

Camila Neves Rodrigues

ULTRASSONOGRAFIA NA AVALIAÇÃO E NO SEGUIMENTO NUTRICIONAL DE
PACIENTES CRÍTICOS

Universidade Federal de Minas Gerais

Belo Horizonte, MG

2019

Camila Neves Rodrigues

ULTRASSONOGRAFIA NA AVALIAÇÃO E NO SEGUIMENTO NUTRICIONAL DE
PACIENTES CRÍTICOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Nutrição e Saúde da Escola de Enfermagem da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Nutrição e Saúde.

Linha de pesquisa: Nutrição Clínica e Experimental

Orientadora: Profa. Dra. Maria Isabel Toulson
Davisson Correia

Universidade Federal de Minas Gerais

2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFMG

Neves Rodrigues, Camila

Ultrassonografia na avaliação e no seguimento nutricional de pacientes críticos [manuscrito] / Camila Neves Rodrigues. - 2019. 100 p.

Orientador: Maria Isabel Toulson Davisson Correia.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Enfermagem.

1.Ultrassonografia. 2.Massa muscular. 3.Paciente crítico. 4.Avaliação nutricional. I.Toulson Davisson Correia, Maria Isabel . II.Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Enfermagem. III.Título.



ATA DE NÚMERO 40 (QUARENTA) DA SESSÃO PÚBLICA DE ARGUIÇÃO E DEFESA DA DISSERTAÇÃO APRESENTADA PELA CANDIDATA CAMILA NEVES RODRIGUES PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM NUTRIÇÃO E SAÚDE.

Aos 26 (vinte e seis) dias do mês de agosto de dois mil e dezanove, às 13:30 horas, realizou-se no Auditório do Instituto Alfa de Gastroenterologia do Hospital das Clínicas da UFMG, a sessão pública para apresentação e defesa da dissertação "ULTRASSONOGRAFIA NA AVALIAÇÃO E NO SEGUIMENTO NUTRICIONAL DE PACIENTES CRÍTICOS", da aluna *Camila Neves Rodrigues*, candidata ao título de "Mestre em Nutrição e Saúde", linha de pesquisa "Nutrição Clínica e Experimental". A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes professores doutores: Maria Isabel Toulson Davisson Correia, Simone de Vasconcelos Generoso e Vandack Alencar Nobre Junior, sob a presidência da primeira. Abrindo a sessão, a Senhora Presidente da Comissão, após dar conhecimento aos presentes do teor das Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra à candidata para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores com a respectiva defesa da candidata. Logo após, a Comissão se reuniu sem a presença da candidata e do público, para julgamento e expedição do seguinte resultado final:

APROVADO;

APROVADO COM AS MODIFICAÇÕES CONTIDAS NA FOLHA EM ANEXO;

REPROVADO.

O resultado final foi comunicado publicamente à candidata pela Senhora Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, eu, Mateus Gomes Pedrosa, Secretário do Colegiado de Pós-Graduação em Nutrição e Saúde da Escola de Enfermagem da Universidade Federal de Minas Gerais, lavrei a presente Ata, que depois de lida e aprovada será assinada por mim e pelos membros da Comissão Examinadora. Belo Horizonte, 26 de agosto de 2019.

Prof.^a Dr.^a Maria Isabel Toulson Davisson Correia
Presidente (UFMG)

Prof.^a Dr.^a Simone de Vasconcelos Generoso
(UFMG)

Prof. Dr. Vandack Alencar Nobre Junior
(UFMG)

Mateus Gomes Pedrosa
Secretário do Colegiado de Pós-Graduação

HOMOLOGADO em
reunião do CPGNS
Em 12/09/19



Dedico este trabalho aos meus pais,
maiores exemplos de coragem e perseverança.

AGRADECIMENTOS

O principal sentimento que tenho hoje é gratidão. Gratidão a Deus por seu imenso amor, por sua providência em minha vida e por colocar pessoas incríveis em meu caminho.

Aos meus brilhantes pais, minha mãe, Maria das Mercês Neves Rodrigues, por ter sempre tanto amor a oferecer com seus gestos e seu exemplo e ao meu pai, Hermínio Sávio Pereira Rodrigues, por suas sábias e confiantes palavras. Ambos são meu grande alicerce, aqueles que estão sempre de mãos estendidas, que permanecem ao meu lado e me apoiam em cada decisão.

À minha querida irmã, Carolina Neves Rodrigues, minha amiga e cúmplice de todas as horas, pelo seu coração gigante capaz de transformar maus momentos em sorrisos e por proporcionar descanso em cada conversa nossa. E também ao meu cunhado, Robson Orione, por chegar trazendo mais alegria à nossa família.

À minha orientadora, Prof^a Dr^a Maria Isabel Toulson Davisson Correia, por ter me dado a grande oportunidade de aprender com sua competência e profissionalismo, por incentivar para que sempre façamos o nosso melhor, e pela sua solicitude em todos meus anseios e dúvidas neste trajeto.

Aos pacientes e seus familiares que aceitaram participar deste estudo, e assim auxiliar a pesquisa, mesmo em um momento de dor, além de nos ensinar tanto com suas histórias de vida.

Aos funcionários do CTI do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais (HC-UFGM), por toda ajuda e compreensão na confecção deste trabalho, e aos funcionários do setor Alfa de Gastroenterologia do HC-UFGM, por toda gentileza e disponibilidade em auxiliar nas nossas atividades.

Aos radiologistas, Ana Paula Campos Rocha e Daniel Nogueira Vilela, pela colaboração e entusiasmo no ensino à respeito do método utilizado na pesquisa.

Aos amigos do grupo de pesquisa, que tanto ajudaram, seja com consolo quando a ansiedade vinha ou pela própria contribuição em nosso projeto de pesquisa. Agradeço, principalmente, à Jessimara Henrique Ribeiro, que permaneceu a meu lado o todo tempo, me aconselhando e tornando-se uma grande amiga. Agradeço todos esclarecimentos estatísticos oferecidos pela Álida Rosária Silva Ferreira.

Às pessoas que dividiram a moradia comigo nestes dois anos, inicialmente Francielle Fernanda de Barros e todas as meninas e as irmãs do pensionato, e posteriormente Olívia

Honório, Marina Melo, Lúcia Gratão e Andréa Quintão, pela leveza da convivência em nossa república.

Aos grandes amigos de Viçosa e de Brasília, por serem um suporte essencial, se fazendo presentes mesmo de longe e por aliviarem o peso que nos impomos pelas nossas obrigações.

Aos demais familiares e amigos, pois sei que torcem por mim, especialmente pelas orações de minha vó, Maria Inês Ribeiro Neves.

À Universidade Federal de Minas Gerais e ao Programa de pós graduação em Nutrição e Saúde, pela oportunidade de conquistar mais conhecimento naquilo que tenho tanto apreço.

E à CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

*“Porque eu só preciso de pés livres, mãos
dadas, e de olhos bem abertos”*

(Guimarães Rosa)

RESUMO

A ultrassonografia tem emergido como método promissor para acompanhamento nutricional de pacientes internados em Unidades de Terapia Intensiva, contudo há certas questões a respeito da aplicabilidade neste público que devem ser consideradas. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o uso da ultrassonografia como instrumento de avaliação da musculatura do quadríceps em pacientes internados em unidades de terapia intensiva.

Métodos: Foram incluídos enfermos admitidos na Unidade de Terapia Intensiva (UTI) do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais (HC-UFMG). Os dados demográficos, clínicos e de balanço hídrico foram coletados em prontuário clínico. A avaliação nutricional global subjetiva foi realizada no momento inicial. Medidas da massa muscular realizadas por ultrassonografia nos pontos de $\frac{1}{2}$ e $\frac{2}{3}$ entre a crista ilíaca e a borda superior da patela, a espessura muscular do polegar, as circunferências do braço, panturrilha e coxa foram realizadas no momento inicial e a cada 2 dias de internação na unidade, na primeira semana, e a cada 7 dias após este período. A adequação calórica e proteica foi avaliada diariamente. Desfechos como tempo de ventilação mecânica, tempo de internação hospitalar e na UTI foram registrados e, o acompanhamento dos desfechos após 1 mês e 3 meses da alta da UTI foi feito por meio de contato telefônico.

Resultados: Foram incluídos 60 pacientes. Redução da espessura do quadríceps (EQ) e da área transversal do reto femoral (ATRF) foram observadas principalmente para as medidas realizadas no ponto de $\frac{2}{3}$ (redução de ambas medidas, dos dias 1 e 3 para os dias 5 e 7; $p=0,017$ e $p=0,000$, respectivamente). Das demais medidas antropométricas realizadas, a circunferência do braço foi a que mais teve redução durante o seguimento (Do dia 1 para dia 3, 5 e 7; $p=0,000$). Pacientes desnutridos apresentaram menor massa muscular inicial, no entanto a perda de massa muscular foi semelhante entre nutridos e desnutridos ($p>0,005$). Pacientes com maior alteração do volume de líquidos entre os dias 1 e 3 foram aqueles que tiveram menor área transversal do reto femoral em ambos os dias e pacientes cirúrgicos perderam mais massa muscular entre o dia 1 e 5, respectivamente. O percentual de óbitos foi maior entre aqueles que perderam mais de 2% da ATRF entre os dias 1 e 3. Não houve diferença entre as perdas musculares e oferta calórica e proteica, bem como tempo de ventilação mecânica, tempo de internação e acompanhamento após 1 e 3 meses.

Conclusão: A avaliação de massa muscular por ultrassonografia foi capaz de detectar alterações em curto prazo. A perda de massa

muscular avaliada por ultrassonografia não foi associada com a oferta nutricional e a maioria dos desfechos.

Palavras chaves: Ultrassonografia, massa muscular, paciente crítico, avaliação nutricional

ABSTRACT

Ultrasonography (US) has emerged as a promising method for nutritional follow-up of patients admitted to intensive care units, however there are certain questions regarding its use with this population that should be considered. Thus, the objective of this study was to evaluate the use of ultrasound as an instrument to assess the quadricep muscle in patients admitted to the intensive care units. **Methods:** Patients admitted to the Intensive Care Unit (ICU) of the Hospital das Clínicas Federal University of Minas Gerais (HC-UFMG) were included. Demographic, clinical data and fluid balance were collected from medical records. Subjective global assessment was performed at baseline, as part of the nutrition diagnosis. Quadriceps muscle measurements were performed by US at the iliac crest and the superior line patella landmarks, adductor pollicis muscle thickness, arm, calf and thigh circumferences were carried out at admission and every 2 days within the first week, and every 7 days thereafter. Caloric and protein adequacy was evaluated daily. Outcomes (mechanical ventilation time, length of hospital and ICU stay) were recorded and follow-up of outcomes after 1 month and 3 months of ICU discharge were made by telephone contact. **Results:** A total of 60 patients were included. Reduction of quadriceps thickness (EQ) and transverse rectus femoris area (ATRF) were observed mainly for measurements at landmarks 2/3 at follow up (reduction of both measurements from days 1 and 3 to days 5 and 7; $p = 0.017$ and $p = 0.000$, respectively). The mid arm circumference was the other anthropometric measurements that more was reduced between days (From day 1 to day 3, 5 and 7; $p = 0.000$). Malnourished patients had lower initial muscle mass, however muscle mass loss was similar between nourished and malnourished individuals ($p > 0,005$). Patients with greater fluid alterations between days 1 and 3 were those who presented smaller transverse area of the rectus femoris in both days, and surgical patients had more muscle loss between day 1 and 5, respectively. The percentage of deaths was higher among those who lost more than 2% of the ATRF between days 1 and 3. There was no difference between muscle loss and caloric and protein intake, as well as mechanical ventilation time, length of stay and follow-up after 1 and 3 months. **Conclusions:** Ultrasonography muscle mass assessment was able to detect short-term changes. Muscle mass measurements loss assessed by US was not associated with nutritional supply and most outcomes.

Keywords: Ultrasonography, muscle mass, critically ill patient, nutritional assessment

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACT: Água corporal total

AF: Ângulo de fase

AFP: Ângulo de fase padronizado

AGS: Avaliação Global Subjetiva

APACHE: Acute Physiology and Chronic Health Evaluation

ATRF: Área transversal do reto femoral

ATRF 1/2: Área transversal do reto femoral no ponto de 1/2 entre a crista ilíaca e a borda superior da patela

ATRF 2/3: Área transversal do reto femoral no ponto de 2/3 entre a crista ilíaca e a borda superior da patela

AUC: Área sob a curva

BIA: Bioimpedância

CB: Circunferência do braço

CC: Circunferência da coxa

cm: centímetros

cm²: centímetros quadrados

COEP: Comitê de Ética e Pesquisa

CP: Circunferência da Panturrilha

DP: Desvio padrão

EMAP: Espessura do músculo adutor do polegar

EQ: Espessura do quadríceps

EQ 1/2: Espessura do quadríceps realizado no ponto de 1/2 entre a crista ilíaca e a borda superior da patela

EQ 2/3: Espessura do quadríceps realizado no ponto de 2/3 entre a crista ilíaca e a borda superior da patela

HC/UFMG: Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais

IC: Intervalo de confiança

ICC: Índice de correlação intraclasse

IL-1: Interleucina-1

IL-6: Interleucina-6

IMC: Índice de Massa Corporal

Kg: quilograma

mL: mililitros

OR: *Odds ratio*

RF: Músculo reto femoral

RR: Risco relativo

SOFA: Sequential Organ Failure Assessment

SPSS: Statistical Package Social Sciences

TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UFMG: Universidade Federal de Minas Gerais

US: Ultrassonografia

USA: United States of America

UTI: Unidade de Terapia Intensiva

VI: músculo vasto intermédio

VL: músculo vasto lateral

VM: músculo vasto medial

vs: versus

WHO: World Health Organization

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores de referência do ângulo de fase de acordo com idade e sexo	40
Tabela 2. Caracterização geral e do estado nutricional de pacientes internados em unidades de terapia intensiva, Belo Horizonte - MG, 2019	44
Tabela 3. Confiabilidade interavaliador das medidas de massa muscular realizadas por ultrassonografia (n=8), em pacientes internados em unidades de terapia intensiva, Belo Horizonte - MG, 2019	45
Tabela 4. Confiabilidade intravaliador das medidas de massa muscular por ultrassonografia (n=60), em pacientes internados em unidades de terapia intensiva, Belo Horizonte - MG, 2019	45
Tabela 5. Massa muscular inicial de acordo com estado nutricional de pacientes internados em unidade de terapia intensiva, Belo Horizonte - MG, 2019.	46
Tabela 6. Perda de massa muscular entre dias 1 e 7, avaliada por meio da ultrassonografia de acordo com estado nutricional, em pacientes internados em unidades de terapia intensiva, Belo Horizonte - MG, 2019.	46
Tabela 7. Evolução das medidas antropométrica nos sete primeiros dias após a avaliação inicial de pacientes internados em unidades de terapia intensiva, Belo Horizonte - MG, 2019.	47
Tabela 8. Correlação entre os percentuais de perda de circunferência do braço e medidas realizadas por ultrassonografia, em pacientes internados na unidade de terapia intensiva, Belo Horizonte - MG, 2019	48
Tabela 9. Perda de massa muscular avaliada por meio da ultrassonografia, conforme balanço hídrico acumulado, em pacientes internados em unidades de terapia intensiva, Belo Horizonte - MG, 2019.	47
Tabela 10. Comparação das medidas antropométricas de acordo com categorização do ângulo de fase padronizado inicial em pacientes internados em unidades de terapia intensiva, Belo Horizonte – MG, 2019.	48
Tabela 11. Perda de massa muscular avaliada por meio da ultrassonografia entre pacientes cirúrgicos e não cirúrgicos internados em unidades de terapia intensiva, Belo Horizonte - MG, 2019.	51
Tabela 12. Perda de massa muscular de acordo com calorias e proteínas recebidas ao longo de 7 dias, de acordo com percentual de perda muscular avaliado por ultrassonografia, em pacientes internados em unidade de terapia intensiva, Belo Horizonte – MG, 2019.	52

Tabela 13. Perda de massa muscular entre pacientes que morreram e sobreviventes em unidade de terapia intensiva, Belo Horizonte - MG, 2019	53
Tabela 14. Perda de massa muscular entre os dias 1 e 7, de acordo com desfechos em pacientes internados em unidade de terapia intensiva, Belo Horizonte - MG, 2019.	54
Tabela 15. Perda de massa muscular entre os dias 1 e 7, de acordo com desfecho após 1 mês e 3 meses da alta da UTI, Belo Horizonte – MG, 2019.	55
Tabela 16. Desfechos após 1 mês e 3 meses após a alta de acordo com a classificação do estado nutricional, Belo Horizonte – MG, 2019	56

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Estruturas teciduais obtidas por meio da imagem de corte transversal pela ultrassonografia, na região de 2/3 entre a crista ilíaca e a borda superior da patela. 27
- Figura 2.** Fluxograma do número de pacientes em cada período, Belo Horizonte - MG, 2019 43
- Figura 3.** Evolução das medidas realizadas por ultrassonografia ao longo da internação na UTI, Belo Horizonte - MG, 2019. 47
- Figura 4.** Evolução do balanço hídrico acumulado coletado pelo registro diário da enfermagem e da água corporal total avaliado pela bioimpedância ao longo da internação na UTI, Belo Horizonte - MG, 2019. 48
- Figura 5.** Adequação calórica e proteica durante internação de pacientes em unidades de terapia intensiva, Belo Horizonte - MG, 2019 52
- Figura 6.** Desfechos de pacientes após 1 mês e 3 meses de internação na UTI, Belo Horizonte – MG, 2019. 54

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	18
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
2.1. O paciente crítico	20
2.2. Massa muscular, relevância e impacto na evolução do paciente	20
2.3. Estado nutricional e avaliação nutricional no paciente crítico	22
2.3.1. Avaliação Global Subjetiva	23
2.3.2. Avaliação da composição corporal	23
2.3.2.1. O uso da ultrassonografia para avaliação de massa muscular	24
2.3.2.2. Espessura do músculo adutor do polegar	30
2.3.2.3. Circunferências da panturrilha, do braço e da coxa	30
2.3.2.4. Bioimpedância em pacientes críticos	31
2.3.3. Avaliação da funcionalidade	32
2.3.3.1. Dinamometria	33
2.4. Terapia nutricional	33
3. OBJETIVOS	34
3.1. Gerais	34
3.2. Específicos	34
4. MÉTODOS	37
4.1. Delineamento do estudo e público do estudo	37
4.2. Dados demográficos e clínicos	37
4.3. Avaliação nutricional	37
4.3.1. Composição corporal	38
4.3.1.1. Medidas da ultrassonografia	38
4.3.1.2. Espessura do músculo adutor do polegar	39
4.3.1.3. Antropometria	39
4.3.1.4. Água corporal total e ângulo de fase	39
4.4. Terapia Nutricional	39
4.5. Desfechos	41
4.6. Seguimentos	41
4.7. Análise estatística	41
5. RESULTADOS	43
5.1. Caracterização da amostra	43
5.2. Confiabilidade das medidas realizadas por ultrassonografia	45
5.3. Evolução das variáveis antropométricas ao longo da internação e respectivas associações	45
5.4. Ângulo de fase padronizado	50
5.5. Categoria clínica (cirúrgico vs. não cirúrgico)	50

5.6.	Oferta calórica e proteica	51
5.7.	Desfechos	52
5.8.	Acompanhamento 1 mês e 3 meses	54
6.	DISCUSSÃO	57
6.1.	Relação das medidas de massa muscular, do estado nutricional e de outros fatores	57
6.2.	Terapia Nutricional	61
6.3.	Desfechos	61
6.4.	Limitações	61
7.	CONCLUSÃO	64
8.	REFERÊNCIAS	65
9.	APÊNDICES	73
	Apêndice I - Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)/Paciente	73
	Apêndice II - Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)/Familiar	75
	Apêndice III - Formulário de coleta de dados	77
	Apêndice IV- Protocolo passo a passo da ultrassonografia	79
	Apêndice IV – Artigo científico publicado	86
10.	ANEXOS	100
	Anexo I-Avaliação Global Subjetiva	100

1. INTRODUÇÃO

A perda muscular é frequentemente observada em pacientes internados em unidades de terapia intensiva (UTI), afetando até 25% dos enfermos que permanecem em ventilação mecânica por mais de uma semana e mais da metade daqueles que cursam com sepse grave (1). Pacientes sépticos perdem entre 15 e 20% da massa muscular na primeira semana (2).

