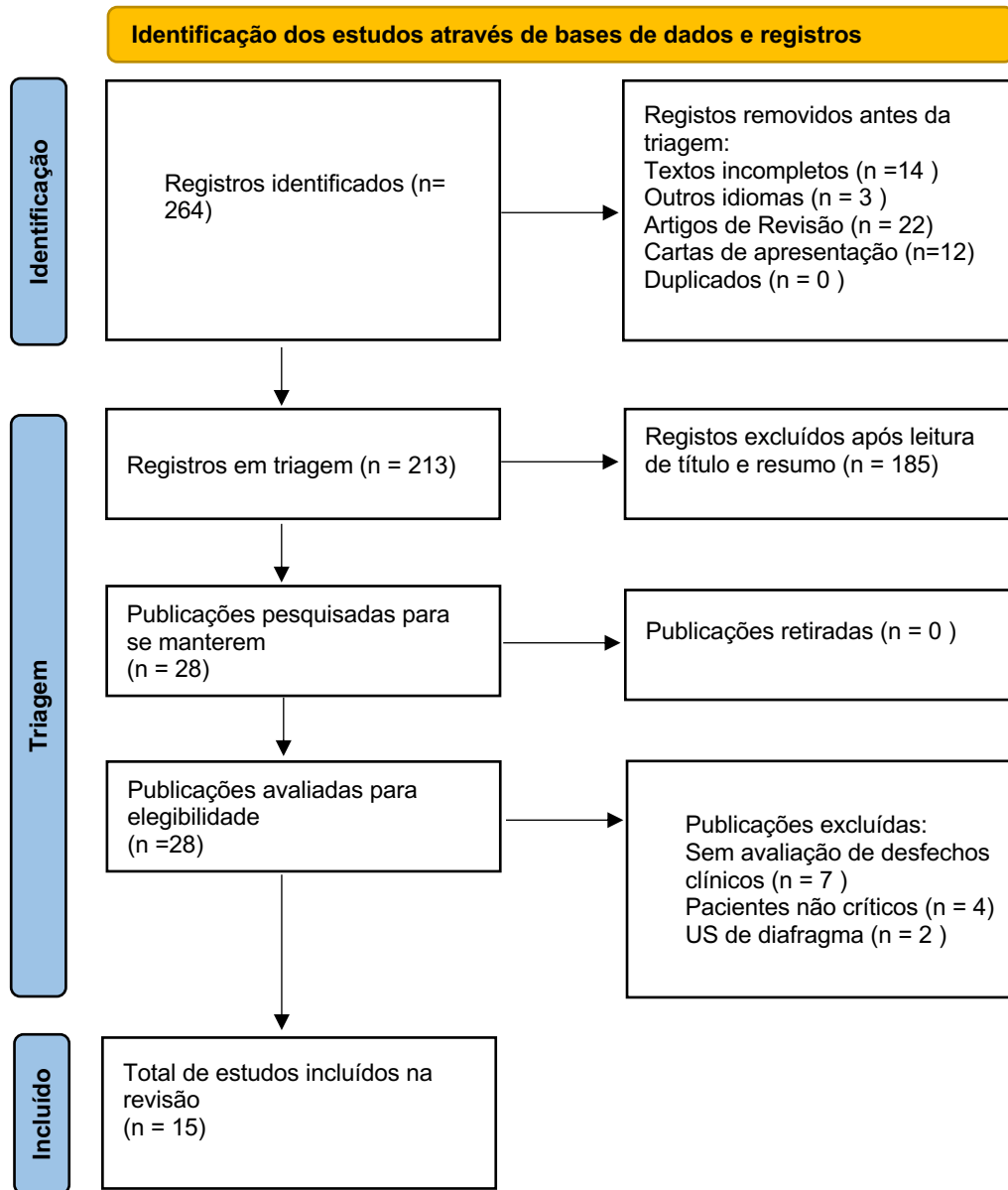
Os artigos selecionados foram analisados e categorizados com base em instrumento de coleta adaptado de Ursi (2005).

3. Resultados e Discussão

A pesquisa com os descritores resultou em 264 artigos, destes apenas 250 estavam disponíveis de forma completa, 3 estavam em idiomas diferentes dos adotados, 22 eram artigos de revisão e 12 eram cartas de apresentação, obtendo-se uma amostra inicial de 213 artigos. Na leitura de títulos e resumos, foram excluídos 185 artigos por não se enquadrarem nos critérios de inclusão (fuga ao tema, estudos com animais e estudos com população pediátrica). Após a leitura na íntegra dos 28 artigos restantes, foram excluídos mais 13 artigos. Destes, 7 não avaliaram associação com desfechos clínicos, 4 foram realizados com pacientes não críticos e 2 avaliaram apenas o músculo do diafragma. Dessa forma, a amostra foi composta por 15 artigos (ER et al., 2021, 2023; GRUTHER et al., 2008; HRDY et al., 2023; LEE et al., 2021; MAGALHÃES et al., 2020; MAYER et al., 2020; MENDES et al., 2023; PARRY et al., 2015; PASSOS; MACEDO; DE-SOUZA, 2021; PUTHUCHEARY et al., 2013; TANAKA; YAMADA, 2021; TOLEDO et al., 2021; UMBRELLO et al., 2021; YANAGI et al., 2021).

Um resumo do processo de pesquisa está descrito no fluxograma apresentado na Figura 1, conforme diretrizes PRISMA (PAGE et al., 2021).

Figura 1 - Fluxograma mostrando o procedimento de seleção dos artigos de acordo com as diretrizes PRISMA 2021.



Fonte: (PAGE et al., 2021)

Todos os estudos incluídos eram observacionais, compostos por 10 estudos de coorte e 1 estudo duplo (prospectivo longitudinal e transversal simples-cego). Ao todo, as publicações apresentaram dados de 992 pacientes hospitalizados em diversas UTIs, distribuídas em 10 países: Inglaterra, Japão, Áustria, Austrália, Brasil, Estados Unidos, Malásia, Itália, Turquia e República Tcheca. A maior parte dos estudos foi conduzida em UTIs gerais (46%, n=7). Três estudos englobaram UTIs clínico-cirúrgicas/médico-cirúrgicas, outros 3 foram realizados em UTIs médicas, 2 foram realizados em UTIs cardíacas e apenas 1 foi conduzido em UTIs cirúrgicas, neurocirúrgicas e de politrauma. Vale destacar que dois estudos abrangeram mais de um tipo de UTI.

Devido à variedade de diagnósticos apresentados, os motivos de internação foram agrupados em: sepse, COVID-19, cirúrgicos, cardíacos, médicos/clínicos e trauma. Os motivos médicos e sepse foram os mais prevalentes, identificados em 53%

(n=8) dos estudos, seguidos por casos cardíacos, presentes em 40% (n=6). Os pacientes com trauma e motivos cirúrgicos foram relatados em 33,3% dos estudos, enquanto os casos de COVID-19 foram os menos frequentes, aparecendo em apenas 1 estudo (6,6%). O índice de gravidade foi avaliado por meio de três métodos distintos (APACHE, SOFA e SAPS), revelando resultados variados. No entanto, independentemente das divergências nos resultados, a maioria dos pacientes foi categorizada como apresentando gravidade moderada e grave.

As características dos estudos estão resumidas na Tabela 1, enquanto a Tabela 2 detalha as características da amostra de pacientes.

Tabela 1 - Características principais dos estudos incluídos.

Primeiro autor	Ano publicação	País	Tipo de estudo	Número de pacientes	Contexto clínico
Er	2021	Turquia	Observacional prospectivo	38	UTI Médica
Er	2023	Turquia	Coorte retrospectivo	32	UTI Geral
Gruther	2008	Áustria	Duplo: prospectivo longitudinal + transversal simples-cego	118 (17 +101)	UTI Geral
Hrdy	2023	República Tcheca	Coorte prospectivo	104	UTIs Médica, Cirurgia, Neurocirurgia e Politrauma
Lee	2020	Malásia	Coorte prospectivo	86	UTI Geral
Magalhães	2020	Brasil	Coorte Prospectivo	69	UTI Clínico-Cirúrgica
Mayer	2020	EUA	Coorte prospectivo	41	UTI Médica e Cardiotorácica
Mendes	2022	Brasil	Observacional prospectivo	78	UTI Cardíaca
Parry	2015	Austrália	Coorte prospectivo	22	UTI Médico-Cirúrgica
Passos	2021	Brasil	Coorte prospectivo	160	UTI Clínico-Cirúrgica
Puthucheary	2013	Inglaterra	Coorte prospectivo	62	UTI Geral
Tanaka	2020	Japão	Observacional prospectivo	8	UTI Geral
Toledo	2021	Brasil	Coorte prospectivo	74	UTI Geral
Umbrello	2021	Itália	Observacional prospectivo	28	UTI Geral
Yanagi	2021	Japão	Coorte prospectivo	72	UTI Cirúrgica e Médica

Tabela 2 - Características principais da amostra de pacientes.

Primeiro Autor	Motivo Internação	Idade (média/ mediana)	% Homens	APACHE II (média/ mediana)	SOFA (média/ mediana)	SAPS III (média/ mediana)
Er	Médico, sepse	61 (IIQ 50–70) ^a	68,42%	20 (IIQ 16-25) ^a	7 (IIQ 5-9) ^a 8 (IIQ 6-10) ^b	NA

		71 (IIQ 55-80) ^b		19 (IIQ 15-22) ^b		
Er	Médico, sepse	79,3 (DP±7,9)	43,00%	22,5 (IIQ 16,2-29,7)	7 (IIQ 5-10,75)	NA
Gruther	Trauma, cardíaco, cirúrgico	55 (DP±17) ^c	83% ^c 73,2% ^d	NA	NA	NA
		55 (DP±15) ^d				
Hrdy	Médico, trauma, cirúrgico	58,1 (DP±118,36)	63,50%	27,6 (DP±7,83)	9,6 (DP±2,91)	NA
Lee	Médico, cardíaco, trauma, sepse	57,71 (DP ±16,52)	65,10%	20,59 (DP±7,96)	9,14 (DP ±3,74)	45,31 (DP±15,07) [*]
Magalhães	Médico, Sepse	NA	40%	NA	8,8 (DP±3,6)	73,2 (DP NA)
Mayer	Médico, Sepse,	61 (DP 55-68)	56%	NA	8,1 (DP±4,8)	NA
Mendes	Cardíaco	66,2 (DP±11,8)	56%	NA	NA	54,4 (DP±15,5)
Parry	Médico, cirúrgico	56 (DP±18)	59%	23 (DP±8)	NA	NA
Passos	Trauma, cirúrgico	43 (IIQ 29,0-60,8)	76,30%	17,2 (DP±6,5)	9,0 (IIQ 8,0-11,0)	63,8 (DP±14,3)
Puthuchery	Médico, Sepse, trauma, cardíaco	54,5 (50,0-59,6)	58,70%	23,5 (21,9-25,2)	NA	45,5 (41,8-49,3) [*]
Tanaka	Sepse	68,5 (IIQ 60,0-83,8)	NA	NA	6,5 (IIQ 3,8-11,0)	NA
Toledo	Sepse, cirúrgico, cardíaco	63,3 (DP±19,5)	54,10%	NA	NA	55,2 (DP±17,2)
Umbrello	Covid-19	65 (DP±10)	78,60%	NA	3 (IIQ 3-4) ^e 4 (IIQ 3-6) ^f	31 (IIQ 25-37) ^{e*} 37 (IIQ 30-41) ^{f*}
Yanagi	Sepse, cirúrgico, cardíaco	70 (IIQ 60-76)	79%	23 (IIQ 18-28)	11 (IIQ 8-14)	NA

*SAPS II; ^a sucesso desmame; ^b falha desmame; ^c grupo do estudo A (prospectivo longitudinal); ^d grupo do estudo B (transversal simples-cego); ^e sobreviventes; ^f não sobreviventes. IQQ: Intervalo Interquartil (para valores em mediana); DP: Desvio Padrão (para valores em média); NA: Não Avaliado.