Os fatores que influenciam a perda muscular na UTI são imobilização, inflamação sistêmica, redução do fluxo sanguíneo periférico, diminuição da ingestão de alimentos, em especial de proteínas, e resistência à insulina (3). Neste sentido, a importância de se avaliar a perda de massa muscular é justificada pela associação dessa com maior tempo de ventilação mecânica, aumento do tempo de permanência na UTI e hospitalar, maior taxa de mortalidade, além de afetar a qualidade de vida por meses ou até anos após a alta (4,5).

Em pacientes críticos há desafios na utilização de instrumentos comumente utilizados para avaliação nutricional como a avaliação global subjetiva (técnica essencialmente clínica) e os métodos objetivos contemplados pelas medidas antropométricas, os exames bioquímicos e a análise de bioimpedância. Isso é decorrente de particularidades comuns deste público como presença de edema, mudanças de alguns marcadores bioquímicos séricos, assim como por alterações anatômicas em regiões a serem avaliadas em decorrência de lesões ou pela presença de acessos venosos/arteriais. Além disso, o seguimento do estado nutricional é ainda mais complexo, considerando-se que a maioria dos compartimentos corporais avaliados pelos tradicionais instrumentos de avaliação respondem de maneira bastante lenta à reposição nutricional. Ademais, com o passar dos dias, geralmente, há piora das condições citadas, tornando-se mais difícil distinguir tecido adiposo, massa muscular e edema, por exemplo. Assim, métodos mais precisos são necessários para avaliar a evolução do estado nutricional em pacientes em UTI (3,6).

A ultrassonografia (US) é ferramenta acessível à beira leito, não invasiva, portátil e, o papel dentro da UTI vem ganhando destaque para quantificar características estruturais e físicas do músculo esquelético e que estão associadas ao estado nutricional (7). O método permite distinguir o tecido magro para identificar depleção muscular mesmo quando o peso corporal ou as circunferências dos membros são estáveis ou alteradas (8). Essas medidas se correlacionam com a função muscular avaliada por meio dos instrumentos da escala de mobilidade em UTI e o score do teste de função física na UTI ($r=0,84$ e $r=0,82$, respectivamente) (9), além de poderem identificar mudanças ao longo dos dias, permitindo medições em série (6). Esse último aspecto poderá permitir a avaliação do estado nutricional

em sequência, assim como a efetividade da terapia nutricional, quando usada, ainda que haja relatos da influência do edema na validade dessa medida (3,10).

O uso da ultrassonografia no contexto de avaliação de massa muscular é feito por profissionais treinados, mas não necessariamente radiologistas, o que pode representar concomitantemente vantagens e desvantagens. Além disso, há dúvidas em relação ao protocolo mais adequado e questiona-se a confiabilidade das medidas em pacientes edemaciados ou obesos. Assim, considerando-se que há muito a ser esclarecido sobre o uso da ultrassonografia como instrumento capaz de auxiliar no diagnóstico e seguimento nutricional, principalmente de pacientes críticos (3) é válido avaliar este instrumento, comparando-o com os demais métodos de avaliação nutricional comumente utilizados, associando as alterações musculares encontrados com possíveis fatores de risco, a fim de consolidar a técnica e potenciais aplicações.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. O paciente crítico

O paciente crítico é heterogêneo, uma vez que apresenta condições clínicas ou cirúrgicas variadas e complexas. Demanda internações em unidades de cuidados intensivos e tem risco de alta morbidade e mortalidade. Apesar das diferenças, estes enfermos apresentam, em comum, alterações metabólicas, inflamatórias, imunológicas e nutricionais – a “resposta orgânica ao estresse”. Essa é causada por múltiplos estímulos e é marcada por alterações de temperatura, pressão arterial, líquidos e eletrólitos, osmolaridade e pH, além do comprometimento do estado nutricional inerente à maior dificuldade de se oferecerem nutrientes (11).

A resposta orgânica ao trauma compreende duas fases: fase de fluxo, inicial, na qual o paciente, em geral, cursa com instabilidade hemodinâmica; fase de contra-fluxo, que se divide em duas, a aguda e a pós-aguda. A aguda é, em geral, marcada por instabilidade hemodinâmica e aumento importante do catabolismo. A essa, segue-se período de estabilização das alterações metabólicas, na qual, contudo, há perda significativa de massa muscular. O período pós-agudo compreende a reabilitação ou a manutenção de estado catabólico e inflamatório persistente, associado a internação prolongada (12).

2.2. Massa muscular, relevância e impacto na evolução do paciente

O tecido muscular constitui o maior compartimento do corpo humano, sendo responsável por aproximadamente 40 a 50% do peso corporal. Os músculos esqueléticos são aqueles que se fixam aos ossos e são responsáveis pelo movimento. O corpo humano tem mais de 600 músculos que variam de tamanho, força e função. A massa muscular tem papel importante para funções vitais como respiração e batimentos cardíacos. Assim, tanto a quantidade como a qualidade de massa muscular têm impacto na saúde e qualidade de vida dos indivíduos (13).

A perda muscular é frequentemente observada em pacientes internados em UTI. A incidência de necrose muscular aguda de 40%, na primeira semana, foi descrita por Puthuchery *et al.*(14). Essa perda muscular varia de acordo com a doença, afetando até 25% daqueles que permanecem em ventilação mecânica por mais de uma semana e mais da metade

daqueles que cursam com sepse grave (1). Em pacientes queimados, por exemplo, a perda pode chegar a 1kg por dia (15) e parece ser maior entre os primeiros sete e 10 dias de internação na UTI (10,15). Além da perda muscular, enfermos graves apresentam concomitante relevante fraqueza muscular.

Os mecanismos de fraqueza muscular de pacientes críticos ainda são pouco compreendidos e envolvem não somente a perda de musculatura, mas também desregulação metabólica e fisiológica do músculo esquelético, degradação na arquitetura do músculo e sinais neurais centrais e periféricos disfuncionais (16).

Puthuchery *et al.* (14), caracterizaram e avaliaram prospectivamente a fisiopatologia da perda muscular aguda em pacientes críticos por meio de ultrassonografia (US), histologia e bioquímica. Houve redução da área de secção transversal de reto femoral mensurada por US, da área de seção transversal da fibra muscular do músculo vasto, determinada histologicamente, e da proporção de proteínas avaliadas por DNA, ao longo da primeira semana. Este mesmo grupo de pesquisadores, posteriormente, observou também a ocorrência da redução da biogênese mitocondrial, avaliada por meio de biópsia do músculo vasto lateral entre os dias 1 e 7, em pacientes críticos. Isso contribuiu para o comprometimento do estado bioenergético do músculo esquelético e houve associação negativa entre inflamação intramuscular e recuperação anabólica (17). Tais achados sugerem tanto redução na síntese de proteínas musculares como aumento da depleção de proteínas, produto do estado catabólico.

Assim, a perda de massa muscular é explicada pelo efeito de hormônios catabólicos (glucagon, cortisol e catecolaminas) sobre o músculo, objetivando a geração de substratos energéticos endógenos (glicose, aminoácidos). Ademais, esses hormônios também interferem no tecido adiposo com a produção de ácidos graxos. Ao mesmo tempo, citocinas pró-inflamatórias (IL), como IL-1, IL-6 e fator de necrose tumoral- α também são secretadas em resposta ao estresse. Isso estimula o processo catabólico via ubiquitina-proteassoma e catepsina, além de reduzir a síntese de proteínas miofibrilares e causar ativação autofágica insuficiente (a qual pode contribuir para reduzir a qualidade de miofibras). Além disso, a imobilização do enfermo, no leito, aumenta significativamente a perda muscular. Concomitantemente, déficit comum de oferta de nutrientes predispõe os pacientes críticos a alto risco de desnutrição e logo, a perda muscular (18,19).

Outro mecanismo envolvido na fisiopatologia do catabolismo muscular do enfermo crítico é a desregulação da homeostase do cálcio, comprometendo o processo de contração e relaxamento muscular, conforme observado em estudo experimental (20).

Demais fatores que influenciam a perda muscular em pacientes críticos são imobilização no leito, gravidade da doença, inflamação sistêmica, resistência à insulina, redução do fluxo sanguíneo periférico e diminuição da ingestão de alimentos, em especial de proteínas (3). Estudo de coorte apontou que pacientes com alto risco nutricional, avaliados pelo instrumento de triagem nutricional (NUTRIC score), tiveram maior perda muscular ($p < 0,001$). Entre as variáveis incluídas no NUTRIC, o APACHE II (indicador de gravidade) foi o mais significativamente associado à perda muscular (21). Por outro lado, fatores como índice de massa corporal (IMC), no início da doença crítica, parecem não estar relacionados com a depleção muscular. Segaran *et al.* (22), usando ultrassonografia, reportaram que pacientes obesos tiveram maior profundidade muscular inicial do que os não obesos, porém sem diferença de perda muscular ao longo dos dias 5, 7 e 12. Nesse estudo, observou-se também que mulheres tiveram menos massa muscular inicial do que os homens, contudo apresentaram maior perda muscular no dia 7 em comparação aos homens (22). Assim, a quantidade de massa muscular basal parece não ter relação com a perda muscular, mas inúmeros são os fatores que podem influenciar esse dado, como já mencionado (23).

As consequências da perda muscular são maior tempo de ventilação mecânica, aumento do tempo de permanência na UTI e hospitalar, maior taxa de mortalidade, além de afetar a qualidade de vida por meses ou até anos após a alta. Esse último fator é um dos principais contribuintes para incapacidade funcional ao longo do tempo (4,23). Neste sentido, a perda de massa muscular é um dos maiores problemas enfrentados pelos sobreviventes da doença crítica (16).

2.3. Estado nutricional e avaliação nutricional do paciente crítico

No Brasil, a prevalência de desnutrição hospitalar é de 48,1% (24). Em outros países da América Latina este valor foi de 50,2% (25) e dentro de unidades de terapia intensiva a prevalência reportada é de 54% de desnutridos (26). O estado nutricional do paciente crítico pode ser ainda mais comprometido pelas peculiaridades metabólicas. Portanto, a desnutrição é comum dentro de UTI, o que impacta diretamente na perda de massa e funcionalidade muscular (12).

A avaliação nutricional destes pacientes é, portanto, fundamental e deve ser essencialmente clínica, levando em consideração o diagnóstico, a evolução do peso corporal prévia e da ingestão alimentar, entre outros. A avaliação pode ser complementada pelo

conjunto de medidas antropométricas, bioquímicas, de composição corporal mais sofisticadas e de funcionalidade. No entanto, no cenário da terapia intensiva há desafios para a realização da avaliação nutricional clínica, e em especial, para o monitoramento do estado nutricional ao longo do tempo (6).

2.3.1. Avaliação global subjetiva (AGS)

Trata-se de ferramenta subjetiva proposta por Detsky *et al.* em 1987, composta por perguntas relacionadas com perda de peso, alteração da ingestão alimentar, presença de sintomas gastrointestinais, capacidade funcional, demanda metabólica da doença de base e exame físico. O instrumento permite a classificação do indivíduo em bem nutrido, moderadamente (ou suspeita) de desnutrição ou gravemente desnutrido (27).

A avaliação global subjetiva pode ser aplicada por diferentes profissionais, mas demanda experiência por parte do avaliador. É considerada técnica padrão, de baixo custo e associada com desfechos clínicos. Em estudo prospectivo realizado com 185 pacientes internados em UTIs a mortalidade foi maior entre os desnutridos, avaliados pela AGS (54%) (OR 8,12; IC 2,94 e 22,42), bem como a reinternação na UTI (OR 2,27; CI 1,08 e 4,80) (26).

A AGS, assim como a maioria dos instrumentos de avaliação nutricional contemporâneos, não consegue detectar mudanças em curto prazo, limitando o uso para monitoramento. Além disso, há dificuldade para se obterem informações daqueles pacientes sedados ou intubados, fato comum no cenário em terapia intensiva, e principalmente quando os familiares desconhecem detalhes relacionados a temas nutricionais (6).

2.3.2. Avaliação da composição corporal

A avaliação de composição corporal mensura os componentes corporais de interesse, como músculo esquelético, tecido adiposo e água. É parte da avaliação do estado nutricional completa (28), uma vez que a desnutrição está associada à perda de massa e função muscular (29).

Existem diferentes métodos para avaliação de composição corporal que variam conforme complexidade, custo, vantagens e desvantagens (28).

A antropometria é um destes métodos, composta por medidas objetivas que quantificam o tamanho corporal, como peso, circunferências, pregas cutâneas e até mesmo a

medida muscular por ultrassonografia. A maioria dessas, embora possam ser acessíveis e relativamente de custo baixo, estão comprometidas pelas particularidades clínicas inerentes à doença crítica, como o edema, principalmente. A simples medida do peso não é rotineiramente viável dentro das UTIs, e mesmo quando a cama-balança está disponível, a precisão é limitada devido ao edema. Além disso, informações relevantes, como perda de peso, muitas vezes não são possíveis em pacientes inconscientes ou desorientados (6).

2.3.2.1. O uso da ultrassonografia para avaliação de massa muscular

A ultrassonografia vem ganhando destaque como método de análise de massa muscular em pacientes críticos (3). É ferramenta acessível, não invasiva, portátil, sem risco de radiação e que pode ser usada para quantificar características estruturais e físicas do músculo esquelético à beira leito, associando-se essas características ao estado nutricional (30,31).

O equipamento da ultrassonografia funciona por meio de ondas sonoras cujas frequências são acima do que o ser humano é capaz de ouvir, correspondente à frequência maior do que 20.000 Hz. O equipamento transforma a energia elétrica em energia sonora por meio do transdutor, que é a peça do equipamento que entra em contato com a pele. A imagem é obtida a partir da diferença entre as ondas emitidas e as refletidas. Quanto maior a frequência, menor o comprimento da onda, e menor a profundidade da estrutura alcançada. Assim, para estudo de estruturas superficiais como no caso dos músculos utilizam-se frequências maiores. Existem vários tipos de transdutores, sendo o linear utilizado para o estudo da massa muscular. A frequência utilizada por meio desse está entre 7 a 11 MHz. Em casos de estruturas corporais maiores, como em pacientes obesos, pode-se utilizar também o transdutor curvado (32).

O músculo do quadríceps

O complexo muscular do quadríceps é composto por quatro grupos: músculo reto femoral (RF), vasto lateral (VL), vasto intermédio (VI) e vasto medial (VM). A espessura do músculo reto femoral corresponde a 10% da área transversal total do quadríceps (33). Estes músculos têm comportamentos diferentes no que tange à própria massa, já que são observadas diferentes taxas de atrofia, em situações diversas. Inicialmente, há redução mais rápida, mensurada por ultrassonografia, da espessura do músculo reto femoral em comparação ao

vasto intermédio (Dia 3: RF -9% vs VI -1% e dia 10: RF -30,4% e VI -29,7% vs VL -14,1%) (34). Há, também, diferenças funcionais e morfológicas entre os músculos. O músculo reto femoral, por exemplo, é descrito como músculo de força que auxilia em movimentos rápidos, sendo biarticular, composto principalmente por fibras do tipo II. O vasto intermédio é descrito como músculo estabilizador, importante no equilíbrio quando se está em pé ou caminhando, tratando-se de músculo não-articular e composto principalmente por fibras do tipo I (13).

Os motivos pelo quais a maioria dos autores utiliza o músculo do quadríceps na avaliação da depleção muscular em UTI, são: 1) ser local acessível em pacientes acamados; 2) ter o reto femoral limites da fáscia bem definidas, o que possibilita maior consistência entre avaliadores; 3) ser grupo muscular importante no processo de reabilitação; 4) ser local no qual são observadas maiores taxas de atrofia musculares em situações de imobilização; e 5) haver forte associação com medidas de massa muscular total em populações saudáveis (3).

Protocolos usados para avaliação de massa muscular por meio da ultrassonografia

Existem diferentes protocolos para estimativa muscular por meio da ultrassonografia. Ainda que o exame possa ser realizado em diferentes locais anatômicos, como braço, antebraço, abdômen e em diferentes pontos da coxa, não havendo, portanto, consenso sobre a técnica mais adequada a ser utilizada (6,30). A coxa é o local mais comumente mensurado em pacientes críticos. Para tal, utilizam-se os pontos de $2/3$ ou $1/2$ entre a crista ilíaca e borda superior da patela. Gruther *et al.* (10) descreveram inicialmente o protocolo em pacientes críticos, utilizando estes dois pontos na região da coxa, os quais tem sido comumente utilizado devido à fácil acessibilidade ao local frente às particularidades destes pacientes. Ademais, as especificidades do referido músculo, e ainda, a facilidade técnica de mensuração em pacientes com edema ou membros grandes favorecem esse local (6). Recentemente, o protocolo para o ponto de $2/3$ entre a crista ilíaca e a borda superior da patela foi avaliado, e observou-se que é útil para acompanhamento de medidas, entre essas a espessura do reto femoral, a área transversal e a ecogenicidade (35).