As características do método de ultrassom utilizados estão dispostos na tabela 3 e demonstram inconsistência na avaliação da massa muscular, uma vez que os estudos analisam diferentes músculos em diferentes momentos durante a doença crítica, contudo houve prevalência na análise do músculo reto femoral e do músculo quadríceps (reto femoral mais vasto intermédio) com medidas de área de secção transversal ou espessura. Dos 15 estudos incluídos, 8 analisaram a área de secção transversal, 10 analisaram espessura muscular, 4 ecogenicidade, 2 incluíram ângulo de penetração e apenas 1 avaliou o comprimento do fascículo. Além disso, em 4 dos estudos houve análise de mais de um parâmetro.

Na maioria dos estudos, 66,66% (n =10), foram realizadas aferições seriadas, em momentos distintos, mas com predominância no 7° dia de internação 53,3% (n=8). Também houve divergência entre o ponto de aferição, lado do membro analisado, número de imagens por aferição e tipo de compressão.

Em relação ao local de aferição, observou-se que o ponto mais frequente foi o ponto médio entre a espinha íliaca ântero-superior e a parte superior da patela, representando 40% (n=6), seguido pelo ponto localizado a 3/5 dessa distância, que representou 33,33% (n=5) dos casos. Quanto à preferência lateral, 5 estudos optaram pelo lado direito, 4 realizaram a medição bilateralmente, 1 deixou a critério do ultrassonografista e os demais não especificaram o lado aferido.

Em relação à quantidade de imagens coletadas por aferição, a maioria dos estudos (53%, n=8) coletou 3 imagens, enquanto 3 estudos coletaram 2 imagens. Em 3 casos, não foi descrito o número de imagens, sendo inferido que somente uma foi coletada, e apenas 1 estudo coletou 6 imagens por aferição, mas com omissão dos menores e maiores valores e cálculo a média dos quatro valores restantes.

Quanto à técnica de compressão, houve prevalência no uso da compressão mínima, aplicada em 10 dos 15 estudos analisados. No entanto, 4 estudos não descreveram a técnica utilizada e em 1 estudo foram empregadas tanto a compressão máxima quanto a mínima. A determinação da quantidade adequada de pressão a ser aplicada durante a aquisição da imagem permanece uma incógnita, especialmente considerando as variações nas dimensões musculares decorrentes da contração e relaxamento (EARTHMAN, 2015). Nesse contexto, o uso da compressão mínima pode simplificar a padronização entre diferentes operadores, além de permitir uma definição precisa das medidas da espessura da camada muscular do quadríceps.

Tabela 3 - Características do método de ultrassom utilizado nos estudos.

Primeiro autor	Grupo muscular	Métrica	Local da aferição	Tipo de compressão	Aferições
Er	RF e RF + VI	EM	3/ 5 da distância entre a EIAS e a borda superior da patela, sem descrição de lado	SR	1 aferição (dentro das 36 horas de intubação), 3 imagens por aferição
Er	RF+VI e RF	EM	3/5 entre a EIAS e a borda superior da patela, lado direito	SR	1 aferição (na admissão), 3 imagens por aferição
Gruther	RF+VI	EM	2/3 e 1/2 entre a EIAS e o polo superior da patela, bilateralmente.	SR	Grupo A: 2 aferições, (no início do estudo e após 28 dias) Grupo B: apenas 1 aferição (após um tempo de internação aleatório)
Hrdy	RF	AST	3/4 da distância entre a EIAS e parte superior da patela, lado a critério do ultrassonografista	Mínima	2 aferições (em até 24 horas após a admissão e no 7° dia de internação), 6 imagens por aferição*
Lee	RF+VI, RF e VL	EM, AST,	2/3 entre a EIAS e a borda superior da	Mínima	4 aferições (até 48 após

Magalhães	RF	AST	patela e a 5 cm lateralmente desse ponto, preferencialmente do lado direito	Mínima	admissão, nos dias 7, 14 e na alta da UTI), 2 imagens por aferição
Mayer	RF, RF +VI e TA	EM, AST e ECOG	3/5 entre EIAS e a borda patelar superior, sem descrição de lado	Mínima	2/3 entre EIAS e a borda superior da patela e 1/3 entre a planalto tibial lateral e a borda inferior do maléolo lateral, lado direito
Mendes	RF	EM	1/2 entre a EIAS e o polo superior da patela, sem descrição de lado	Mínima	4 aferições (no 1°, 3°, 5° e 7° dia na UTI), 3 imagens for aferição
Parry	RF, VI e VL	AST, EM, ECOG e AP	1/2 entre a EIAS e o polo superior da patela, sem descrição de lado	Mínima	2 aferições (até 48 após admissão e 7 dias após), 3 imagens por aferição
Passos	RF	AST	2/3 entre a EIAS e a borda superior da patela e a 5 cm lateralmente desse ponto, bilateralmente	Mínima	7 aferições (na admissão, nos dias 3, 5, 7 e 10, no despertar e na alta da UTI), 3 imagens por aferição
Puthucheary	RF	AST	1/2 entre EIAS e a borda proximal da patela, lado direito	Mínima	1 aferição (até 48 h após admissão na UTI), 3 imagens por aferição
Tanaka	RF	EM	3/5 entre a EIAS e a borda patelar superior, sem descrição de lado	Mínima	4 aferições (no 1°, 3°, 7° e 10° dia), 3 imagens por aferição
Toledo	RF+VI	EM	1/2 entre a EIAS e a extremidade proximal da patela, bilateralmente	SR	7 aferições (dentro das primeiras 24h de admissão e a cada 2 dias até o 14° dia), 2 imagens por aferição.
Umbrello	RF	AST e ECOG	1/2 e 2/3 entre a EIAS e a parte superior da patela, bilateralmente	Mínima e máxima	3 aferições (no 1°, 3° e 7° dia), 2 imagens por aferição
Yanagi	RF+VI	EM	3/5 entre a EIAS e a borda patelar superior, lado direito	Mínima	2 aferições (na admissão e após 7 dias), 3 imagens por aferição
			1/2 entre a EIAS e a borda superior da patela, sem descrição de lado	Mínima	1 aferição (dentro de uma semana após a admissão na UTI).

*com omissão dos menores e maiores valores e cálculo a média dos quatro valores restantes

AP: ângulo de Penetração; AST: Área de Secção Transversal; CF: Comprimento Fascículo; EIAS: Espinha Lúmbica Antero-Superior; ECOG: ecogenicidade; EM: Espessura Muscular; RF: Reto Femoral; RS: Sem Registro; TA: Tibial Anterior; VI: Vasto Intermédio; VL: Vasto Lateral.

Esta variação na técnica ultrassonográfica, pode enfraquecer as conclusões tiradas desta revisão, ressaltando a importância de se utilizar uma abordagem validada e padronizada de USG para o fortalecimento de pesquisas futuras. Nesse sentido, o Grupo de Interesse Especial em Sarcopenia da Sociedade Europeia de Medicina Geriátrica desenvolveu um artigo de referência que apresenta técnicas padronizadas para a avaliação da massa muscular por ultrassom, contudo, ainda são necessárias mais pesquisas, especialmente para estabelecer valores de corte. (PERKISAS et al., 2021).

As alterações de massa e qualidade muscular medidas ao longo da internação na UTI estão apresentadas na Tabela 4, comparando os diferentes percentuais encontrados.

Dentre os estudos, 66,66 % (n=10) avaliaram o percentual de alteração muscular em períodos distintos (variando desde a admissão até o 3º, 5º, 7º, 10º, 14º dia, ou alta hospitalar). Durante a primeira semana, os pacientes perderam, em média, 19,5% de espessura do reto femoral e 17,40% de área de secção transversa, já a espessura do quadríceps (RF+VI) reduziu 12,7% e ecogenicidade do RF aumentou, em média, 11%. Apesar de 33,33 % (n=5) dos estudos não terem realizado aferições seriadas e, portanto, não terem avaliado o percentual de alteração muscular, eles investigaram associação entre valores mais baixos de EM, ou AST, e desfechos clínicos.

Mesmo diante da variedade de grupos musculares e métricas empregadas, as reduções observadas durante o período de internação foram significativas e progressivas em todos os parâmetros avaliados.

A perda muscular intensa observada nesses pacientes pode ser explicada pela imobilização prolongada, estado infamatório, gravidade da doença de base, complicações metabólicas e dificuldade na adequada ingestão energética e proteica, comumente observados nos ambientes de cuidados intensivos (BABB; LEVINE; PHILLEY, 2012; NANAS et al., 2008). Inclusive, em um dos artigos a redução na AST do RF desde a admissão até o dia 7 foi inversamente relacionada ao déficit proteico cumulativo (UMBRELLO et al., 2021).

Tabela 4 - Comparação entre os percentuais de alteração na qualidade e quantidade muscular encontrados.

Parâmetro muscular	Primeiro autor	Dia 3	Dia 5	Dia 7	Dia 10	Dia 14	Alta
Espessura de RF	Mayer	-	-	-20,1%	-	-	-
	Mendes	-	-	-13,5%	-	-	-
	Parry	-8,7%	-16,6%	-24,9%	-30,4%	-	-
	Tanaka	-	-	-	-	-30,6%	-
Espessura VI	Parry	-1,3%	-18,1%	-20,0%	-29,7%		
Espessura RF+VI	Mayer			-14,5%			

	Lee	-	-	-8,61%	-	-15,63%	-13,03%
	Toledo	-	-	-15% ^a	-	-	-
				-12,7% ^b			
Espessura do VL	Parry	-0,2%	-5,7%	-6,0%	-14,1%	-	-
Espessura TA	Mayer	-	-	-9,1%	-	-	-
AST RF	Hrdy	-	-	- ≥ 10%	-	-	-
	Lee	-	-	-9,81%	-	-22,73%	-24,37%
	Magalhães	≥ 10% ^d	-	-	-	-	-
	Mayer	-	-	-18,5%	-	-	-
	Parry	-1,0%	-11,8%	-16,8%	-29,9%	-	-
	Puthucheary	-	-	-12,5%	-17,7%	-	-
	Umbrello	-	-	-17,9% ^c	-	-	-
				-36,3% ^d			
AST TA	Mayer	-	-	-8,1%	-	-	-
Ecogenicidade de RF	Mayer	-	-	+10,5%	-	-	-
	Parry	+2,8%	+8,8%	+9,6%	+12,7%	-	-
	Umbrello	-	-	+7,2% ^c	-	-	-
				+16,7% ^d			
Ecogenicidade de TA	Mayer	-	-	+15,4%	-	-	-
Ecogenicidade VI	Parry	+4,0%	+7,1%	+13,6%	+25,2%	-	-
Ângulo de penação VL	Lee	-	-	-11,65%	-	-13,60%	-25,52%
	Parry	+4,9%	+18,9%	+1,4%	-7,3%	-	-
Comprimento do fascículo	Lee	-	-	+6,70%	-	+18,85%	+25,86%

^a: perna direita; ^b: perna esquerda; ^c: Sobreviventes; ^d: não sobreviventes

AST: Área de Secção Transversal; EM: Espessura Muscular; RF: Reto Femoral; TA: Tibial Anterior; VI: Vasto Intermédio; VL: Vasto Lateral.