A massa muscular já foi avaliada pela ultrassonografia de formas distintas. Paris *et al.* (30) ao adicionarem espessura do braço, idade e sexo aos dados obtidos por ultrassonografia nos pontos de $2/3$ e $1/2$ de ambas as coxas obtiveram maior força de correlação ($r=0,91$) com o tecido muscular apendicular, mensurado pela densitometria por dupla emissão de raios-X (DEXA) versus quando foram utilizados somente os dados de

espessura muscular dos dois pontos da coxa ($r=0,72$). Houve também melhor capacidade (área sob a curva (AUC)=0,89) para identificar a massa de tecido magro. Isso sugere que o método de dois pontos da coxa pode ainda ser melhorado ao se utilizarem outros dados (30). Contudo, os mesmos autores, em outro estudo recente, indicaram correlação moderada entre a espessura do quadríceps, obtida pela ultrassonografia nos dois referidos pontos da coxa com a área transversal muscular na altura da terceira vértebra lombar, medida por tomografia, em pacientes críticos (7).

A realização do exame ultrassonográfico requer que o paciente esteja em posição supina e os dedos dos pés apontando para o teto. O leito deve estar em elevação correspondente entre 30 e 45° e a sonda do aparelho da ultrassonografia formando ângulo de 90° com a superfície da pele, sem inclinação (36). Na imagem gerada, a pele corresponde à camada hiperecoica (ou seja, mais branca e brilhante) adjacente ao transdutor, o tecido subcutâneo corresponde à imagem hipoecoica (ou seja, aparece com a coloração escura) de espessura variável com linhas hiperecoicas, parecidas com uma pluma. A fáscia muscular é a camada hiperecogênica correspondente à primeira interface em que o reto femoral se interpõe. O músculo reto femoral é a estrutura semicircular delimitada pela fáscia muscular e pela segunda interface que corresponde à outra camada hiperecoica, em que o vasto intermédio se interpõe. O vasto intermédio corresponde à estrutura retangular delimitada pela segunda interface e pela superfície óssea. Por fim, a superfície óssea é a estrutura circular hipoecoica delimitada por camada hiperecoica correspondendo à camada cortical do fêmur (36). A espessura muscular do quadríceps é obtida medindo-se a distância entre a margem superior do fêmur e o limite inferior da fáscia profunda do reto femoral. A área da secção transversal do reto femoral é calculada a partir do contorno das bordas do músculo após a imagem ter sido congelada no próprio equipamento (37) (Figura 1).

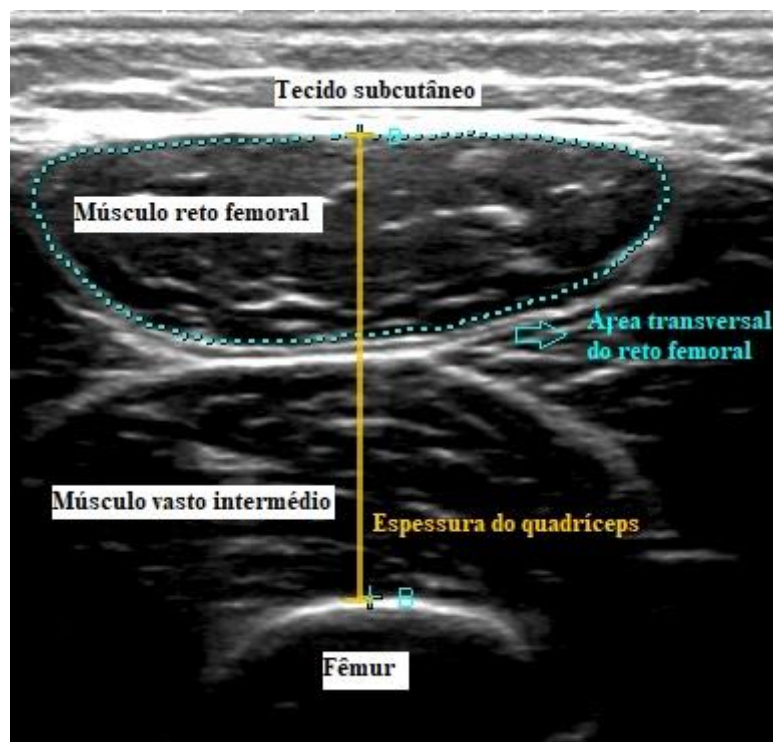


Figura 1. Estruturas teciduais obtidas por meio da imagem de corte transversal pela ultrassonografia, na região de 2/3 entre a crista ilíaca e a borda superior da patela.

Assim, duas medidas distintas têm sido mais comumente usadas para avaliação quantitativa de massa muscular por ultrassonografia: a espessura muscular e a área transversal do reto femoral. A relação entre as duas medidas também já foi descrita e, diferenças da espessura e da área transversal do reto femoral ao longo do tempo foram correlacionadas ($r^2=0,22$, $p=0,049$). No entanto, foi observada subestimação significativa da perda muscular nos dias 7 e 10 pela medida da espessura, sugerindo que a diferença da área transversal reflete melhor a perda muscular do que a medida da espessura do quadríceps (38).

As medidas de massa muscular por ultrassonografia possibilitam ainda identificar mudanças em curto prazo (dias), permitindo medições em série (6), o que contribui para a avaliação do estado nutricional em sequência. Desta forma, seria também possível avaliar a efetividade da terapia nutricional implantada, além das intervenções de reabilitação motora (39). Contudo, há algumas questões sobre este instrumento que demandam atenção e devem ser avaliadas com cautela.

A aplicação da compressão do transdutor sobre a região a ser avaliada para aquisição das imagens é uma dessas. Paris *et al.* (7) observaram que na compressão mínima o coeficiente de determinação foi significativamente maior do que com a compressão máxima ($p<0,001$). Quando se utiliza a compressão máxima, a força da compressão pode variar de acordo com o avaliador. Ademais, a estrutura muscular pode também ser alterada por

aspectos como idade e sexo, em que a densidade do músculo é variável (7). Além disso, existem outras limitações do método, como a influência do estado de hidratação, a falta de pontos de corte e a inexistência de critérios para definir aquele músculo sem condições de avaliação (devido à má qualidade da imagem e impossibilidade de definição as bordas da fáscia). A dependência de treinamento apropriado (exame avaliador dependente), o uso de diferentes transdutores (linear x curvilíneo) e a escassez de protocolos padronizados (uma vez que há grande variedade de músculos medidos em pontos distintos) também devem ser considerados ao se usar este método (16,31).

Confiabilidade das medidas de massa muscular por ultrassonografia

É necessário testar a validade das medidas feitas por este método em função de serem dependentes de avaliador. A garantia de alta confiabilidade em todas as etapas do protocolo é essencial para implementar o uso na avaliação de alterações musculares (7,39). Portanto, é comum, nos estudos relacionados ao tema, a verificação da confiabilidade interavaliador e intravaliador. A primeira corresponde à variação das medidas entre dois avaliadores para a mesma mensuração e a segunda avalia a consistência de duas medidas de um mesmo avaliador para a mesma medição. Ambas podem ser avaliadas por meio do coeficiente de correlação intraclassa (ICC) que é calculado pela variância entre as medidas (37).

Os valores desses coeficientes em geral, são altos ($ICC > 0,75$). Paris *et al.* (30) descreveram detalhadamente as etapas do treinamento para a realização da ultrassonografia e apresentaram dados da confiabilidade com valores de ICC altos (0,945-0,988). No entanto, vale chamar a atenção que a despeito da significância estatísticas referente às diferenças de medidas, seja pelo mesmo avaliador ou comparando-se avaliadores diferentes (37,40), pode-se questionar a relevância clínica de tais alterações, como demonstrado por Sabatino *et al.* (41) em que a diferença foi de 0,4 mm.

Outras aplicações do uso da ultrassonografia para avaliação de massa muscular

A ecogenicidade do músculo é outro componente possível de ser avaliado por meio da US, além da área transversal e da espessura muscular. Esta medida de escala de imagem pode ser analisada visualmente (pontuação de Heckmatt) ou quantitativamente por meio da

análise de *pixels*, usando-se o recurso do histograma do *software* ImageJ (National Institutes of Health, Bethesda, MD) ou Photoshop (Adobe Systems, San Jose, CA). A ecogenicidade tem emergido como importante componente para avaliação da qualidade muscular e foi associada, de forma independente, com força muscular e função reduzida (3,9). Os diferentes tecidos apresentam distintas aparências nas imagens da ultrassonografia. Os músculos são relativamente hipoecóicos, assim o aumento na ecogenicidade significa imagem mais hiperecólica, o que pode inferir necrose muscular e infiltração de tecido gorduroso em substituição às fibras musculares (42). As análises de ecogenicidade contemplam o resultado associado à área quadrada de determinado músculo (por exemplo, 100x100 *pixels* do músculo reto femoral). Caso essa área seja maior do que o que se consegue obter na imagem, adquire-se o maior quadrado possível dentro dos limites anatômicos do músculo. Essa pode ainda ser obtida pelo método do rastreamento, em que o avaliador destaca toda a área muscular visível, excluindo artefatos por meio dos programas de edição de imagem (9,43). Contudo, os fatores ecogênicos podem ser influenciados pelo uso de diferentes equipamentos e questiona-se a influência que o edema possa representar (16). No entanto, Puthuchery *et al.* (44) reportaram que a alteração da ecogenicidade do músculo reto femoral foi maior, após 10 dias entre pacientes nos quais identificou-se necrose muscular por biópsia, quando comparados aos que não tiveram necrose (8,2% [IC 95%, -5,3 a 21,7] vs -15,0% [IC 95%, -28,9 a - 1,09]; p=0,016) (44).

A ultrassonografia também tem sido utilizada como instrumento para quantificar o glicogênio muscular, principalmente em atletas (15). O glicogênio muscular pode ser quantificado por meio da ultrassonografia utilizando-se o *software* MuscleSound. Essa medida é baseada nas variações da escala de cinza, relacionando a associação de teor de água e de glicogênio. O papel do *software* é quantificar as mudanças observadas nos níveis de glicogênio muscular. Para tal, usam-se processamento de imagem (corte da imagem, retirando-se artefatos e irregularidades, isolando-se as fibras musculares) e subsequente análise da área de interesse. A intensidade dessa imagem, o cálculo da intensidade média de *pixels* e a transformação de um escore de glicogênio completam o exame. Quando a quantidade de glicogênio muscular é alta, a imagem é hipoecólica. Por outro lado, quando a quantidade de glicogênio é baixa e há perda de água, a imagem é hiperecólica (45,46).

Finnoff *et al.* (47) são os autores de estudo, financiado pelo desenvolvedor do *software*, que reportou escores de glicogênio mostrados pelo aplicativo altamente correlacionados com biópsias musculares (pré-exercício r=0,93, p<0,001; pós-exercício,

$r=0,94$, $p<0,001$). Como há poucas informações sobre a taxa de oxidação de carboidratos em pacientes em UTI e sabendo-se que o glicogênio muscular de pacientes críticos é depletado em horas, tais dados parecem ser promissores para avaliar este grupo especificamente (45).

2.3.2.2. Espessura do músculo adutor do polegar

A medida da espessura do músculo adutor do polegar (EMAP) tem sido usada para avaliar mudanças da composição corporal em pacientes internados em UTI e é associada com mortalidade. Esta é medida não invasiva, replicável e realizada à beira do leito. Porém, no enfermo crítico com edema localizado ou generalizado a técnica também é influenciada. Além disso, pode haver impossibilidade de avaliar as mãos por enfeixamentos ou presença de acessos venosos, o que torna o exame inviável (6,48).

Em enfermos críticos, a relação desta medida com outras variáveis importantes foi ilustrada por alguns autores. Em estudo prospectivo e observacional com 127 pacientes críticos, foi evidenciada forte correlação da EMAP com a área muscular do braço, área do braço, circunferência do braço ($r=0,9$, $p<0,001$) e albumina sérica ($r=0,61$, $p=0,001$). A EMAP da mão dominante ainda se correlacionou com tempo de permanência na UTI ($r = -0,4$, $P <0,001$) e com escore de SOFA ($r = -0,86$, $P <0,001$). A EMAP da mão dominante foi de $11,1 \pm 2$ mm em pacientes que morreram e $16,7 \pm 2,2$ mm entre aqueles que sobreviveram ($p=0,05$) (49). No entanto, em outro estudo prospectivo, a EMAP de pacientes internados na UTI não foi correlacionada com mortalidade em 28 dias e tempo de internação hospitalar (48).

A medida da EMAP foi associada ao diagnóstico de estado nutricional por meio da avaliação global subjetiva (AGS) entre 59 pacientes internados em UTI cirúrgica. Contudo, os resultados de concordância foram baixos ($kappa 0,238$, $p=0,04$). Isso sugere baixa precisão da EMAP para identificar desnutrição, porém quando o ponto de corte foi adotado ($<15mm$) houve associação com maior risco de desnutrição ($RR = 1,63$; IC 95% 1,06 e 2,52; $p = 0,027$) (50).

2.3.2.3. Circunferências da panturrilha, do braço e da coxa

As circunferências do braço (CB) e da perna (CP) são frequentemente realizadas no contexto hospitalar como instrumentos para determinar composição corporal, em particular,

massa muscular (51). São medidas facilmente realizadas em pacientes inconsciente, especialmente úteis quando feitas em série para identificar alterações. Porém, também podem ser superestimadas pelo edema e portanto em enfermos críticos devem ser interpretadas com cautela (6). Em estudo conduzido em 31 unidades de terapia intensiva, foi demonstrado que a circunferência do braço possui capacidade preditiva de mortalidade hospitalar significativa e é de utilidade clínica (52). A CP tem sido utilizada principalmente em idosos (29). Valores <33 cm para mulheres e < 34 cm para homens indicam baixo índice de massa muscular esquelética (53).

A circunferência da coxa (CC) é outra medida possível, apesar de ser mais incomum dentro de unidades de internação. Esta foi utilizada em estudo que investigou a avaliação muscular por meio da ultrassonografia em enfermos críticos, em diferentes momentos de internação na UTI, e houve correlação negativa alta ($p=0,003$) com tempo de internação hospitalar, bem como foi observada a influência da espessura do quadríceps na medida, na análise de regressão ($p=0,006$) (10).

As circunferências podem ser úteis para acompanhamento nutricional, no entanto, as alterações ao longo do tempo podem ser distintas entre as medidas do braço, da panturrilha e da coxa. Estas circunferências já foram avaliadas em cinco locais diferentes: no braço, na panturrilha e em três pontos distintos da coxa, aferidas no momento de admissão na UTI, após 72 horas e no sexto dia. A redução de todas as medidas foi significativa no sexto dia, contudo as alterações não foram similares para todas as medidas em 72 horas. Houve maior perda em membros inferiores, ao se usarem as circunferências da coxa e panturrilha, do que em membros superiores, por meio da circunferência do braço, independentemente da prática de atividades diárias antes da internação desses enfermos (54).

2.3.2.4. Bioimpedância em pacientes críticos

A bioimpedância (BIA) é método utilizado para avaliação da composição corporal, sendo simples, não invasivo e portátil. O princípio básico consiste na passagem de corrente elétrica de alta frequência (50kHz) e alta intensidade (500-800mA) pelo corpo, em que a tensão é mensurada, uma vez que distintos componentes corporais oferecem resistência diferenciada à passagem de corrente elétrica. A corrente de alta frequência é transmitida por um par de eletrodos e passa pelo corpo, havendo perda de energia devido à resistência inerente de tecidos de alta resistividade (gordura, osso e pele). Por outro lado, os tecidos

magros possuem baixa resistência devido à grande quantidade de água e eletrólitos. Outro par de eletrodos mede a tensão resultante. Desta forma, a bioimpedância avalia a mudança de condutividade elétrica. A resistência é a oposição da corrente elétrica gerada pelos meios intra e extracelulares e a reactância é a oposição da corrente elétrica produzida pela interface de tecidos e membranas celulares. Essas duas medidas são utilizadas em diferentes equações padronizadas para sexo, idade, etnia, altura, peso e nível de atividade física para estimar a composição corporal. O ângulo de fase (AF) é um parâmetro derivado da BIA, definido como o ângulo tangente entre a resistência e reactância. Este parâmetro traz informações úteis relacionadas à integridade da membrana celular, à distribuição de água intra e extracelular e à predição de massa celular corporal. Baixos valores estão associados à morte e perda da integridade celular, com pior prognóstico clínico (55).

A bioimpedância apresenta algumas limitações como estado de hidratação, temperatura da pele e impossibilidade de se usarem as áreas onde devem ser colocados os eletrodos (31,55). O estado de hidratação foi avaliado por meio da BIA e os resultados indicaram que 70% dos pacientes internados na UTI estavam hiper-hidratados. Os maiores valores de hidratação foram encontrados entre pacientes que não sobreviveram entre os dias 2 e 4 de internação, quando comparados aos que sobreviveram ($p < 0,05$) (55). Outro fator limitante para o uso da BIA é a realização de terapia renal substitutiva. Dewitte *et al.* (56) observaram maior correlação entre líquidos corporais medidos pelo balanço hídrico diário e percentual de hidratação quando se excluíram pacientes que realizavam hemodiálise no momento do exame. Apesar de todas as limitações, sugere-se que a BIA possa ser bom instrumento para calcular desvios de líquidos pelos valores de impedância e, também, avaliar a integridade da membrana celular e massa celular do corpo, pelo ângulo de fase (57).

2.3.3. Avaliação da funcionalidade

Outro componente no diagnóstico do estado nutricional é a avaliação da funcionalidade, que reflete a capacidade do indivíduo em realizar atividades físicas. A perda de funcionalidade pode indicar desnutrição e pode ser avaliada por diversos instrumentos, como questionários de atividade física, teste de caminhada e força da pressão manual por dinamometria (58).

2.3.3.1. Dinamometria

A força muscular dos membros superiores, mensurada por dinamometria, é medida simples, apesar dos procedimentos usados não serem consensualmente padronizados. Os músculos que geram força de preensão manual são interpretados como representantes da força muscular geral, o que não necessariamente é verdadeiro. Contudo, medidas clínicas de importância como mortalidade, dias de internação hospitalar, função física, estado nutricional e de saúde foram associados à força de preensão manual. Esta medida tem sido usada juntamente com massa muscular e desempenho físico para definir sarcopenia (59). Assim como as demais formas de avaliação de força muscular, o método apresenta grande limitação entre pacientes críticos pela dificuldade de estarem em alerta, não curarizados ou até mesmo em condições clínicas favoráveis em que haja cooperação e motivação (22,60).

A fraqueza adquirida em pacientes internados em unidade de terapia intensiva é caracterizada por redução na força muscular, geralmente relacionada à atrofia e manifesta-se bilateralmente nos membros, pois está relacionada com a imobilização prolongada, bem com o suporte ventilatório mecânico (61). Utilizando o ponto de corte para força de preensão manual (< 11 kg para homens e < 7 kg para mulheres), Parry *et al.* (34) indicaram prevalência de fraqueza muscular de 42% com sensibilidade de 0,88 e especificidade de 0,80 entre pacientes internados em UTI. Os valores de confiabilidade entre avaliadores para essa medida variaram de 0,93-0,98. Borges e Soriano (60) avaliaram a associação entre área transversal do reto femoral (ATRF) obtida por ultrassonografia e a força muscular em pacientes sépticos. Observaram declínio na ATRF de 5,18 (4,49-5,96) cm², avaliada no 2º dia de UTI, para 4,43 (3,64-5,04) cm² à alta da UTI e 4,37 (3,71-5,02) cm² à alta hospitalar ($p < 0,05$). Por outro lado, a força manual de 12 kg (7,0-20,0kg) à admissão aumentou para 19,0kg (14,0-26,0kg) à alta hospitalar, havendo diferença significativa à alta da UTI e à alta hospitalar em relação ao dia 1 ($p < 0,05$). À alta da UTI, houve correlação negativa moderada ($r = 0,51$; $p < 0,01$) entre a redução da área transversal do reto femoral (dia 2 da UTI - data de alta da UTI) e a porcentagem de força de preensão manual.