No geral, 12 dos 15 estudos (80%) relataram uma associação estatisticamente significativa entre as medidas ultrassonográficas e algum resultado clínico ou funcional definido. O Quadro 1 resume a variedade dos diferentes resultados investigados, incluindo mortalidade, tempo de internação, tempo de ventilação mecânica, disfunções orgânicas e capacidade funcional.

Quadro 1 – Desfechos relacionados à redução na qualidade e quantidade muscular nos estudos incluídos.

Primeiro autor	Desfechos relacionados à qualidade muscular	Desfechos relacionados à quantidade muscular
Er	NA	A EMQ abaixo de 21 mm medido por ultrassom dentro de 36 horas após a intubação foi associada à falha no desmame.
Er	NA	Houve correlação negativa moderada entre a EM do RF e CFS. A EM do RF foi maior no grupo de desmame bem-sucedido, <i>mas não alcançou significância estatística.</i>
Gruther	NA	A redução na EMQ correlacionou-se com o aumento do tempo de internação.
Hrdy	NA	A duração média da ventilação mecânica, tempo médio de permanência na UTI e mortalidade média em 28 dias foi maior nos pacientes com reduções na AST do RF $\geq 10\%$, <i>porém nenhuma dessas diferenças alcançou significância estatística.</i>
Lee	O AP foi menor entre não sobreviventes, mas os menores valores de AP não foram significativamente associados à mortalidade em 60 dias. O Lawton IADL foi correlacionado significativamente com AP, porém apresentou correlação fraca ($r < 0,3$).	A mudança na EMQ durante a primeira semana de doença crítica foi um preditor independente de mortalidade em 60 dias. Cada perda de 1% de EMQ foi associada a um aumento de 5% na mortalidade. Katz ADL foi correlacionado significativamente com EMQ, enquanto Lawton IADL foi correlacionado significativamente com EMQ, AST do RF. No entanto, todas as correlações foram fracas ($r < 0,3$). As medidas basais de fragilidade ($CFS \geq 5$) foram associadas a menores valores basais de EMQ e AST RF.
Magalhães	NA	<i>A redução na AST do RF não se associou a mudanças em desfechos clinicamente relevantes</i>
Mayer	A ECOG do RF no primeiro dia de internação foi associada à potência muscular, desempenho no 5STS, FA-UTI e pontuação na CFS na alta hospitalar. As alterações na ECOG do RF do primeiro ao sétimo dia foram preditores de FA-UTI.	As alterações na AST RF do primeiro ao sétimo dia previram diagnóstico de FA-UTI na alta hospitalar
Mendes	NA	Menor espessura muscular na admissão foi associada a maior mortalidade, <i>mas o % de perda muscular não foi significativamente associado ao % de mortalidade e tempo de internação na UTI.</i>

Parry	No despertar houve correlação negativa moderada entre ECOG do VI e resultados funcionais medidos pelo PFIT-s e IMS. Na alta houve correlação negativa moderada entre ECOG do VI e MRC-SS e correlação negativa forte entre ECOG do VI e resultados funcionais medidos pelo PFIT-s e IMS. Também houve correlação forte entre AP do VL e PFIT-S.	Na alta houve correlação forte entre EM do VI e resultados funcionais medidos pelo PFIT-s e IMS e correlação moderada entre a AST do RF e resultados funcionais medidos pelo PFIT-s.
Passos	NA	AST com valores menores ou iguais ao valor de corte ($\leq 5,9 \text{ cm}^2/\text{m}^2$) foi preditor independente de mortalidade em 28 dias.
Puthucheary	NA	A redução na AST do RF foi associada ao aumento da pontuação de falência de órgãos e tempo de internação.
Tanaka	NA	A baixa EMRF foi correlacionada à falência sequencial de órgãos e maior tempo de internação. A correlação entre redução da EMRF e a capacidade física (do Índice de Barthel) foi <i>próxima</i> de significativa.
Toledo	NA	Valor de corte na espessura muscular de $\leq 1,64 \text{ cm}$ no 7º dia foi preditor de sobrevivência. Pacientes com perda de $1,64 \text{ cm}$ apresentaram maior probabilidade de permanecer em ventilação mecânica. A maior perda de EMQ no dia 7 foi associada à pior sobrevida na UTI e à sobrevivência hospitalar.
Umbrello	O aumento da ECOG do RF desde o início até o dia 7 foi significativamente maior nos não sobreviventes.	A redução na AST do RF desde o início até o dia 7 foi significativamente maior nos não sobreviventes.
Yanagi	NA	A baixa EM foi significativamente associada à mortalidade em 1 ano

CFS: *Clinical Frailty Scale*; 5STS: *The Five Times Sit to Stand Test*; ECOG: Ecogenicidade; EMQ: Espessura Muscular Quadríceps (RF+VI); EMRF: Espessura Músculo Reto Femoral; FA-UTI: Fraqueza adquirida na UTI; IMS: *ICU mobility scale*; KATZ ADL: *Katz Index of Independence in Activities of Daily Living*; LAWTON IADL: *Lawton Index of Independence in Instrumental Activities of Daily Living*; MRC-SS: *Medical Research Council Scale for Muscle Strength*; PFIT-s: *Physical Function in Intensive Care Unit test*.