2.4. Terapia nutricional para o paciente em UTI

O objetivo da terapia nutricional em pacientes críticos é atenuar a resposta orgânica ao estresse, minimizar a lesão celular oxidativa e modular favoravelmente a resposta

imunológica. A resposta orgânica do enfermo crítico é complexa e o controle da utilização de substratos energéticos não é apenas parcialmente regulado pela disponibilidade de nutrientes. Por tal, a terapia nutricional ainda que de extrema importância é, na maioria das vezes, incapaz de reverter a perda dos componentes corporais como o de massa muscular (62,63). A terapia nutricional deve ser iniciada entre 24 a 48 horas, caso o doente seja incapaz de manter a ingestão adequada por via oral, desde que haja estabilidade hemodinâmica. A terapia nutricional precoce, principalmente por via enteral, é vista como estratégia para minimizar a gravidade da resposta orgânica à doença, diminuir complicações e tempo de internação na UTI (63).

A calorimetria indireta é o melhor método, quando disponível, para se determinar o gasto energético e, assim, determinar as necessidades calóricas. Contudo, na maioria das instituições está indisponível, e por isso, recomenda-se o uso entre 25 a 30 kcal/kg/dia progressivamente aumentado, após a fase inicial da doença aguda (63).

A proteína é um nutriente importante na doença crítica, pois a proteólise está acentuada e a demanda proteica é maior objetivando superar a resistência anabólica (62). Essa é caracterizada pelo aumento de fatores catabólicos e distintas vias de sinalização que ocorrem mesmo com a disponibilidade adequada de nutrientes. Assim há aumento do “limiar anabólico” necessário para garantir o anabolismo máximo e a retenção de proteínas (64).

A recomendação proteica varia entre 1,2 e 2,0 g/kg/dia, devendo ser ajustada conforme a condição clínica do paciente (12,63). Em ensaio clínico multicêntrico, pacientes com função renal adequada foram randomizados para receber suplementos de aminoácidos (para atingir 2,0g/kg/dia) e, esses foram os que tiveram menor probabilidade de morrer antes dos 90 dias quando comparados àqueles que receberam tratamento padrão. Porém, entre o grupo com função renal inicial comprometida este resultado não foi observado (65). Outros autores que avaliaram a diferença da oferta proteica entre 0,8 e 1,2 g/kg/dia e o efeito sobre a força de pressão manual à alta da UTI indicaram que não houve diferença entre os grupos. Contudo, no dia 7, o grupo que recebeu maior carga de proteínas ($p=0,03$) teve melhor força de prensão manual. Além disso, força menor que 50% do esperado foi capaz de prever mortalidade em seis meses (66).

Para o cálculo das necessidades nutricionais, o peso ideal deve ser usado em pacientes com $IMC \geq 30$ kg/m² e edema, e o atual para os demais (67).

Avaliar o impacto da terapia nutricional, quando realizada de forma adequada, sobre o estado nutricional do paciente crítico é difícil com os métodos de avaliação disponíveis

atualmente. Neste sentido, a ultrassonografia é método que pode ser útil em pacientes internados em UTI. No entanto, há critérios que precisam ser estabelecidos antes da aplicação rotineira. Assim, comparar o método de avaliação de massa muscular pela ultrassonografia com diversos outros métodos de avaliação nutricional comumente utilizados, em conjunto com a evolução clínica dos enfermos, podem fornecer dados importantes para que esse objetivo seja alcançado. Acreditando que os resultados apresentados pela US possam detectar de forma mais eficaz a evolução do estado nutricional do que as demais medidas antropométricas, já que são afetadas por diferentes fatores comumente encontrados nas UTIs..

3. OBJETIVOS

3.1. Geral

Avaliar o uso da ultrassonografia como instrumento de avaliação da musculatura do quadríceps em pacientes críticos.

3.2. Específicos

- Avaliar a confiabilidade intra e interavaliador na aferição de massa muscular do quadríceps;
- Associar a massa muscular medida por meio da ultrassonografia com o estado nutricional avaliado pela Avaliação Global Subjetiva (AGS);
- Comparar a evolução das medidas de massa muscular obtidas pela ultrassonografia com a espessura muscular do músculo adutor do polegare com as circunferências do braço, panturrilha e coxa;
- Averiguar a influência do balanço hídrico e da água corporal total medida por bioimpedância, com as mudanças das medidas musculares do quadríceps;
- Comparar as medidas antropométricas iniciais entre os pacientes com ou sem risco de acordo com ângulo de fase padronizado;
- Comparar a massa muscular por US em pacientes cirúrgicos e não cirúrgicos
- Associar a evolução da massa muscular avaliada por ultrassonografia e a terapia nutricional ofertada; Relacionar a massa muscular com desfechos como tempo de ventilação mecânica, tempo de internação na UTI e no hospital, e óbito;
- Avaliar desfechos dos pacientes após um mês e três meses de alta da UTI e associar com a composição corporal e o estado nutricional.

4. MÉTODOS

4.1. Delineamento do estudo e público do estudo

Trata-se de estudo observacional prospectivo, em que foram incluídos pacientes adultos (≥ 18 anos de idade), de ambos os sexos, internados na unidade de terapia intensiva (UTI) do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) com expectativa de permanecerem por mais de 72 horas na unidade. Foram excluídos gestantes, puérperas, pacientes re-internados e aqueles com história prévia de paresia de membros inferiores. Os pacientes foram avaliados dentro de 48 horas após a admissão na UTI. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) (CAAE 87138818.6.0000.5149 de 19/06/2018). Os enfermos ou familiares próximos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), em anexo (Apêndice I e II). O período de coleta foi de setembro de 2018 a março de 2019.

4.2. Dados demográficos e clínicos

Dados sociodemográficos e clínicos, como idade, sexo, procedência, diagnóstico clínico principal, primeiro procedimento cirúrgico realizado (no caso de pacientes cirúrgicos), presença de comorbidades, uso de medicamentos vasoativos e sedação, assim como realização de terapia dialítica foram coletados do prontuário individual do paciente e com a equipe médica da unidade. O balanço hídrico foi coletado por meio do registro feito pela equipe de enfermagem diariamente. Posteriormente, a alteração do balanço hídrico foi calculada por meio da subtração do balanço hídrico acumulado de determinado dia (3, 5 ou 7) pelo balanço do dia da admissão na UTI. O instrumento de coleta encontra-se no Apêndice III.

4.3. Avaliação nutricional

A avaliação do estado nutricional foi realizada utilizando-se a AGS (Anexo I), as medidas de massa muscular do quadríceps por meio da ultrassonografia e do músculo adutor do polegar pelo adipômetro, assim como pelas medidas de circunferências do braço, da panturrilha e da coxa, e pela bioimpedância. Todas as medidas de composição corporal foram

realizadas em até 48 horas após a admissão, a cada dois dias na primeira semana de internação na UTI e a cada sete dias até à alta da unidade.

4.3.1. Composição corporal

4.3.1.1. Medidas da ultrassonografia

A espessura muscular e a área transversal do reto femoral foram mensuradas por meio da ultrassonografia seguindo protocolo confeccionado pela equipe (Apêndice IV). Os avaliadores foram profissionais da área da saúde, especificamente dois nutricionistas. Estes foram treinados previamente por dois radiologistas da equipe do HC-UFMG, com posterior validação do treinamento em 30 indivíduos saudáveis (dados apresentado no trabalho 1- Apêndice V). As medidas foram feitas por dois avaliadores diferentes em subgrupo de pacientes críticos (n=8), sendo um avaliador experiente (radiologista) e outro avaliador não experiente (nutricionista), com a finalidade de obter a confiabilidade interavaliador. Tais medidas foram feitas de forma mascarada na etapa da aquisição da imagem e traçado das medidas. A verificação da confiabilidade intravaliador foi feita pela obtenção de cada medida em duplicata realizada pelos avaliadores não experientes.

As medidas foram feitas com o paciente em decúbito dorsal, com joelho totalmente estendido e perna relaxada, em dois pontos distintos da coxa direita: a) no ponto correspondente a 2/3 entre a crista ilíaca e o polo superior da patela e b) no ponto médio entre crista ilíaca e polo superior da patela (10). Os pontos foram marcados com caneta permanente para garantir que as imagens fossem feitas no mesmo local ao longo do acompanhamento e entre os avaliadores. A sonda do aparelho de ultrassonografia foi posicionada perpendicularmente à coxa, após a aplicação do gel, adotando-se sempre compressão mínima sobre o tecido. As medidas foram obtidas mensurando-se a distância entre a margem superior do osso subjacente e o limite inferior da fáscia do grupo muscular de interesse (obtenção da medida da profundidade do quadríceps (EQ)), e por meio do contorno da borda da fáscia do músculo reto femoral obtendo-se a área transversal (ATRF). Ambas realizadas em duplicata para posterior cálculo de média, e obtidas no próprio equipamento da ultrassonografia no momento da aferição. Em alguns pacientes (n=21) não foi possível a obtenção de área transversal do reto femoral no ponto médio, uma vez que a extensão do músculo era maior do que os limites da imagem fornecido pelo equipamento.

4.3.1.2. Espessura do músculo adutor do polegar (EMAP)

A EMAP foi medida por meio de adipômetro (Lange skinfold caliper®) na mão dominante e na não dominante. Esta mensuração foi realizada com o cotovelo do paciente flexionado em ângulo de 90° e, o antebraço apoiado no tronco sempre que possível. Usando-se o adipômetro sobre o músculo adutor do polegar, este foi medido no vértice situado no triângulo imaginário formado pelo polegar estendido e pelo dedo indicador, com pressão de 10 g/mm. A média de três medidas consecutivas foi registrada para cada indivíduo (68).

4.3.1.3. Antropometria

O peso atual foi obtido preferencialmente por meio de questionamento com o próprio paciente ou com os familiares. Na ausência da informação do peso, este foi estimado pelo peso ideal de acordo com a altura. O cálculo do índice de massa corporal (IMC) foi feito a partir do peso sobre a altura ao quadrado (altura foi a informada ou estimada a partir da medida da altura do joelho por meio da fórmula de Chumlea et al (69)). A classificação deste foi feita com base na *World Health Organization* – WHO (1995)(70).

A circunferência da panturrilha (CP) foi mensurada com auxílio de fita métrica inelástica, realizando-se três medidas repetidas. Para tal, a fita métrica foi colocada ao redor da circunferência máxima da panturrilha com a perna estendida devido a limitação da maioria dos pacientes críticos em manter a perna em posição perpendicular ao plano horizontal da cama. A circunferência do braço (CB) foi obtida também com fita inelástica. Para tal o braço do paciente foi flexionado a 90° para determinação do ponto médio entre o ponto mais distal do processo acromial e a parte mais distal do olecrano, em seguida o braço foi estendido ao longo do corpo para realização da medida (71). Foi feita a circunferência da coxa (CC) também com fita inelástica, ao redor do ponto de 2/3 entre a crista ilíaca e a borda superior da patela, local utilizado também para a aquisição da imagem pela ultrassonografia.

4.3.1.4. Água corporal total e ângulo de fase

A bioimpedância elétrica foi realizada com o equipamento portátil, em disposição tetrapolar, modelo Quantum X (RJL Systems, Michigan, EUA), a fim de obtermos o grau de hidratação dos pacientes e o ângulo de fase. Os indivíduos estavam em decúbito dorsal, os

braços foram estendidos ao longo do corpo, sem haver pontos de contato entre as pernas e entre os braços e tronco, sempre que possível. Os eletrodos foram conectados aos adesivos colocados no hemitorço do paciente, na superfície dorsal da mão, na altura do terceiro metacarpo distal e entre as proeminências ósseas distais da ulna e rádio, assim como na superfície dorsal do pé, na altura do terceiro metatarso distal e entre as proeminências ósseas distais, entre o maléolo medial e distal do tornozelo (72). Não foi realizada a medida em indivíduos que estavam realizando hemodiálise no momento da avaliação ou que possuíam algum metal no corpo, como marca-passo e pinos de cirurgias ortopédicas. Em algumas avaliações ao longo dos dias (n=82) foram gerados valores de resistência e reactância que não foram possíveis realizar a leitura para as medidas de composição corporal.

Dados de água corporal total (ACT) e AF foram obtidos por meio da resistência e da reactância. Posteriormente, o ângulo de fase padronizado foi calculado pela subtração do AF de referência por sexo e idade pelo AF observado e o resultado dividido pelo desvio padrão relativo à referência por idade e sexo (73,74). O ângulo de fase de referência e o desvio padrão corresponderam ao determinado por Barbosa-silva et al. (73) (Tabela 1). Os valores de AFP foram considerados de risco quando $\leq -1,65$ e sem risco quando $\geq -1,65$ (75).

Tabela 1. Valores de referência do ângulo de fase de acordo com idade e sexo

Idade (anos)	Ângulo de fase	
	Homem	Mulher
18-20	7,90±0,47	7,04±0,85
20-29	8,02±0,75	6,98±0,92
30-39	8,01±0,85	6,87±0,84
40-49	7,76±0,85	6,91±0,85
50-59	7,31±0,89	6,55±0,87
60-69	6,96±1,10	5,97±0,83
≥70	6,19±0,97	5,64±1,02

Fonte: Barbosa-Silva et al. (2005) (74)

4.4. Terapia nutricional

A adequação calórica e proteica foi avaliada diariamente, por meio da comparação entre a ingestão oral, uso de nutrição enteral ou parenteral com as necessidades nutricionais

estabelecidas pela equipe da UTI, durante o período de acompanhamento nesse local. Para quantificação calórica e proteica de pacientes com via oral, foi feito recordatório diário da aceitação da dieta oferecida. Enfermos com nutrição enteral ou parenteral, tiveram os cálculos realizados por meio do volume de infusão registrado no balanço hídrico, pela equipe de enfermagem.

4.5. Desfechos

Os desfechos e complicações contemplaram tempo de ventilação mecânica, tempo de internação na UTI e hospitalar (dias) e óbito. Todos os dados foram coletados diariamente a partir do prontuário médico e discussão com os médicos intensivistas.

4.6. Seguimento

Após um mês e três meses da alta da UTI, informações relacionadas a óbito, re-internações e retorno às atividades diárias foram coletadas por meio de contato telefônico sendo realizado questionamento com familiar ou com próprio paciente. Não foi utilizado nenhum instrumento padronizado nesta etapa.

4.7. Análise estatística

O cálculo amostral foi realizado após o estudo piloto, baseado na variação de 20% da espessura muscular do quadríceps no ponto de 2/3 ($0,38 \pm 0,55$ cm) entre os dias 1 e 7 de acompanhamento dos mesmos pacientes, com nível de significância de 5% e poder de teste de 80%, determinando-se a necessidade de 33 pacientes. As análises foram realizadas com auxílio do *software* Statistical Package Social Sciences (SPSS) versão 25.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA), obtendo-se para cada variável dicotômica, as frequências e para variáveis numéricas, médias e desvios-padrão ou medianas e percentis 25 e 75, de acordo com a distribuição de normalidade de cada uma, verificadas pelo teste Kolmogorov-Smirnov e Shapiro Wilk.

A confiabilidade interobservador foi avaliada pelo coeficiente de correlação intraclasse (ICC) para medidas médias e pelo modelo aleatório de uma via e, a confiabilidade

intravaliador pelo modelo misto de duas vias, em que valores $> 0,75$ indicam entre boa e excelente confiabilidade (76).

A perda de massa muscular foi categorizada de acordo com o percentil 50 da espessura do quadríceps $\frac{1}{2}$ em cada um dos dias avaliados, assim como a categorização da alteração do balanço hídrico. A comparação da mediana entre medidas repetidas ao longo dos dias (medidas de composição corporal) foi avaliada pelo teste de Friedman seguido de *post-hoc*. A comparação entre variáveis com distribuição normal (kcal/kg/dia e g de proteína/kg/dia) e variáveis dicotomizadas em dois grupos (categorização de perda muscular) foi feita pelo teste t. O teste de Mann Whitney foi usado para comparação entre variáveis com distribuição não normal (percentual de perda muscular, tempo de ventilação mecânica, tempo de internação hospitalar e na UTI) e os grupos de variáveis com duas categorias (categorização do percentual de perda de massa muscular, com risco/sem risco pelo AFP). O teste de Kruskal Wallis foi usado para variáveis com distribuição não normal e grupos com mais de duas categorias (classificação do estado nutricional) seguido do teste de *post hoc* com correção de Bonferroni. O teste de qui-quadrado ou exato de Fisher foi realizado para comparação entre duas variáveis dicotomizadas (perda de massa muscular x óbito, estado nutricional). A concordância entre a perda de massa muscular avaliada pela ultrassonografia e a perda de circunferência do braço foi avaliada pela correlação de Spearman. A presença de significância estatística foi determinada conforme $p\text{-valor} < 0,05$.

5. RESULTADOS

5.1. Caracterização da amostra

No período de setembro de 2018 a março de 2019, 85 pacientes internados na unidade de terapia intensiva do Hospital das Clínicas da UFMG foram avaliados quanto ao estado nutricional. Desses, em 25, apesar da expectativa de permanecerem por mais de 3 dias na unidade, não foi possível realizar a reavaliação devido à alta ou óbito antes das 48 horas da primeira reavaliação, totalizando 60 pacientes incluídos na presente pesquisa, com distintos tempos de participação conforme óbito, alta da UTI e funcionamento do equipamento (Figura 2).

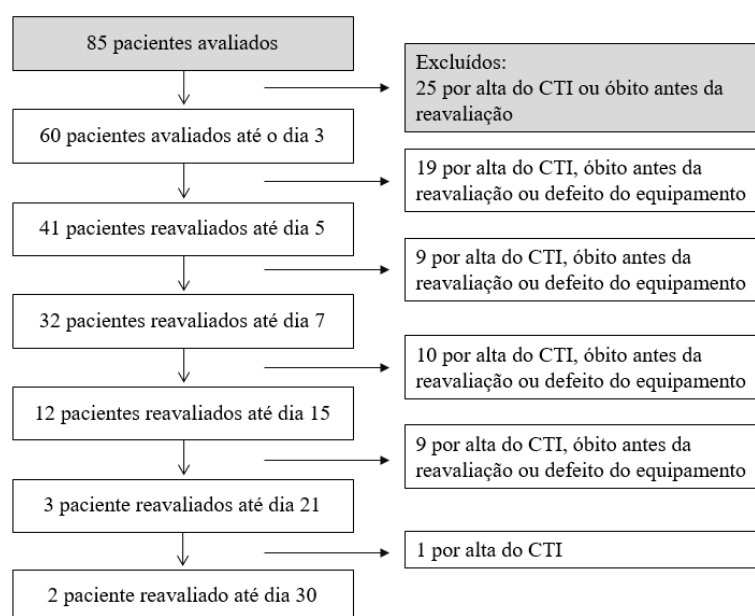


Figura 2. Fluxograma do número de pacientes em cada período, Belo Horizonte - MG, 2019

A idade média dos pacientes foi de $57,5 \pm 14,8$ anos, sendo a maioria homens (53,3%). O principal motivo de internação na UTI foi relacionado com o pós-operatório imediato (45%), sendo que 53,4% (n=32) eram pacientes cirúrgicos e 8,4% (n=5) corresponderam a internações de pacientes cirúrgicos por outras complicações. Quanto à procedência dos pacientes, 45% vinham do bloco cirúrgico e 38,3% das enfermarias, sendo a média de tempo de internação antes da admissão na UTI foi de $17,7 \pm 29,9$ dias. Em relação às principais comorbidades associadas, observou-se que 43,3% e 15% dos pacientes apresentaram hipertensão e diabetes, respectivamente. O diagnóstico do estado nutricional dos

pacientes, no momento da admissão, de acordo com avaliação global subjetiva, revelou que 75% eram desnutridos. Observou-se que 88,3% dos pacientes necessitaram de ventilação mecânica em algum momento da internação na UTI. O tempo de internação na UTI foi de 9 (6-13) dias e o tempo de internação hospitalar foi de 34,5 (17-54), 23,3% dos pacientes morreram durante a internação da UTI (Tabela 2).

Tabela 2. Caracterização geral e do estado nutricional de pacientes internados em unidades de terapia intensiva, Belo Horizonte - MG, 2019

Características (n=60)	Média, mediana ou valores absolutos	Desvio-padrão, p25-p75 ou percentuais
Idade (anos)	57,5	14,8
Sexo		
<i>Mulher</i>	28	46,7%
<i>Homem</i>	32	53,3%
Diagnóstico		
<i>Clínico</i>	28	46,6%
<i>Cirúrgico</i>	32	53,4%
Motivo de internação na UTI		
<i>Pós-operatório imediato</i>	27	45,0%
<i>Insufic. Respiratória aguda</i>	13	21,7%
<i>Sepse</i>	8	13,3%
<i>Parada cardiorrespiratória</i>	4	6,7%
<i>Choque hemorrágico</i>	2	3,3%
<i>Rebaixamento sensorio</i>	3	5,0%
<i>Outros</i>	3	5,0%
Classificação AGS		
<i>Nutrido</i>	15	25,0%
<i>Desnutrido moderado ou suspeita</i>	31	51,7%
<i>Desnutrido grave</i>	14	23,3%
Uso de VM	53	88,3%
Tempo em VM (dias)	5,0	2,0-9,8
Realização de hemodiálise na internação da UTI	9	15,0%
Uso de sedação contínua (dias)	2	1,0 - 6,8
Uso de medicamentos vasoativos (dias)	2	1,0 -5,0
Tempo de internação na UTI (dias)	9	6,0 -13,0
Tempo de internação hospitalar (dias)	34,5	17,0 - 54,0
Óbito na UTI	14	23,3%

Valores expressos em média \pm DP, mediana (p25-p75) ou em números absolutos (percentual).

AGS: Avaliação Global Subjetiva

UTI: Unidade de Terapia Intensiva

VM: ventilação mecânica

5.2. Confiabilidade das medidas realizadas por ultrassonografia

A confiabilidade entre avaliadores está demonstrada na tabela 3. As medidas de espessura do quadríceps 2/3 no dia 7 tiveram confiabilidade inferior a 0,75.

Tabela 3. Confiabilidade interavaliador das medidas de massa muscular realizadas por ultrassonografia, em pacientes internados em unidades de terapia intensiva, Belo Horizonte - MG, 2019

Medida	Dia 1	Dia 3	Dia 5	Dia 7
ATRF 1/2 A1 - A2	0,936	0,990	-	0,973 (n=4)
EQ ½ A1-A2	0,980	0,969	0,989 (n=2)	0,955 (n=4)
ATRF 2/3 A1-A2	0,990	0,979 (n=7)	0,996(n=2)	0,089 (n=4)
EQ 2/3 A1-A2	0,994	0,969 (n=7)	0,961 (n=2)	0,683 (n=4)

Valores correspondente ao coeficiente de correlação intraclasse (ICC)

ATRF: área transversal do reto femoral

EQ: espessura do quadríceps

A confiabilidade intravaliador está demonstrada na tabela 4. As medidas de espessura do quadríceps 1/2 no dia 1 tiveram confiabilidade inferior a 0,75.

Tabela 4. Confiabilidade intravaliador das medidas de massa muscular por ultrassonografia, em pacientes internados em unidades de terapia intensiva, Belo Horizonte - MG, 2019

Medida	Dia 1	Dia 3	Dia 5	Dia 7
ATRF 1/2	0,984	0,973	0,976	0,984
EQ ½	0,636	0,988	0,969	0,982
ATRF 2/3	0,990	0,988	0,975	0,978
EQ 2/3	0,971	0,969	0,972	0,986

Valores correspondente ao coeficiente de correlação intraclasse (ICC)

ATRF: área transversal do reto femoral

EQ: espessura do quadríceps

5.3. Evolução das variáveis antropométricas ao longo da internação e respectivas associações

Considerando-se o diagnóstico nutricional, observamos menores áreas transversais do reto femoral na avaliação inicial entre pacientes desnutridos graves (Tabela 5). Contudo, não observamos diferenças no percentual de perda muscular entre nenhum dos dias avaliados, entre nutridos e desnutridos. Na tabela 6 está demonstrada a perda muscular entre os dias 1 e 7, de acordo com estado nutricional.

Tabela 5. Massa muscular inicial de acordo com estado nutricional de pacientes internados em unidade de terapia intensiva, Belo Horizonte - MG, 2019.

Medidas	Nutrido	Suspeita de desnutrição ou desnutridos moderados	Desnutrido grave	p
EQ ½ inicial (cm)	3,7 (3,3-4,4) ^a	3,1 (2,3-3,7) ^{a,b}	2,4 (1,6-3,6) ^b	0,019
EQ 2/3 inicial (cm)	2,6 (2,4-3,6) ^a	2,3 (1,8-2,8) ^b	1,5 (1,1-2,1) ^c	0,000
ATRF ½ inicial (cm ²)	5,3 (2,8-7,2)	5,1 (3,5-6,4)	3,77 (2,5-5,4)	0,309
ATRF 2/3 inicial (cm ²)	4,8 (3,8-5,7) ^a	3,5 (2,6-4,5) ^b	2,5 (1,9-3,7) ^b	0,001

Valores correspondem a mediana (percentil 25-percentil75)

p corresponde ao resultado do teste de Kruskal Wallis

EQ: espessura do quadríceps

ATRF: Área transversal do reto femoral

Tabela 6. Perda de massa muscular entre os dias 1 e 7, avaliada por meio da ultrassonografia, de acordo com estado nutricional, em pacientes internados em unidades de terapia intensiva, Belo Horizonte - MG, 2019.

Perda muscular do dia 1-dia7	Bem nutridos n (%)	Desnutridos n (%)	p
EQ 1/2			0,721
<10%	10 (47,6%)	4 (40%)	
≥10%	11 (52,4%)	6 (60%)	
EQ 2/3			0,266
<10%	11 (52,4%)	3 (27,3%)	
≥10%	10 (47,6%)	8 (72,7%)	
ATRF ½			0,667
<10%	9 (56,2%)	3 (42,9%)	
≥10%	7 (43,8%)	4 (57,1%)	
ATRF 2/3			0,703
<10%	7 (33,3%)	5 (45,5%)	
≥10%	14 (66,7%)	6 (54,5%)	

Valores correspondem a números absolutos (percentuais)

p corresponde ao resultado do teste de fisher

EQ: espessura do quadríceps

ATRF: Área transversal do reto femoral

A evolução das medidas antropométricas ao longo da internação na UTI e após a primeira avaliação está registrada tabela 7 e na figura 3. Os resultados das avaliações posteriores ao dia 7 não são apresentados, em função do pequeno número de pacientes avaliados nesse período. Observou-se redução significativa das medidas espessura do quadríceps e da área transversal do reto femoral ½ entre os dias 3 e 7, da espessura do quadríceps 2/3 entre 1 e 7 dias, e da área transversal do reto femoral entre os dias 1, 5 e 7, assim como entre os dias 3, 5 e 7. A medida da circunferência do braço diminuiu entre os dias 1, 5 e 7 e, a EMAP da mão dominante diminuiu entre os dias 1 e 7 (Tabela 7).

Tabela 7. Evolução das medidas antropométrica nos sete primeiros dias após a avaliação inicial de pacientes internados em unidades de terapia intensiva, Belo Horizonte - MG, 2019.

Medida	Dia 1	Dia 3	Dia 5	Dia 7	p
EQ 1/2 (cm)	2,71 (1,04-5,13) ^{a,b}	2,58 (1,11-5,01) ^a	2,50 (1,07-5,80) ^{a,b}	2,40 (1,00-4,00) ^b	0,028
EQ 2/3 (cm)	2,12 (0,79-4,54) ^a	2,02 (0,91-4,50) ^{a,c}	1,86 (1,17-3,74) ^{b,c}	1,67 (0,92-4,40) ^b	0,017
ATRF 1/2 (cm)	4,94 (1,85-9,70) ^{a,b}	4,94 (3,04-9,61) ^a	4,27 (2,56-8,79) ^{a,b}	4,09 (3,57-9,10) ^b	0,010
ATRF 2/3 (cm)	3,26 (1,48-7,57) ^a	3,15 (1,98-6,48) ^{a,c}	2,85 (1,15-6,73) ^{b,c}	2,34 (1,35-6,46) ^b	0,000
CB (cm)	29 (21,5-44) ^a	28,5 (20,5-43) ^b	26 (20-44) ^b	27 (20-41) ^b	0,000
CP (cm)	33,5 (27-41)	33,2 (28-41,5)	32,8 (28-41,5)	33 (27-42)	0,020
CC (cm)	50,5 (33,5-58)	48,6 (35,5-59)	47,5 (36,5-61,5)	47,0 (33,5-58,0)	0,086
EMAP dominante (mm)	30,5 (19-45) ^a	28 (12-45) ^a	26 (10-45) ^a	24 (11-40) ^b	0,007
EMAP não dominante (mm)	29,5 (19-46)	27,5 (11-48)	23 (12-45)	23,5 (9-44)	0,099

Letras diferentes (a,b) representam diferenças estatísticas entre os dias

Valores correspondem a mediana (percentil 25-percentil75)

EQ: Espessura do quadríceps

ATRF: Área transversal do reto femoral

CB: Circunferência do braço

CP: Circunferência da panturrilha

CC: Circunferência da coxa

EMAP: Espessura do músculo adutor do polegar

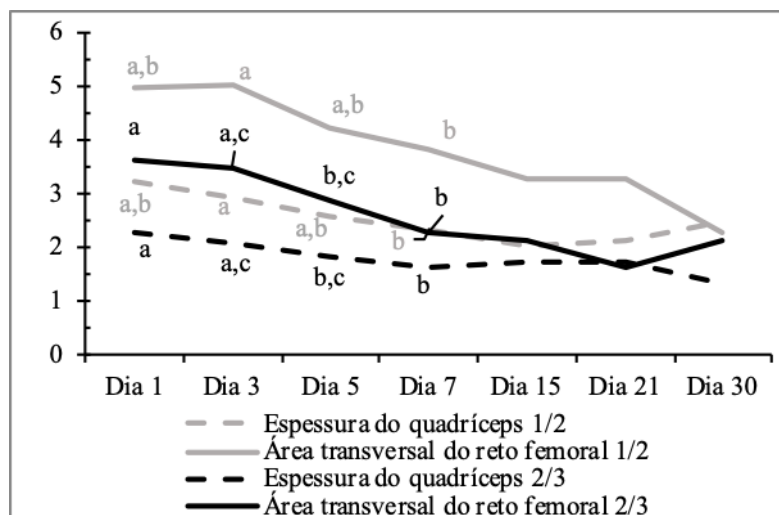


Figura 3. Evolução das medidas realizadas por ultrassonografia ao longo da internação na UTI, Belo Horizonte - MG, 2019.

Letras diferentes representam diferenças estatísticas entre os dias

Apesar da medida de circunferência do braço ter sido a medida que mais se alterou ao longo dos 7 dias, juntamente com as medidas realizadas por ultrassonografia, foi observada fraca concordância entre o percentual de perda das medidas ao longo dos dias (Tabela 8).

Tabela 8. Correlação entre os percentuais de perda de circunferência do braço e medidas realizadas por ultrassonografia, em pacientes internados na unidade de terapia intensiva, Belo Horizonte - MG, 2019

% de perda das medidas	Dia 1- Dia 3		Dia 1-Dia5		Dia 1-Dia7	
	ρ	p	ρ	p	ρ	p
EQ1/2 e CB	-0,093	0,501	0,268	0,099	0,071	0,800
EQ2/3 e CB	-0,089	0,509	0,301	0,059	0,283	0,289
ATRF1/2 e CB	-0,033	0,854	0,091	0,644	-0,147	0,649
ATRF 2/3 e CB	-0,028	0,837	0,004	0,979	0,138	0,609

ρ : corresponde ao coeficiente de spearman (concordância)

EQ: Espessura do quadríceps

ATRF: Área transversal do reto femoral

CB: Circunferência do braço

A mediana do índice de massa corporal foi maior (25,1 kg/m² [p25: 21,7 kg/m²-p75: 30,1 kg/m²]) entre os enfermos que perderam $\geq 10\%$ da área transversal do reto femoral no ponto de 1/2 entre os dias 1 e 7 da avaliação nutricional, quando comparados aos que perderam menos de 10% da mesma medida (21,0 kg/m² [p25:17,5 kg/m²-p75:25,4 kg/m²]; p=0,044). Já a presença de edema, avaliada pelo exame físico (incluída no tópico de exame físico da AGS), não influenciou a perda de massa muscular em nenhum dos dias avaliados (p>0,005). Contudo, o estado de hidratação dos pacientes é um dos fatores que impactou na validade das medidas antropométricas. Assim, a figura 4 contempla o balanço hídrico e a água corporal total de acordo com a bioimpedância.

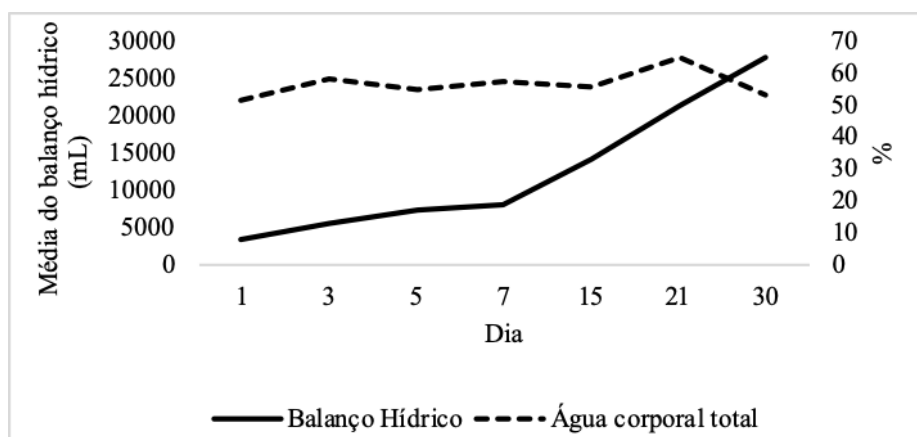


Figura 4. Evolução do balanço hídrico acumulado coletado pelo registro diário da enfermagem e da água corporal total avaliado pela bioimpedância ao longo da internação na UTI, Belo Horizonte - MG, 2019.

A média do balanço hídrico das primeiras 24 horas dos pacientes na UTI foi de $+1.694,2 \pm 1.700,6\text{mL}$, a mediana de água corporal total medida foi de 60,9% (51,7%-68,2%). É válido considerar que os dados de água corporal total inicial (D1) correspondem a apenas 30 pacientes, pois em 23, os dados de reactância e resistência não rodaram para gerar a informação e 7 pacientes tinham alguma condição que impediu a realização do método, como presença de marcapasso ou bloqueio dos locais de colocação dos eletrodos. Foi observado que estes 23 pacientes apresentaram maior média de balanço hídrico acumulado ($4.376,2 \pm 2.831,4\text{mL}$) quando comparados aos demais ($2425,2 \pm 3.223,7\text{mL}$) ($p=0,024$).

Considerando então, o pequeno número de dados de ACT, optou-se por apresentar as relações da massa muscular com apenas os dados de categorização da alteração do balanço hídrico conforme o percentil 50 ao longo de cada um dos dias avaliados. Foi observado menor perda de ambas áreas transversais nos dias 1 e 3, entre os pacientes que tiveram a alteração do balanço hídrico acumulado maior do que 3.000mL (Tabela 9).

Tabela 9. Perda de massa muscular avaliada por meio da ultrassonografia, conforme balanço hídrico acumulado, em pacientes internados em unidades de terapia intensiva, Belo Horizonte - MG, 2019.

Perda muscular	Alteração do balanço hídrico		p
	Dia 1-Dia 7		
	<3000 mL	>3000mL	
EQ ½ (cm)	0,38 (-0,09 a 1,43)	0,33 (-0,19 a 1,67)	0,943
EQ 2/3 (cm)	0,73 (0,38 a 1,36)	0,14 (-0,12 a 0,92)	0,095
ATRF ½ (cm ²)	0,26 (-0,59 a 1,48)	0,59 (-0,95 a 1,28)	0,886
ATRF 2/3 (cm ²)	0,94 (0,49 a 1,59)	0,69 (-0,27a 1,33)	0,367
Dia 1-Dia5			
		<3000mL	>3000mL
EQ ½ (cm)	0,23 (-0,38 a 0,49)	0,00 (-0,52 a 0,92)	0,652
EQ 2/3 (cm)	0,12 (-0,04 a 0,48)	0,23 (-0,24 a 0,58)	0,978
ATRF ½ (cm ²)	0,19 (-0,13 a 1,12)	0,09 (-0,39 a 0,63)	0,204
ATRF 2/3 (cm ²)	0,26 (-0,04 a 0,58)	0,19 (-0,38 a 0,88)	0,957
Dia 1-Dia3			
		<3000mL	>3000mL
EQ ½ (cm)	0,03 (-0,33 a 0,53)	0,10 (-0,32 a 1,00)	0,510
EQ 2/3 (cm)	0,19 (-0,15 a 0,63)	0,03 (-0,32 a 0,18)	0,144
ATRF ½ (cm ²)	0,08 (-0,27 a 0,52)	-0,16 (-1,94 a 0,09)	0,039
ATRF 2/3 (cm ²)	0,27 (-0,07 a 0,72)	-0,34 (-0,74 a 0,50)	0,019

EQ: espessura do quadríceps

ATRF: Área transversal do reto femoral

Valores correspondem a mediana (percentil 25-percentil75)

p corresponde ao resultado do teste de Mann-Whitney

5.4. Ângulo de fase padronizado

O percentual de pacientes que foram classificados com risco nutricional pelo AFP foi de 73,3% no D1. Não foram observadas diferenças entre as medidas do ângulo de fase padronizado considerando-se os pontos de corte para “com e sem risco” nutricional no dia 1, exceto para medida de EMAP da mão dominante (Tabela 10).