A capacidade funcional foi avaliada em 5 estudos, por meio de 8 testes distintos, cada um com uma finalidade específica na avaliação da condição física, funcional ou de fragilidade do paciente. Três artigos encontram associação entre alterações musculares e pontuação na *Clinical Frailty Scale* (CFS), indicando que diminuições na espessura muscular do reto femoral e quadríceps (RF + VI), área de secção transversal do RF, ângulo de penetração, e aumento nos valores de ecogenicidade estão associados a pior desempenho no teste de fragilidade. O CFS leva em consideração aspectos como autonomia funcional, presença de comorbidades e capacidade cognitiva para identificar e estratificar fragilidade e tem se mostrado válida para prever resultados a curto e longo prazo em pacientes críticos (BAGSHAW et al., 2014; ROCKWOOD, 2005).

Com relação ao índice de Barthel, que mede a independência funcional no cuidado pessoal, locomoção, mobilidade e eliminações fisiológicas, atribuindo uma pontuação de acordo com o nível de dependência demonstrado ao realizar essas

atividades, apenas 1 estudo investigou associação com alterações musculares e, apesar de próxima de significativa, a associação não obteve relevância estatística (MINOSSO et al., 2010).

Os índices Katz e Lawton também avaliam atividades da vida diária (AVDs) com a diferença de que o índice de Katz se concentra em atividades básicas essenciais para o autocuidado, como alimentar-se e vestir-se, e o Índice de Lawton aborda atividades mais complexas como preparar refeições, utilizar transporte e gerenciar finanças, avaliando a independência em atividades mais avançadas e necessárias para uma vida autônoma e integrada na sociedade (GRAF, 2008). Tais índices foram investigados em apenas 1 estudo que mostrou correlação fraca entre menor pontuação no índice Lawton e menores valores de EMQ, AST RF e AP, indicando pior condição funcional. Já a menor pontuação na escala Katz só foi associada a menores valores de a EMQ.

No 5STS", também conhecido como *Five Times Sit to Stand*, os indivíduos são instruídos a se levantar e se sentar em uma cadeira cinco vezes o mais rápido possível, e é usado para avaliar a força e a resistência dos membros inferiores, bem como a mobilidade funcional (MUÑOZ-BERMEJO et al., 2021). Em um dos estudos, a maior ECOG foi relacionada a pior desempenho no teste.

O *Medical Research Council Scale for Muscle Strength* (MRC-SS) é uma ferramenta amplamente utilizada para medir a força muscular dos membros inferiores e superiores contra a resistência do examinador, atribuindo uma pontuação de 0 (ausência de contração) a 5 (normal) para a força muscular em grupos específicos (NAQVI; SHERMAN, 2023). Por fim, o *Physical Function in Intensive Care Test-scored* (PFIT-s) e a *ICU Mobility Scale* (IMS) são mais específicos para pacientes críticos e avaliam, respectivamente, função física e mobilidade. O PFIT-s engloba quatro componentes distintos: o nível de assistência na transição da posição sentada para em pé, ritmo de marcha estacionária, a força de flexão do ombro e de extensão do joelho (DENEHY et al., 2013). Já a IMS considera habilidades como virar na cama, sentar-se, ficar em pé, transferência para a cadeira e caminhar (HODGSON et al., 2014).

Os três índices foram analisados em um único estudo, revelando uma correlação entre aumento da ECOG do vasto intermédio (VI) e piores resultados funcionais medidos pelo PFIT-s, IMS e MRC-SS. Além disso, foi observada uma correlação forte entre o ângulo de penetração (AP) do vasto lateral (VL) e o PFIT-s, assim como entre a espessura muscular (EM) do VI e os desfechos funcionais medidos pelo PFIT-s e IMS. Também foi identificada uma correlação moderada entre a Área de Secção Transversal (AST) do reto femoral (RF) e os resultados funcionais medidos pelo PFIT-s.

Embora apenas um estudo tenha evidenciado a relação entre o aumento da ecogenicidade e a redução da AST do RF com o diagnóstico de fraqueza adquirida na UTI (FA-UTI), esse é um achado importante, visto que normalmente o diagnóstico de FA-UTI é realizado por meio do *Medical Research Council Scale for Muscle Strength* (MRC-ss), o qual requer que os pacientes estejam acordados e cooperativos, o que frequentemente resulta em atrasos no diagnóstico. Portanto, o uso da ultrassonografia (USG) se revela uma ferramenta interessante, permitindo a identificação precoce da FA-UTI, independentemente do estado de consciência do paciente, com potencial de guiar e aprimorar a eficácia do tratamento (CONNOLLY et al., 2013; HERMANS et al., 2012).

No que diz respeito aos desfechos clínicos, 2 estudos evidenciaram uma associação entre menor EMQ e falha no desmame ou prolongamento do tempo de

ventilação mecânica. Outros 3 estudos apontaram correlação entre reduções na EM do quadríceps, AST e EM do reto femoral com aumento do período de internação. Além disso, 2 estudos destacaram uma relação com o grau de falência de órgãos, em que tanto a diminuição na AST do RF quanto a baixa EM do RF parecem estar associadas a um aumento na pontuação SOFA. Adicionalmente, 6 estudos identificaram associações significativas entre reduções na EM do quadríceps, EM do RF e AST do RF com aumento da mortalidade.

A associação entre a menor espessura muscular do quadríceps e o prolongamento do tempo de ventilação mecânica sugere que a fraqueza muscular pode ser um fator determinante na capacidade do paciente de tolerar a extubação. Isso se deve ao papel crucial dos músculos na mecânica respiratória, e o quadríceps, por sua vez, apresenta uma excelente correlação com a massa muscular corporal total (JUNG LEE et al., 2004). A fraqueza muscular, nesse contexto, pode resultar em uma incapacidade de manter a respiração espontânea, culminando em falha no desmame ou na necessidade de prolongar o suporte ventilatório.