Tabela 10. Comparação das medidas antropométricas de acordo com categorização do ângulo de fase padronizado inicial em pacientes internados em unidades de terapia intensiva, Belo Horizonte – MG, 2019.

Valores correspondem a mediana p50 (percentil 25-percentil 75)

p corresponde ao resultado do teste de Mann-Whitney

Medida	Ângulo de fase padronizado		p
	Sem risco (<-1,65)	Com risco (>-1,65)	
EQ ½ (cm)	3,26 (1,68-4,02)	3,19 (2,48-4,02)	0,603
EQ 2/3 (cm)	2,41 (1,29-3,20)	2,25 (1,80-2,93)	0,910
ATRF ½ (cm ²)	4,22 (1,83-6,58)	4,90 (3,04-6,65)	0,621
ATRF 2/3 (cm ²)	3,94 (1,53-6,02)	3,35 (2,50-4,49)	0,354
CB (cm)	30 (29,7-35,5)	30 (27,8-34,3)	0,929
CP (cm)	32 (29,5-36,2)	34 (31,8-37,5)	0,283
CC (cm)	47,5 (40,2-51,2)	51,5 (45-55,5)	0,187
EMAP mão dominante (mm)	26 (23,5-28,5)	27 (21-30)	0,809
EMAP dominante (mm)	23 (19,5-25,5)	26 (23-31)	0,042

EQ: espessura do quadríceps/ATRF: Área transversal do reto femoral

CB: circunferência do braço/CP: circunferência da panturrilha/CC: circunferência da coxa/EMAP: espessura do músculo adutor do polegar

5.5. Categoria clínica (cirúrgico vs. não cirúrgico)

Outro fator que pode afetar a avaliação da perda de massa muscular é a presença de estresse acentuado, como a operação. A perda muscular entre pacientes cirúrgicos foi maior do que entre os demais, tanto para a medida de espessura do quadríceps e da área transversal do reto femoral 2/3, avaliadas entre os dias 1 e 5 (Tabela 11).

Tabela 11. Perda de massa muscular avaliada por meio da ultrassonografia entre pacientes cirúrgicos e não cirúrgicos internados em unidades de terapia intensiva, Belo Horizonte - MG, 2019.

Perda muscular	Cirúrgico	Não cirúrgico	p
Dia 1- Dia 7			
EQ ½ (cm)	0,05 (-0,28-1,15)	0,32 (0,00-0,86)	0,427
EQ 2/3 (cm)	0,33 (0,01-1,00)	0,19 (-0,11-0,84)	0,662
ATRF ½ (cm ²)	0,42 (-0,60-0,99)	0,48 (0,02-0,73)	0,796
ATRF 2/3 (cm ²)	0,80 (-0,10-1,49)	0,45 (0,06-1,04)	0,323
Dia 1- Dia 5			
EQ ½ (cm)	0,38 (-0,16-1,03)	-0,12 (-0,62-0,32)	0,019
EQ 2/3 (cm)	0,32 (-0,03-0,84)	-0,09 (-0,35-0,48)	0,020
ATRF ½ (cm ²)	0,24 (-0,16-1,07)	0,13 (-0,28-0,74)	0,535
ATRF 2/3 (cm ²)	0,43 (-0,03-0,84)	0,10 (-0,38-0,29)	0,030
Dia 1- Dia 3			
EQ ½ (cm)	0,03 (-0,36-1,01)	0,08 (-0,14-0,37)	0,892
EQ 2/3 (cm)	0,19 (-0,22-0,53)	0,04 (-0,13-0,49)	0,779
ATRF ½ (cm ²)	-0,08 (-1,28-0,52)	0,06 (-0,3-0,34)	0,640
ATRF 2/3 (cm ²)	0,44 (-0,20-0,88)	0,14 (-0,37-0,44)	0,135

EQ: espessura do quadríceps/ATRF: Área transversal do reto femoral

Valores correspondem a mediana (percentil 25-percentil75); p corresponde ao resultado do teste de Mann-Whitney

5.6. Oferta calórica e proteica

Dentre os pacientes avaliados, 60,4% estavam em uso de nutrição enteral exclusiva, inicialmente, 24,1% em uso de nutrição parenteral, 10,3% se alimentando via oral e 5,2% em uso de nutrição parenteral associado à dieta via oral. A adequação calórica e proteica dos pacientes está representada na figura 5. O número de pacientes se altera ao longo dos dias. A tabela 12 contém o registro da comparação entre a perda de massa muscular de acordo com a média de calorias e proteínas recebidas ao longo de 7 dias, não havendo diferenças. Não foi apresentada a avaliação dos demais dias pois a adequação calórica e proteica foi atingida somente após o sétimo dia como demonstrado no figura 5.

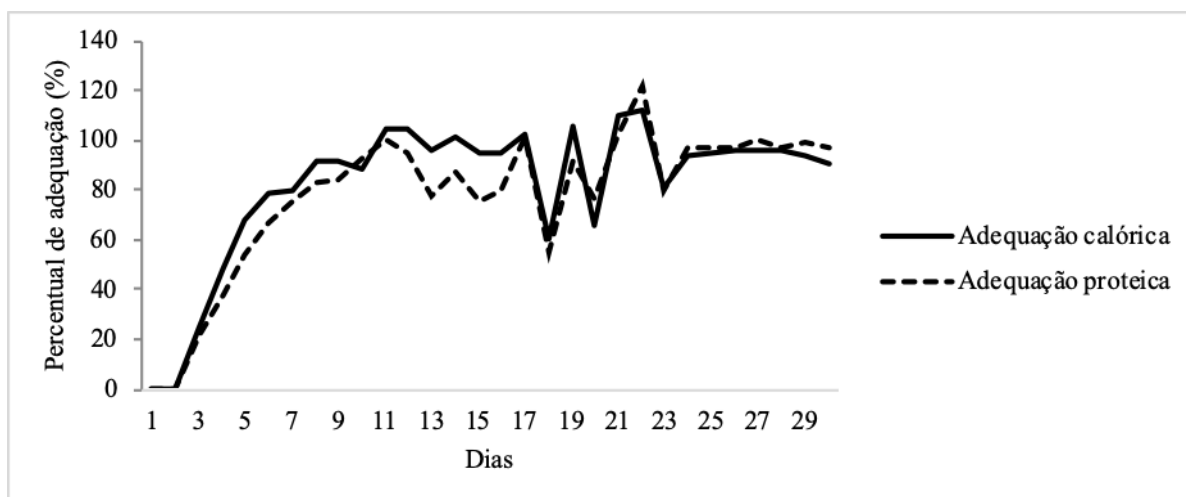


Figura 5. Adequação calórica e proteica durante internação de pacientes em unidades de terapia intensiva, Belo Horizonte - MG, 2019

Tabela 12. Médias de calorias e proteínas recebidas ao longo de 7 dias de acordo com percentual de perda muscular avaliado por ultrassonografia, em pacientes internados em unidade de terapia intensiva, Belo Horizonte – MG, 2019.

Perda muscular entre D1-D7	Média kcal/kg/dia nos primeiros 7 dias	p	Média g PTN/kg nos primeiros 7 dias	p
EQ ½		0,760		0,652
<10%	12,54±3,92		0,62±0,20	
≥10%	13,78±9,33		0,71±0,46	
EQ 2/3		0,736		0,752
<10%	11,94±8,18		0,61±0,45	
≥10%	13,26±8,62		0,67±0,15	
ATRF ½		0,115		0,177
<10%	17,18±9,78		0,83±0,45	
≥10%	10,79±1,66		0,58±0,15	
ATRF 2/3		0,358		0,334
<10%	10,59±8,17		0,54±0,44	
≥10%	14,15±8,33		0,72±0,39	

Valores correspondem a média±desvio-padrão; p corresponde ao resultado do teste de t
EQ: espessura do quadríceps/ATRF: Área transversal do reto femoral

5.7. Desfechos

A avaliação dos desfechos óbito, tempo de ventilação mecânica, tempo de internação na UTI e tempo de internação hospitalar versus a perda de massa muscular foi realizada com base na categorização do percentil 50 para cada um dos dias avaliados. Dentre os pacientes que morreram 85,7% apresentaram perda da espessura do quadríceps 2/3 >2% do dia 1 para dia 3 (p=0,042), não houve diferença para as demais perdas de massa muscular entre aqueles que sobreviveram e os que morreram, em nenhum dos dias (Tabela 13). Os demais desfechos,

tempo de ventilação mecânica, tempo de internação na UTI e hospitalar foram semelhantes entre os grupos de perda muscular entre os vários dias. Na tabela 14 estão apresentados os resultados entre os dias 1 e 7.

Tabela 13. Perda de massa muscular entre pacientes que morreram e sobreviventes em unidade de terapia intensiva, Belo Horizonte - MG, 2019

Perda muscular	Óbito		p
	Sim	Não	
Dia 1 – Dia 7			
EQ 1/2			1,000
<10%	2 (40,0%)	12 (46,2%)	
≥10%	3 (60,0%)	14 (53,8%)	
EQ 2/3			1,000
<10%	2 (40,0%)	12 (44,4%)	
≥10%	3 (60,0%)	15 (55,6%)	
ATRF 1/2			0,317
<10%	1 (25,0%)	11 (57,9%)	
≥10%	3 (75,0%)	8 (42,1%)	
ATRF 2/3			1,000
<10%	2 (40,0%)	10 (48,1%)	
≥10%	3 (60,0%)	17 (51,9%)	
Dia 1 – Dia 5			
EQ 1/2			0,164
< 5%	7 (63,6%)	11 (36,7%)	
≥5%	4 (36,4%)	19 (63,3%)	
EQ 2/3			0,725
<5%	6 (54,5%)	13 (43,3%)	
≥5%	5 (45,5%)	17 (56,7%)	
ATRF 1/2			0,385
<5%	5 (71,4%)	9 (42,9%)	
≥5%	2 (18,6%)	12 (57,1%)	
ATRF 2/3			0,489
<5%	6 (54,5%)	12 (40,0%)	
≥5%	5 (45,5%)	18 (60,0%)	
Dia 1-Dia3			
EQ 1/2			0,381
<2%	8 (61,5%)	21 (47,7%)	
≥2%	5 (38,5%)	23 (52,3%)	
EQ 2/3			0,224
<2%	8 (61,5%)	19 (41,3%)	
≥2%	5 (38,5%)	27 (58,7%)	
ATRF 1/2			0,427
<2%	7 (77,8%)	14 (56,0%)	
≥2%	2 (22,2%)	11 (44,0%)	
ATRF 2/3			0,042
<2%	2 (14,3%)	20 (44,4%)	
≥2%	12 (85,7%)	25 (55,6%)	

Valores correspondem a números absolutos (percentuais); p corresponde ao resultado do teste de χ^2 ou fisher
EQ: espessura do quadríceps/ ATRF: Área transversal do reto femoral

Tabela 14. Perda de massa muscular entre os dias 1 e 7, de acordo com desfechos em pacientes internados em unidade de terapia intensiva, Belo Horizonte - MG, 2019.

Perda muscular (Dias 1 e 7)	Tempo de ventilação mecânica	p	Tempo de internação na UTI	p	Tempo de internação hospitalar	p
EQ 1/2		0,880		0,952		0,618
<10%	4,5 (1,0-17,8)		9,5 (4,0-21,5)		35,0 (17,0-62,5)	
≥10%	5,0 (2,5-9,5)		11 (8,0-13,0)		43,0 (25,0-90,0)	
EQ 2/3		0,650		0,985		0,780
<10%	6,0 (2,3-11,0)		10,0 (7,0-13,0)		41,0 (17,0-60,3)	
≥10%	5,0 (2,0-14,5)		10,5 (7,3-14,5)		41,0 (25,0-73,0)	
ATRF 1/2		0,786		0,608		0,605
<10%	3,5 (2,0-11,8)		9,0 (7,0-19,0)		43,0 (34,0-73,0)	
≥10%	5,0 (1,0-14,0)		11,0 (4,0-19,0)		23,0 (11,0-62,0)	
ATRF 2/3		0,552		0,954		0,800
<10%	6,5 (3,0-11,8)		11,5 (7,0-17,5)		43,0 (23,0-82,0)	
≥10%	5,0 (1,3-10,3)		10,0 (7,3-14,5)		41,0 (17,0-67,0)	

Valores correspondem a mediana p50 (percentil 25-percentil 75)

p corresponde ao resultado do teste de Mann-Whitney

EQ: espessura do quadríceps/ATRF: Área transversal do reto femoral

CB: circunferência do braço/CP: circunferência da panturrilha/CC: circunferência da coxa

EMAP: espessura do músculo adutor do polegar

5.8. Acompanhamento 1 mês e 3 meses

Os desfechos após 1 mês e 3 meses da alta da UTI dos pacientes estão representados a figura 6, não foi possível contatar 1,7% dos 60 pacientes para desfechos de 1 mês e 11,7% para 3 meses. Após um 1 mês 42,4% dos pacientes estavam internados nas enfermarias e a taxa de óbito era de 33,9%, já após 3 meses esta taxa teve aumento para 57,1% dos pacientes.

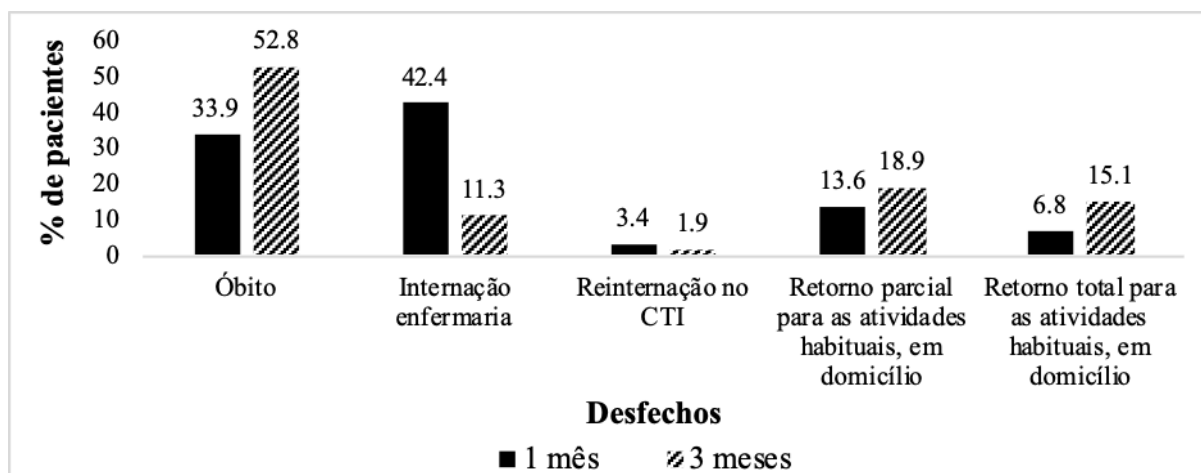


Figura 6. Desfechos de pacientes após 1 mês e 3 meses de internação na UTI, Belo Horizonte – MG, 2019.

Na tabela 15 estão representados a perda de massa muscular somente entre o dia 1 e o dia 7 dias versus os desfechos. Não houve diferença entre os demais dias. Na tabela 16 encontram-se tais desfechos e de acordo com o estado nutricional. Também, não houve diferenças entre as categorias.

Tabela 15. Perda de massa muscular, entre os dias 1 e 7, de acordo com desfecho após 1 mês e 3 meses da alta da UTI, Belo Horizonte – MG, 2019.

Perda muscular	Óbito	Internação na enfermaria ou CTI	Em domicílio	p
1 mês				
EQ1/2				0,077
<10%	4 (28,6%)	6 (42,8%)	4 (28,6%)	
≥10%	6 (33,3%)	11 (66,7%)	0 (0,0%)	
EQ 2/3				0,635
<10%	5 (35,8%)	8 (57,1%)	1 (7,1%)	
≥10%	5 (27,8%)	9 (50,0%)	4 (22,2%)	
ATRF 1/2				1,000
<10%	4 (33,3%)	6 (50,0%)	2 (16,7%)	
≥10%	4 (36,4%)	5 (45,4%)	2 (18,2%)	
ATRF 2/3				0,691
<10%	5 (41,7%)	5 (41,7%)	2 (16,6%)	
≥10%	5 (25,0%)	12 (60,0%)	3 (15,0%)	
3 meses				
EQ1/2				0,160
<10%	8 (61,5%)	0 (0,0%)	5 (38,5%)	
≥10%	6 (42,8%)	4 (28,6%)	4 (28,6%)	
EQ 2/3				0,664
<10%	5 (45,5%)	1 (9,0%)	5 (45,5%)	
≥10%	9 (53,0%)	3 (17,6%)	5 (29,4%)	
ATRF 1/2				1,000
<10%	6 (54,6%)	1 (9,0%)	4 (36,4%)	
≥10%	5 (50,0%)	2 (20,0%)	3 (30,0%)	
ATRF 2/3				0,872
<10%	5 (50,0%)	2 (20,0%)	3 (30,0%)	
≥10%	9 (50,0%)	2 (11,1%)	7 (38,9%)	

Valores correspondem a números absolutos (percentuais)

p corresponde ao resultado do teste de χ^2 ou fisher

EQ: espessura do quadríceps/ATRF: Área transversal do reto femoral

CB: circunferência do braço/CP: circunferência da panturrilha/CC: circunferência da coxa

EMAP: espessura do músculo adutor do polegar

Tabela 16. Desfechos após 1 mês e 3 meses após a alta de acordo com a classificação do estado nutricional, Belo Horizonte – MG, 2019

Estado nutricional	Óbito	Internação na enfermaria ou CTI	Em domicílio	p
1 mês				
Bem nutrido	21 (52,5%)	4 (10,0%)	15 (37,5%)	0,611
Desnutrido	4 (53,8%)	7 (45,5%)	4 (18,2%)	
3 meses				
Bem nutrido	16 (36,4%)	20 (45,5%)	8 (18,2%)	0,421
Desnutrido	4 (26,7%)	7 (46,6%)	4 (26,7%)	

Valores correspondem a números absolutos (percentuais)

p corresponde ao resultado do teste de qui-quadrado

6. DISCUSSÃO

6.1. Relação das medidas de massa muscular, do estado nutricional e de outros fatores

A avaliação de massa muscular por ultrassonografia é capaz de detectar alterações musculares em pacientes críticos em curto prazo. Ademais bons valores de concordância entre avaliadores e intravaliador após treinamento adequado foram observados. Contudo, fatores como a presença de edema podem dificultar o uso do método e, portanto, afetar a confiabilidade das medidas. Além disso, há características clínicas que podem influenciar na perda de massa muscular avaliada pela ultrassonografia, como a realização de cirurgia.

O estado nutricional do paciente em UTI apresenta alto risco pelas peculiaridades inerentes do cuidado intensivo e da própria doença de base. A alta prevalência de desnutrição dentro de unidades de terapia intensiva já foi descrita em estudo multicêntrico, o qual revelou 74,1% de pacientes com suspeita ou moderadamente desnutridos e desnutridos graves (77). Isso já corroborado pelo nosso estudo, em que 75% de pacientes foram diagnosticados como desnutridos, de acordo com a avaliação global subjetiva, e estes foram os que tiveram menores valores de massa muscular avaliada por ultrassonografia.

O primeiro passo para o uso da ultrassonografia na avaliação de massa muscular deve ser a confiabilidade das medidas. Na literatura, são encontrados valores de concordância entre os avaliadores considerados excelentes, em que o ICC varia de 0,73 a 0,99 e para confiabilidade intravaliadores os valores variam de 0,94 a 1,00 (7,37,40,41,43). Contudo, valores inferiores a 0,75 já foram demonstrados por outros autores (37,78), os quais são justificados pela maior dificuldade de utilização do método em determinados indivíduos, aqueles cuja visualização da estrutura anatômica pela ultrassonografia não é tão clara, como em obesos. Além disso, Tillquist *et al.* (37) apesar de terem encontrado valores de ICC inferiores a 0,75 (0,73-0,99), não observaram diferenças para as médias das medidas do profissional treinado e do treinador (Média da diferença: -0,028 cm, $p=0,1607$). Neste aspecto, o presente trabalho encontrou excelentes valores de concordância entre avaliadores e intravaliadores, porém também foram observados dois valores de ICC inferiores à 0,75, um para concordância intravaliador e outro para concordância entre avaliadores. Contudo, nos dias em que foram encontrados tais valores o número de pacientes foi menor ($n=4$), os quais podem ter correspondido aos pacientes que tiveram difícil visualização da estrutura muscular, como citado anteriormente.

Dentre as maiores vantagens do uso da ultrassonografia para avaliação de massa muscular, está a avaliação de alterações em curto prazo. Outros autores avaliaram a perda muscular em curto prazo como no presente trabalho, porém o acompanhamento em longo prazo (até à alta da unidade), como realizado no presente trabalho, não é comum. Borges e Soriano (60) encontraram redução da área transversal do reto femoral, no ponto de 3/5 da coxa, do dia 2 para o dia 6, bem como redução para dia da alta na UTI e hospitalar ($p < 0,05$). Parry *et al.* (9), ao avaliarem a perda de massa muscular, observaram redução da área transversal do reto femoral medida no ponto de 2/3 entre a crista ilíaca e a borda superior da patela de 1%, 11,8%, 16,8% e 29,9% da linha de base para os dias 3, 5, 7 e 10, respectivamente, sendo que a redução foi significativa apenas entre os dias 1 e 7 ($p = 0,002$) e para o dia 10 ($p < 0,001$). Nakanishi *et al.* (79) também descreveram redução da EQ e da ATRF de 7,4%, 11,1% e 18,8% e 8,7%, 13,7% e 20,7%, respectivamente entre os dias 3, 5 e 7 ($p < 0,01$), comparando a linha de base de pacientes críticos que permaneceram em ventilação mecânica por mais de cinco dias.

Em nosso estudo a redução, em curto prazo, pôde ser observada (Do dia 1 para dia 5 e 7 e do dia 3 para dia 7 na ATRF em 2/3, por exemplo), característica que não foi detectada para a maioria das outras medidas antropométricas realizadas (CP, CC e EMAP). Porém, em nenhuma das medidas de massa muscular por ultrassonografia conseguimos detectar alterações entre os dias 1 e 3, como descrito por outros autores (79). O maior volume de infusão de líquidos nos primeiros dias da doença crítica pode afetar tais resultados, já que a presença no edema pode determinar a subestimação da perda das medidas da área como demonstrado na tabela 9. A CB foi outra medida que apresentou reduções significativas entre os dias, apesar de não ter se correlacionado a perda de massa muscular avaliada pela ultrassonografia. Um possível fator que pode influenciar os resultados é a presença de edema, ocorrido nessa fase, que dificulta a visualização correta do músculo.

O balanço hídrico e a ACT obtida pela bioimpedância foram mensurados com o intuito de avaliar a influência do excesso de líquidos na avaliação da massa muscular. Contudo, apenas os dados de balanço hídrico foram usados para avaliar a influência nas medidas de massa muscular, uma vez que conseguimos obter a informação de ACT apenas em parte dos participantes. Outros autores ao avaliarem 25 pacientes críticos, também mostraram que houve melhor correlação entre o balanço hídrico e o peso corporal ($q = 0,74$, $p = 0,0001$) do que com a água corporal total obtida bioimpedância, usando-se peso real

($q=0,31$, $p=0,003$). Nesse estudo, todas as medidas foram realizadas no momento da admissão, no dia 1 e no dia 2 (56).

A influência do volume de líquidos infundidos sobre outras medidas antropométricas foi demonstrada por Henrique e Correia (80). Os autores reportaram que pacientes cirúrgicos que receberam maior volume de soro no perioperatório [3.000 (mín 1.700 e máx 4.000mL)] apresentaram maior alteração do peso após a operação e no dia seguinte, quando comparados àqueles que receberam menor volume de soro [1.600 (mín 1.000-máx 2.700mL)]. Houve aumento no volume de água extracelular (medido por bioimpedância) no grupo que recebeu maior volume de soro.

Na avaliação muscular ultrassonográfica, a influência do edema nas medidas é uma das questões que ainda não está bem esclarecida. Em nosso estudo, observou-se menor perda de área transversal do reto femoral em centímetros entre aqueles indivíduos que tiveram maior acúmulo hídrico apenas no dia 3. Campbell *et al.* (81) documentaram que o monitoramento da massa muscular por meio da ultrassonografia não é influenciado pela presença de edema, partindo do pressuposto que o volume hídrico não é retido nas fibras musculares e pela possibilidade de identificação da presença de edema na imagem obtida pela ultrassonografia. Por outro lado, outros autores compararam indivíduos saudáveis com pacientes críticos, demonstrando níveis significativamente maiores de edema subcutâneo e líquido intramuscular, avaliados por ultrassonografia ($p < 0,001$) em 88,5% e 69,2% dos pacientes críticos, respectivamente, 0% para ambas variáveis no grupo controle (saudáveis) (35). Em adição, Valls-Matarín *et al.* (82) atribuíram a menor perda de espessura do quadríceps avaliada por ultrassonografia quando comparada à perda da musculatura do bíceps, pelo aumento de líquidos nos primeiros cinco dias de internação na UTI.

Dentre os inúmeros fatores que exacerbaram a perda de massa muscular e fraqueza dentro da UTI, o tratamento cirúrgico é um dos principais, devido ao bloqueio neuromuscular, terapia com opióides e grande inflamação. O tipo de operação, os anestésicos utilizados e os agentes de bloqueio neuromuscular determinam a fraqueza e a magnitude da perda muscular (83). Ao reunir resultados de UTI médica vs. UTIs cirúrgicas, foi vista incidência de fraqueza muscular entre 25 e 31% vs. 56 e 74%, respectivamente, como consequência de dor, trauma muscular cirúrgico, inflamação pós-traumática e efeitos persistentes dos anestésicos (83). Nossos resultados mostraram que essa diferença de perda muscular entre pacientes cirúrgicos e não cirúrgicos foi vista apenas no 5º dia, o que pode ter sido influenciada pela redução do

tamanho amostral no dia 7 e a ausência de perda muscular significativa na população total como demonstrado na tabela 4.

A classificação do estado nutricional é fundamental dentro da unidade de terapia intensiva, e é outro fator que influencia a massa muscular, já que enfermos desnutridos têm menos massa muscular. No nosso estudo, os pacientes desnutridos segundo AGS apresentaram menor massa muscular que pacientes bem nutridos na maioria das medidas, na avaliação inicial. No entanto, no acompanhamento do estado nutricional, ao longo dos dias, não observamos diferença estatística nas perdas de medidas de massa muscular entre nutridos e desnutridos. Isso sugere limitação para detectar alterações em curto período, considerando esta variável. Outros autores avaliaram a massa muscular por tomografia em pacientes nutridos e desnutridos, e também não observaram nenhuma diferença no 7º, 10º e 14º dia de internação na UTI (84). Independente do estado nutricional inicial, o paciente perde massa muscular dentro de unidades de terapia intensiva.

O ângulo de fase padronizado é outra variável relacionada ao estado nutricional. Daqueles enfermos classificados como tendo risco nutricional pelo AFP, somente os valores do músculo adutor do polegar da mão dominante foi associado. O AFP foi definido para pacientes com câncer (75) e nenhum autor o utilizou para avaliar doentes críticos. Da mesma forma, existem poucos estudos que contemplaram o ângulo de fase neste público comparando-o com outras medidas de avaliação nutricional. Gonzalez-Granda *et al.* (85) ao avaliarem o ângulo de fase a cada três dias na UTI (n=40) observaram correlação com tempo de internação ($r=-0,36$, $p<0,05$), com NUTRIC score ($r=-0,39$, $p<0,05$) e SOFA score ($r=-0,48$, $p<0,01$). Kuchnia *et al.* (57) reportaram área da curva de 0,67 para o ângulo de fase usado como fator preditivo de baixa área muscular avaliada por tomografia. Ao adicionarem as co-variáveis idade, sexo, IMC, índice de comorbidade de Charlson e tipo de admissão, essa área foi de 0,78. Esse dado foi capaz de prever a alta da UTI, mas não a alta hospitalar.

No nosso trabalho, pudemos evidenciar dois aspectos que chamam a atenção sobre o valor do ângulo de fase padronizado na população crítica: alta prevalência de enfermos classificados como risco; dificuldade do uso deste método em pacientes críticos, uma vez que em quase metade dos enfermos não foi possível a obtenção da medida inicial. Ao longo dos dias de acompanhamento, esse achado foi ainda pior, o que mostra ser inadequada medida de monitoramento.

6.2. Terapia nutricional

A adequação calórica e proteica de nossos pacientes atingiu mais que 60% somente por volta do 7º dia. Em estudo multicêntrico, foi observado cumprimento de meta nutricional > 90% em 60,1% dos pacientes no quinto dia de internação, sendo que 46,1% dos enfermos não alcançaram a meta proteica > 90% (77). Assim, esta é mais uma variável que pode influenciar a perda de massa muscular. Puthucheary *et al.* (44) evidenciaram que o estado catabólico não foi revertido com a administração da dieta enteral, e contrário ao esperado, a maior taxa de administração de proteínas na primeira semana foi associada ao maior desgaste muscular no quadríceps. Em contraste, Ferrie *et al.* (66) observaram menor espessura muscular do antebraço e da área transversal do reto femoral medidos por ultrassonografia no dia 7 entre o grupo que recebeu menor quantidade de proteínas quando comparado ao que recebeu 1,1g de proteínas/kg/dia. Em outro estudo randomizado, 60 pacientes críticos receberam tratamento padrão (0,75g de proteínas/kg/dia e 18 kcal/kg/dia) ou tratamento intervenção (1,2 g proteínas/kg/dia e 23 kcal/kg/dia) e, foi evidenciada atenuação da perda da espessura muscular do quadríceps em média de 0,22 cm no grupo que recebeu a intervenção, quando controlados fatores como idade, APACHE, IMC e categoria de admissão (cirúrgico x cirúrgico eletivo) (IC95%, 0,06-0,38; p= 0,01) (86).

No presente estudo, não observamos diferenças em oferta calórica e proteica entre aqueles enfermos que perderam mais ou menos massa muscular, o que pode ter sido afetado pelo número da amostra, já que não foi calculada para este fim. O cálculo amostral adequado para que diferença de 6 kcal/kg/dia fosse observada entre os grupos (DP±7,76 kcal/kg/dia) seria de 24 pacientes por grupo, número que não conseguimos alcançar até o sétimo dia. É válido considerar que em ambos os grupos (perda de massa muscular <10% e >10%) a meta calórica e proteica não foi alcançada, fator que impacta diretamente no estado nutricional e, logo, na massa muscular, podendo interferir nos resultados.

6.3. Desfechos

A perda de massa muscular tem sido associada a desfechos como maior tempo de ventilação mecânica, mortalidade, tempo de internação hospitalar e na UTI, além de piores desfechos em longo prazo, após alta da unidade (4,22,66,87,88). Os nossos resultados foram conflitantes em relação ao tempo de ventilação mecânica e o tempo de permanência na UTI, o

que pode ter sido afetado por particularidades como a maior infusão de líquidos em pacientes mais graves, os quais espera-se que permaneçam mais tempo na VM e dentro da unidade de internação. Apesar disso, Ferrie *et al.* (66) encontraram correlação significativa entre a espessura muscular avaliada por ultrassonografia e o tempo de internação ($r=-0,236$, $p=0,024$ para área muscular da coxa e, $r=-0,221$, $p=0,025$ para a média de três medidas, braço antebraço e coxa, medidos no dia 3) e a musculatura do bíceps $<2,7$ cm no dia 7 foi capaz de prever mortalidade hospitalar, o que nós não observamos.

Autores que avaliaram a massa muscular por tomografia também reportaram resultados conflitantes (87,88). Dusseaux *et al.* (88) não encontraram correlação entre a massa muscular inicial e alteração da massa muscular ao longo dos dias, em 25 pacientes críticos, versus a duração da ventilação mecânica ($r=0,208$, $p=0,366$) e o tempo de internação na UTI ($r=0,359$, $p=0,110$). Esses autores também não observaram diferenças de massa muscular esquelética entre aqueles que sobreviveram e os que não sobreviveram $[-4,20$ (5,87) vs. $-0,80$ (7,47), $p=0,289$]. No entanto, Looijaard *et al.* (87) apontaram que os não sobreviventes da UTI possuíam área muscular esquelética menor ($120,3 \pm 33,0$ vs. $143,5 \pm 38,9$ cm²; $p < 0,001$) do que os sobreviventes, assim como a densidade do músculo (avaliada por escala radiológica que de intensidade dos tecidos por TC) ($25,1 \pm 9,4$ vs. $31,4 \pm 11,7$ HU; $p < 0,001$). Apesar de terem sido observadas proporções de sobreviventes e óbitos iguais entre àqueles que perderam mais ou menos massa muscular, houve maior percentual de óbitos entre aqueles que perderam mais de 2% da ATRF 2/3 entre o dia 1 e 3, período que o número de pacientes foi maior.

No presente trabalho, ainda que as mudanças da composição corporal não tenham sido associadas com os desfechos após um mês e três meses, encontramos taxas elevadas de óbito, chegando a 57,1% após três meses. Além disso, após um mês, 42,4% dos doentes ainda estavam internados. Jaitovich *et al.* (89) ao observarem o desfecho de 401 pacientes críticos, mostraram que 14,5% morreram no hospital e 85,5% tiveram alta vivos. Entre os sobreviventes, 66,5% recuperaram a independência e 33,5% não se tornaram independentes após a alta. Após seis meses da alta, 66,3% dos pacientes estavam vivos, 31,7% haviam morrido e os demais pacientes tiveram o seguimento perdidos. Os autores indicaram que a maior massa muscular, avaliada por tomografia, foi significativamente associada à probabilidade de sobrevida em seis meses (OR: aumento de 1,03 por cm² de massa muscular esquelética; IC de 95%, 1,01-1,04; $p < 0,001$) e de dias livres da UTI até o dia 28 (diminuição de 0,019 dias por cm² massa muscular esquelético; $p=0,021$, $r^2=0,013$). Assim, nossos

resultados podem ter sido afetados entre os desfechos pelo número amostral reduzido em cada grupo.

6.4. Limitações

Este estudo possui algumas limitações, dentre essas: nosso número amostral foi calculado com o objetivo de comparar a massa muscular durante o período de internação, comparando-se as medidas entre dias. Assim, para a avaliação entre grupos de enfermos seria necessária amostra maior, o que pode ter limitado alguns de nossos resultados. A perda de seguimento de vários pacientes é inerente à pesquisa clínica, em especial, envolvendo doentes graves, o que também interfere em variáveis resposta. A não exclusão de pacientes que apresentaram difícil visualização da estrutura muscular é outra limitação assim como, a mensuração da circunferência da panturrilha e do braço realizada com ambos, com apoio no leito devido à limitação de sustentação dos membros elevados por parte da maioria dos pacientes, impossibilitando a utilização de ponto de corte para comparações.

7. CONCLUSÃO

A avaliação de massa muscular por meio da ultrassonografia tem bons valores de concordância entre avaliadores e intravaliadores, para maioria das medidas, desde que haja treinamento adequado. É possível detectar mudanças em curto período de tempo, especialmente para as medidas feitas no ponto de 2/3 entre a crista ilíaca e a borda superior da patela. Contudo, isso não se aplicou a todos os pacientes, uma vez que a visualização da fáscia muscular foi dificultada em alguns deles, o que compromete a confiabilidade das medidas, como demonstrado por alguns valores de concordância baixos. As demais medidas antropométricas não foram capazes de detectar alterações em curto prazo, de forma tão evidente como a mensuração realizada por ultrassonografia. A exceção foi a medida da circunferência do braço, medida que não se correlacionou com as medidas da massa muscular realizadas pela ultrassonografia.

Os pacientes desnutridos, de acordo pela AGS, apresentaram menos massa muscular inicial. Contudo, não se observou diferença entre perda de massa muscular de enfermos desnutridos e bem nutridos. Também não houve diferenças entre todas as medidas antropométricas e a classificação de risco, de acordo com ângulo de fase padronizado.

A hidratação dos pacientes, avaliada pelo balanço hídrico, entre os dias 1 e 3, impactou na mensuração da massa muscular já que foi associada à menor perda da área transversal do reto femoral. Ao comparar a perda de massa muscular com a terapia nutricional ofertada e os desfechos clínicos não foram observadas diferenças entre os grupos. Pacientes cirúrgicos tiveram maiores perdas musculares avaliadas pela ultrassonografia, para maioria das medidas, entre os dias 1 e 5.