A massa muscular desempenha um papel essencial na modulação da resposta inflamatória e imunológica, além de fornecer uma reserva fisiológica que auxilia o corpo a enfrentar complicações e estresses adicionais associados a condições críticas, como infecções, cirurgias e outros eventos adversos (SILVERIO et al., 2021). Essa relação entre a saúde muscular e a resposta do organismo poderia explicar o aumento da mortalidade e tempo de internação associados às alterações musculares identificadas por meio da ultrassonografia (USG).

As correlações observadas indicam que tanto a qualidade quanto a quantidade muscular podem influenciar não apenas desfechos clínicos, mas também funcionais, impactando a qualidade de vida pós alta hospitalar, como evidenciados nos testes de força e função física. A condição muscular pode ter implicações para a função orgânica global, gravidade da doença e mortalidade, destacando a importância da saúde muscular como um fator prognóstico em pacientes críticos, e impactando a duração da internação, possivelmente relacionada a uma pior reabilitação e recuperação global.

Estas descobertas podem orientar estratégias de cuidados intensivos e intervenções direcionadas para melhorar a função muscular em pacientes críticos. Reconhecer precocemente a perda muscular nesses pacientes é essencial para aprimorar a tomada de decisões clínicas, visto que a avaliação oportuna do músculo esquelético proporciona uma melhor compreensão sobre as nuances e severidade das alterações musculares, contribuindo assim para aprimorar as previsões prognósticas e viabilizar a implementação de intervenções de reabilitação mais específicas e efetivas.

4. Conclusão

As reduções observadas durante o período de internação mostraram-se significantes e progressivas, estabelecendo uma correlação consistente com desfechos clínicos e funcionais na maioria dos estudos. O aumento na ecogenicidade e reduções na espessura e na área muscular parecem estar relacionados ao aumento da mortalidade, tempo de ventilação mecânica, tempo de internação, disfunções orgânicas e piora da capacidade funcional. Este conjunto de evidências ressalta a importância da avaliação muscular e da ultrassonografia, como uma ferramenta valiosa para compreender e antecipar desdobramentos clínicos em pacientes críticos. mas ainda carece de mais estudos para padronizar a técnica, definir valores de corte associados a piores desfechos clínicos. No entanto, é necessário ressaltar que a padronização da técnica e a definição de valores de corte associados a piores desfechos clínicos ainda carecem de estudos adicionais. A continuidade da pesquisa nesse sentido é essencial para otimizar a eficácia e a confiabilidade dessas ferramentas no contexto clínico.

Referências

- ARBEILLE, P. et al. Quantification of Muscle Volume by Echography: Comparison with MRI Data on Subjects in Long-Term Bed Rest. **Ultrasound in Medicine and Biology**, v. 35, n. 7, p. 1092–1097, 1 jul. 2009.
- BABB, T.; LEVINE, B.; PHILLEY, J. ICU-Acquired Weakness: An Extension of the Effects of Bed Rest. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 185, n. 2, p. 230–231, 15 jan. 2012.
- BAGSHAW, S. M. et al. Association between frailty and short- and long-term outcomes among critically ill patients: a multicentre prospective cohort study. **Canadian Medical Association Journal**, v. 186, n. 2, p. E95–E102, 4 fev. 2014.
- BERGER, J. et al. Rectus femoris (RF) ultrasound for the assessment of muscle mass in older people. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v. 61, n. 1, p. 33–38, 2015.
- CENICCOLA, G. D. et al. Current technologies in body composition assessment: advantages and disadvantages. **Nutrition**, v. 62, p. 25–31, 2019.
- CONNOLLY, B. A. et al. Clinical predictive value of manual muscle strength testing during critical illness: an observational cohort study. **Critical Care**, v. 17, n. 5, p. R229, 2013.
- DENEHY, L. et al. A Physical Function Test for Use in the Intensive Care Unit: Validity, Responsiveness, and Predictive Utility of the Physical Function ICU Test (Scored). **Physical Therapy**, v. 93, n. 12, p. 1636–1645, 1 dez. 2013.
- EARTHMAN, C. P. Body Composition Tools for Assessment of Adult Malnutrition at the Bedside. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**, v. 39, n. 7, p. 787–822, 1 set. 2015.

ER, B. et al. Association of baseline diaphragm, rectus femoris and vastus intermedius muscle thickness with weaning from mechanical ventilation. **Respiratory medicine**, v. 185, p. 106503, 2021.

ER, B. et al. Association of nutritional status, frailty, and rectus femoris muscle thickness measured by ultrasound and weaning in critically ill elderly patients. **Tuberk Toraks**, v. 71, n. 1, p. 1–6, 10 mar. 2023.

FORMENTI, P. et al. Clinical review: peripheral muscular ultrasound in the ICU. **Annals of Intensive Care**, v. 9, n. 1, p. 57, 2019.

GRAF, C. The Lawton Instrumental Activities of Daily Living Scale. **AJN, American Journal of Nursing**, v. 108, n. 4, p. 52–62, abr. 2008.

GRUTHER, W. et al. Muscle Wasting in Intensive Care Patients: Ultrasound Observation of the M. Quadriceps Femoris Muscle Layer. **Acta dermato-venereologica**, v. 40, n. 3, p. 185–189, 2008.

HERMANS, G. et al. Interobserver agreement of medical research council sum-score and handgrip strength in the intensive care unit. **Muscle & Nerve**, v. 45, n. 1, p. 18–25, 1 jan. 2012.

HODGSON, C. et al. Feasibility and inter-rater reliability of the ICU Mobility Scale. **Heart & Lung**, v. 43, n. 1, p. 19–24, jan. 2014.

HRDY, O. et al. Incidence of muscle wasting in the critically ill: a prospective observational cohort study. **Scientific reports**, v. 13, n. 1, p. 742, 2023.

JUNG LEE, S. et al. Relation between whole-body and regional measures of human skeletal muscle. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 80, n. 5, p. 1215–1221, nov. 2004.

LEE, Z.-Y. et al. Association between ultrasound quadriceps muscle status with premorbid functional status and 60-day mortality in mechanically ventilated critically ill patient: A single-center prospective observational study. **Clinical Nutrition**, v. 40, n. 3, p. 1338–1347, 1 mar. 2021.

MAGALHÃES, L. M. et al. Variability in the rectus femoris muscle area and its association with clinical outcomes in critically ill patients: a prospective cohort study. **Revista Brasileira de terapia intensiva**, v. 32, n. 1, p. 156–158, 2020.

MAYER, K. P. et al. Acute skeletal muscle wasting and dysfunction predict physical disability at hospital discharge in patients with critical illness. **Critical Care**, v. 24, n. 1, p. 637, 2020.

MENDES, J. N. DA S. et al. Evaluation of muscle loss by ultrasonography in critically ill patients. **Nutrition in clinical practice**, v. 38, n. 3, p. 664–671, 2023.

MINOSSO, J. S. M. et al. Validação, no Brasil, do Índice de Barthel em idosos atendidos em ambulatórios. **Acta Paulista de Enfermagem**, v. 23, n. 2, p. 218–223, abr. 2010.

MOURTZAKIS, M. et al. **Skeletal muscle ultrasound in critical care: A tool in need of translation. Annals of the American Thoracic Society**American Thoracic Society, 1 out. 2017.

MUÑOZ-BERMEJO, L. et al. Test-Retest Reliability of Five Times Sit to Stand Test (FTSST) in Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Biology**, v. 10, n. 6, 9 jun. 2021.

NANAS, S. et al. Predisposing factors for critical illness polyneuromyopathy in a multidisciplinary intensive care unit. **Acta Neurologica Scandinavica**, v. 118, n. 3, p. 175–181, set. 2008.

NAQVI, U.; SHERMAN, A. L. **Muscle Strength Grading**. [s.l.] StatPearls Publishing LLC, 2023.

OLIVEIRA, A. C. L. DE; REIS, M. M. P. DO; MENDONÇA, S. S. Alterações na composição corporal em pacientes internados em unidades de terapia intensiva. **Comun. ciênc. saúde**, 2012.

PAGE, M. J. et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **BMJ**, p. n71, 29 mar. 2021.

PARIS, M. T. et al. Validation of Bedside Ultrasound of Muscle Layer Thickness of the Quadriceps in the Critically Ill Patient (VALIDUM Study). **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**, v. 41, n. 2, p. 171–180, 1 fev. 2017.

PARRY, S. M. et al. 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**, v. 30, n. 5, p. 1151.e9-1151.e14, 2015.

PASSOS, L. B. DA S.; MACEDO, T. A. A.; DE-SOUZA, D. A. Nutritional state assessed by ultrasonography, but not by bioelectric impedance, predicts 28-day mortality in critically ill patients. Prospective cohort study. **Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)**, v. 40, n. 12, p. 5742–5750, 2021.

PERKISAS, S. et al. Application of ultrasound for muscle assessment in sarcopenia: 2020 SARCUS update. **European Geriatric Medicine**, v. 12, n. 1, p. 45–59, 2 fev. 2021.

PUTHUCHEARY, Z. A. et al. Acute Skeletal Muscle Wasting in Critical Illness. **JAMA**, v. 310, n. 15, p. 1591–1600, 16 out. 2013.

ROCKWOOD, K. A global clinical measure of fitness and frailty in elderly people. **Canadian Medical Association Journal**, v. 173, n. 5, p. 489–495, 30 ago. 2005.

SILVA, T. M. DA et al. Avaliação da perda de massa muscular em pacientes críticos: utilizando a ultrassonografia como ferramenta. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 12, p. 78589–78598, 12 dez. 2022.

SILVERIO, R. et al. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) and Nutritional Status: The Missing Link? **Advances in nutrition (Bethesda, Md.)**, v. 12, n. 3, p. 682–692, 1 jun. 2021.

TANAKA, K.; YAMADA, T. Ultrasound Measurement of Septic Shock-induced Acute Skeletal Muscle Atrophy in Intensive Care Unit. **PM & R**, v. 13, n. 4, p. 347–352, 2021.

TOLEDO, D. O. et al. Peripheral muscular ultrasound as outcome assessment tool in critically ill patients on mechanical ventilation: An observational cohort study. **Clinical nutrition ESPEN**, v. 43, p. 408–414, 2021.

TOUREL, C. et al. Reliability of standardized ultrasound measurement of quadriceps muscle thickness in critically ill neurological patients: Comparison with computed tomography measures. **Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 52, n. 3, 1 mar. 2020.

UMBRELLO, M. et al. Qualitative and quantitative muscle ultrasound changes in patients with COVID-19–related ARDS. **Nutrition**, v. 91–92, p. 111449, 2021.

URSI, E. S. **PREVENÇÃO DE LESÕES DE PELE NO PERIOPERATÓRIO : REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA**. Dissertação—Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, 2005.

VIEIRA, L. et al. Confiabilidade da ultrassonografia de músculos esqueléticos em pacientes críticos de trauma. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 31, 2019.

YANAGI, N. et al. Assessment of Sarcopenia in the Intensive Care Unit and 1-Year Mortality in Survivors of Critical Illness. **Nutrients**, v. 13, n. 8, 1 ago. 2021.

ZHAO, R. et al. Evaluation of Appendicular Muscle Mass in Sarcopenia in Older Adults Using Ultrasonography: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Gerontology**, v. 68, n. 10, p. 1174–1198, 25 jul. 2022.