8. REFERÊNCIAS

1. De Jonghe B, Sharshar T, Lefaucheur JP, Authier FJ, Durand-Zaleski I, Boussarsar M, et al. Paresis Acquired in the Intensive Care Unit. *Jama*. 2015;288(22):2859–67.
2. Poulsen JB, Møller K, Jensen C V., Weisdorf S, Kehlet H, Perner A. Effect of transcutaneous electrical muscle stimulation on muscle volume in patients with septic shock. *Crit Care Med*. 2011;39(3):456–61.
3. Paris M, Mourtzakis M. Assessment of skeletal muscle mass in critically ill patients: Considerations for the utility of computed tomography imaging and ultrasonography. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2016;19(2):125–30.
4. Moisey LL, Mourtzakis M, Cotton BA, Premji T, Heyland DK, Wade CE, et al. Skeletal muscle predicts ventilator-free days, ICU-free days, and mortality in elderly ICU patients. *Critical Care*. 2013; 17 (5): R206.
5. Mcnelly AS, Rawal J, Shrikrishna D, Hopkinson NS, Moxham J, Harridge SD, et al. An Exploratory Study of Long-Term Outcome Measures in Critical Illness Survivors : Construct Validity of Physical Activity , Frailty , and Health-Related Quality of Life Measures. *Crit Care Med*. 2016;44(6): e362-9.
6. Ferrie S, Tsang E. Monitoring Nutrition in Critical Illness: What Can We Use? *Nutr Clin Pract*. 2018;33(1):133–46.
7. Paris M, Mourtzakis M, Day A, Leung R, Watharkar S, Kozar R, et al. Validation of Bedside Ultrasound of Muscle Layer Thickness of the Quadriceps in the Critically Ill Patient (VALIDUM Study). *J Parenter Enter Nutr*. 2017;41(2):171–80.
8. Reid CL, Campbell IT, Little RA. Muscle wasting and energy balance in critical illness. *Clin Nutr*. 2004;23(2):273–80.
9. Parry SM, El-Ansary D, Cartwright MS, Sarwal A, Berney S, Koopman R, 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. *J Crit Care*. 2015;30(5):1151.e9-1151.e14.
10. Gruther W, Benesch T, Zorn C, Paternostro-Sluga T, Quittan M, Fialka-Moser V, et al. Muscle wasting in intensive care patients: Ultrasound observation of the M. quadriceps femoris muscle layer. *J Rehabil Med*. 2008;40(3):185–9.
11. Correia MITD. Metabolic Response to Stress. In: CRESCI G. Nutrition Support for the critically. 2^a edition. Switzerland: CRC Press; 2015. p. 3–13.
12. Singer P, Blaser AR, Berger MM, Alhazzani W, Calder PC, Casaer MP, et al. ESPEN

- guideline on clinical nutrition in the intensive care unit. *Clin Nutr.* 2018;(October):1–32.
13. Moore K, Dalley A, Agur A. *Anatomia orientada para a clínica.* 7th ed. Guanabara Koogan. 2014. 1136 p.
 14. Puthuchery ZA, Rawal J, McPhail M, Connolly B, Ratnayake G, Chan P, et al. Acute skeletal muscle wasting in critical illness. *JAMA - J Am Med Assoc.* 2013;310(15):1591–600.
 15. Wischmeyer PE, Puthuchery Z, Millán IS, Butz D, Grocott MPW. Muscle mass and physical recovery in ICU: Innovations for targeting of nutrition and exercise. *Curr Opin Crit Care.* 2017;23(4):269–78.
 16. Mourtzakis M, Parry S, Connolly B, Puthuchery Z. Skeletal muscle ultrasound in critical care: A tool in need of translation. *Ann Am Thorac Soc.* 2017;14(10):1495–503.
 17. Puthuchery ZA, Astin R, McPhail MJW, Saeed S, Pasha Y, Bear DE, et al. Metabolic phenotype of skeletal muscle in early critical illness. *Crit care.* 2018;73(10):926–35.
 18. Goossens C, Marques MB, Derde S, Vander Perre S, Dufour T, Thiessen SE, et al. Premorbid obesity, but not nutrition, prevents critical illness-induced muscle wasting and weakness. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2017;8(1):89–101.
 19. Lee Z, Heyland DK. Determination of Nutrition Risk and Status in Critically Ill Patients: What Are Our Considerations? Pathophysiology of Malnutrition in Critically. *Nutr Clin Pract.* 2018;34(1):96-111.
 20. Tardif N, Grip J, Rooyackers O. Muscle metabolism. *Curr Opin Crit Care.* 2017; 23(4):264–8.
 21. Mukhopadhyay A, Tai BC, Remani D, Henry J, Kowitlawakul Y, Puthuchery ZA. Nutritional risk assessment at admission can predict subsequent muscle loss in critically ill patients. *Eur J Clin Nutr.* 2018; 72(8):1187-90.
 22. Segaran E, Wandrag L, Stotz M, Terblanche M, Hickson M. Does body mass index impact on muscle wasting and recovery following critical illness? A pilot feasibility observational study. *J Hum Nutr Diet.* 2017;30(2):227–35.
 23. Puthuchery ZA, Hart N. Skeletal muscle mass and mortality - but what about functional outcome? *Crit Care.* 2014;18(1):12–4.
 24. Waitzberg DL, Caiaffa WT, Correia MITD. Hospital malnutrition: The Brazilian national survey (IBRANUTRI): A study of 4000 patients. *Nutrition.* 2001;17(7–

- 8):573–80.
25. Correia MIT., Campos ACL. Prevalence of hospital malnutrition in Latin America: *Nutrition*. 2003;19(10):823–5.
 26. Fontes D, Generoso S de V, Correia MITD. Subjective global assessment: A reliable nutritional assessment tool to predict outcomes in critically ill patients. *Clin Nutr*. 2014;33(2):291–5.
 27. Detsky AS, McLaughlin JR, Baker JP, Johnston N, Whittaker S, Mendelson RA, et al. What is subjective global assessment of nutritional status? 1987. Classical article. *Nutr Hosp Organo Of La Soc Española Nutr Parenter Y Enter*. 1987;11(1):8–13.
 28. Andreoli A, Garaci F, Cafarelli FP, Guglielmi G. Body composition in clinical practice. *Eur J Radiol*. 2016;85(8):1461–8.
 29. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2010;39(4):412–23.
 30. Paris M, Benoit. L, Dubin JA, Marina M. Development of a bedside viable ultrasound protocol to quantify appendicular lean tissue mass. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2017;8(5):713–26.
 31. Ceniccola GD, Castro MG, Piovacari SMF, Horie LM, Corrêa FG, Barrere APN, et al. Current technologies in body composition assessment: advantages and disadvantages. *Nutrition*. 2018;62:25-31.
 32. Allan PL, Weston MJ. *Clinical Ultrasound*. 3rd ed. Elsevier. 2010. 1624 p.
 33. Trappe TA, Lindquist DM, Carrithers JA. Muscle-specific atrophy of the quadriceps femoris with aging. *J Appl Physiol*. 2001;90:2070–4.
 34. Parry SM, Berney S, Granger CL, Dunlop DL, Murphy L, El-Ansary D, et al. A new two-tier strength assessment approach to the diagnosis of weakness in intensive care: An observational study. *Crit Care*. 2015;19(1):1–10.
 35. Hernández-Socorro CR, Saavedra P, López-Fernández JC, Ruiz-Santana S. Assessment of muscle wasting in long-stay ICU patients using a new ultrasound protocol. *Nutrients*. 2018;10(12):1–11.
 36. Martín CAG, Zepeda EM, Méndez OAL. Bedside Ultrasound Measurement of Rectus Femoris: A Tutorial for the Nutrition Support Clinician. *J Nutr Metab*. 2017:1–5.
 37. Tillquist M, Kutsogiannis DJ, Wischmeyer PE, Kummerlen C, Leung R, Stollery D. Bedside Ultrasound Is a Practical and Reliable Measurement Tool for Assessing

- Quadriceps Muscle Layer Thickness. *JPEN J Parenter Nutr.* 2015;38(7):886–90.
38. Puthuchery ZA, McNelly AS, Rawal J, Connolly B, Sidhu PS, Rowleson A, et al. Rectus femoris cross-sectional area and muscle layer thickness: Comparative markers of muscle wasting and weakness. *Am J Respir Crit Care Med.* 2017;195(1):136–8.
 39. Toledo DO, De Lima e Silva DC, Dos Santos DM, De Freitas BJ, Dib R, Cordioli RL, et al. Bedside ultrasound is a practical measurement tool for assessing muscle mass. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2017;29(4):476–80.
 40. Segers J, Hermans G, Charususin N, Fizez T, Vanhorebeek I, Van den Berghe G, et al. Assessment of quadriceps muscle mass with ultrasound in critically ill patients: intra- and inter-observer agreement and sensitivity. *Intensive Care Med.* 2015;41(3):562–3.
 41. Sabatino A, Regolisti G, Bozzoli L, Fani F, Antoniotti R, Maggiore U, et al. Reliability of bedside ultrasound for measurement of quadriceps muscle thickness in critically ill patients with acute kidney injury. *Clin Nutr.* 2017;36(6):1710–5.
 42. Cartwright MS, Kwayisi G, Griffin LP, Sarwal A, Walker FO, Harris JM, et al. Quantitative neuromuscular ultrasound in the intensive care unit. *Muscle and Nerve.* 2013;47(2):255–9.
 43. Sarwal A, Parry SM, Berry MJ, Hsu FC, Lewis MT, Justus NW, et al. Interobserver reliability of quantitative muscle sonographic analysis in the critically ill population. *J Ultrasound Med.* 2015;34(7):1191–200.
 44. Puthuchery ZA, Phadke R, Rawal J, McPhail MJW, Sidhu PS, Rowleson A, et al. Qualitative ultrasound in acute critical illness muscle wasting. *Crit Care Med.* 2015;43(8):1603–11.
 45. Hill JC, Millán IS. Validation of musculoskeletal ultrasound to assess and quantify muscle glycogen content. A novel approach. *Phys Sportsmed.* 2014;42(3):45–52.
 46. Greene J, Louis J, Korostynska O, Mason A. State-of-the-art methods for skeletal muscle glycogen analysis in athletes-the need for novel non-invasive techniques. *Biosensors.* 2017;7(1):1–16.
 47. Finnoff JT, Ray J, Corrado G, Kerkhof D, Hill J. *Sports Ultrasound: Applications Beyond the Musculoskeletal System.* *Sports Health.* 2016;8(5):412–7.
 48. Shu-Fen CL, Ong V, Kowitlawakul Y, Ling TA, Mukhopadhyay A, Henry J. The adductor pollicis muscle: A poor predictor of clinical outcome in ICU patients. *Asia Pac J Clin Nutr.* 2015;24(4):605–9.
 49. Ghorabi S, Ardehali H, Amiri Z, Vahdat Shariatpanahi Z. Association of the Adductor

- Pollicis Muscle Thickness with Clinical Outcomes in Intensive Care Unit Patients. *Nutr Clin Pract*. 2016;31(4):523–6.
50. Pereira TG, da Silva Fink J, Silva FM. Thickness of the adductor pollicis muscle: Accuracy in predicting malnutrition and length of intensive care unit stay in critically ill surgical patients: Thickness of the adductor pollicis muscle in surgical critically ill patients. *Clin Nutr ESPEN*. 2018;24:165–9.
 51. Simpson F, Doig GS. Bedside nutrition evaluation and physical assessment techniques in critical illness. *Curr Opin Crit Care*. 2016;22(4):303–7.
 52. Simpson F, Doig GS. Physical assessment and anthropometric measures for use in clinical research conducted in critically ill patient populations: An analytic observational study. *J Parenter Enter Nutr*. 2013;39(3):313–21.
 53. Barbosa-silva TG, Bielemann RM, Gonzalez MC, Menezes AMB. Prevalence of sarcopenia among community-dwelling elderly of a medium-sized South American city: results of the COMO VAI ? study. 2016;7 (2):136–43.
 54. Kawahara K, Suzuki T, Yasaka T, Nagata H, Okamoto Y, Kita K, et al. Evaluation of the site specificity of acute disuse muscle atrophy developed during a relatively short period in critically ill patients according to the activities of daily living level: A prospective observational study. *Aust Crit Care*. 2016;30(1):29–36.
 55. Basso F, Berdin G, Virzì GM, Mason G, Piccinni P, Day S, et al. Fluid management in the intensive care unit: Bioelectrical impedance vector analysis as a tool to assess hydration status and optimal fluid balance in critically ill patients. *Blood Purif*. 2014;36(3–4):192–9.
 56. Dewitte A, Carles P, Joannès-Boyau O, Fleureau C, Roze H, Combe C, et al. Bioelectrical impedance spectroscopy to estimate fluid balance in critically ill patients. *J Clin Monit Comput*. 2016;30(2):227–33.
 57. Kuchnia A, Earthman C, Teigen L, Cole A, Mourtzakis M, Paris M, et al. Evaluation of Bioelectrical Impedance Analysis in Critically Ill Patients : Results of a Multicenter Prospective Study. *J Parenter Enter Nutr*. 2017;41(7):1131–8.
 58. Russell MK. Functional assessment of nutrition status. *Nutr Clin Pract*. 2015;30(2):211–8.
 59. Bohannon RW. Muscle strength: clinical and prognostic value of hand-grip dynamometry. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2015; 18 (5):465-70.
 60. Borges RC, Soriano FG. Association between muscle wasting and muscle strength in

- patients who developed severe sepsis and septic shock. *Shock*. 2018;51 (3):312-20.
61. Diaz Ballve LP, Da rgains N, Inchaustegui JGU, Bratos A, Milagros Percaz M de los, Ardariz CB, et al. Weakness acquired in the intensive care unit. Incidence, risk factors and their association with inspiratory weakness. Observational cohort study. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2017;29(4):466–75.
 62. Preiser JC, van Zanten ARH, Berger MM, Biolo G, Casaer MP, Doig GS, et al. Metabolic and nutritional support of critically ill patients: Consensus and controversies. *Crit Care*. 2015;19(1):1–11.
 63. Mc Clave SA, Taylor BE, Martindale RG, Warren MM, Johnson DR, Braunschweig C. Guidelines for the provision and assessment of nutrition support therapy in the adult critically ill patient: Society of Critical Care Medicine (SCCM) and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (A.S.P.E.N.). *J Parenter Enter Nutr*. 2016;40(2):159–211.
 64. Dardevet D, Rémond D, Peyron MA, Papet I, Savary-Auzeloux I, Mosoni L. Muscle Wasting and Resistance of Muscle Anabolism: The “Anabolic Threshold Concept” for Adapted Nutritional Strategies during Sarcopenia. *Sci World J*. 2012;1–6.
 65. Zhu R, Allingstrup MJ, Perner A, Doig GS. The Effect of IV Amino Acid Supplementation on Mortality in ICU Patients May Be Dependent on Kidney Function. *Crit Care Med*. 2018;46(8):1293–301.
 66. Ferrie S, Allman-Farinelli M, Daley M, Smith K. Protein Requirements in the Critically Ill: A Randomized Controlled Trial Using Parenteral Nutrition. *J Parenter Enter Nutr*. 2016;40(6):795–805.
 67. Alvarenga M, Frisancho A, Varginha H, Gurgacz FA, Franca CRN, Paula A, et al. Projeto Diretrizes: Terapia Nutricional no Paciente com Obesidade Extrema. 2011;15(2):1–13.
 68. Gonzalez MC, Duarte RRP, Budziareck MB. Adductor pollicis muscle : Reference values of its thickness in a healthy population q. *Clin Nutr*. 2010;29(2):268–71.
 69. Chumlea WC, Roche AF SM. Estimating stature from knee height for persons 60 to 90 years of age. *J Am Geriatr Soc*. 1985;33(2):116–20.
 70. WHO. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. In: WHO Technical Report Series 854. 1995.
 71. Lohman TG; Roche AF; Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. Champaign: Human Kinetics. 1988;

72. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gómez JM, et al. Bioelectrical impedance analysis - Part II: Utilization in clinical practice. *Clin Nutr.* 2004;23(6):1430–53.
73. Barbosa-Silva MCG, Barros AJ, Larsson E. Phase angle reference values for Brazilian population. *Int J Body Compos Res.* 2008;6(2):67–8.
74. Cristina BSM, Aluísio B, Jack W, Steven H, N. PR. Bioelectrical impedance analysis: Population reference values for phase angle by age and sex. *Am J Clin Nutr.* 2005;82(1):49–52.
75. Paiva SI, Borges LR, Halpern-Silveira D, Assunção MCF, Barros AJD, Gonzalez MC. Standardized phase angle from bioelectrical impedance analysis as prognostic factor for survival in patients with cancer. *Support Care Cancer.* 2011;19(2):187–92.
76. Miot HA. Análise de concordância em estudos clínicos e experimentais. *J Vasc Bras.* 2016;15(2):89–92.
77. Vallejo KP, Martínez CM, Matos Adames AA, Fuchs-Tarlovsky V, Nogales GCC, Paz RER, et al. Current clinical nutrition practices in critically ill patients in Latin America: A multinational observational study. *Crit Care.* 2017;21(1):1–11.
78. Rodrigues CN, Henrique JR, Vilela DN, Rocha APC, Toledo DO, Ferreira ÁRS, et al. Ultrasonography to assess body composition: The relevancy of training. *Nutrition.* 2019; Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0899900719300772>
79. Nakanishi N, Oto J, Tsutsumi R, Iuchi M, Onodera M, Nishimura M. Upper and lower limb muscle atrophy in critically ill patients: an observational ultrasonography study. *Intensive Care Med.* 2018;44(2):263–4.
80. Henriques JR, Isabel M, Davisson T. Are postoperative intravenous fluids in patients undergoing elective laparoscopic cholecystectomy a necessity? A randomized clinical trial. *Surgery.* 2017; 163 (4):721-25.
81. Campbell I, Watt T, England R, Sukumar S, Keegan M, Faragher B, et al. *Am J Clin Nutr.* 1995;62(February):533–9.
82. Valls-Matarín J, del Cotillo-Fuente M, Grané-Mascarell N, Quintana S. Variación de la masa muscular y el peso en el paciente crítico. *Enferm Intensiva.* 2015;26(3):86–91.
83. Farhan H, Moreno-Duarte I, Latronico N, Zafonte R, Eikermann M. Acquired Muscle Weakness in the Surgical Intensive Care Unit. *Anesthesiology.* 2016;124(1):207–34.
84. Sheean PM, Peterson SJ, Perez GS, Troy KL. The prevalence of sarcopenia in patients with respiratory failure classified as normally nourished using subjective global

- assessment and computed tomography. *J Parenter Enter Nutr.* 2014;38(7):873–9.
85. Gonzalez-granda A, Schollenberger A, Haap M, Riessen R, Bischoff SC. Optimization of Nutrition Therapy with the Use of Calorimetry to Determine and Control Energy Needs in Mechanically Ventilated Critically Ill Patients: The ONCA Study, a Randomized, Prospective Pilot Study. 2018; 43(4): 481-89.
 86. Fetterplace K, Deane AM, Tierney A, Beach LJ, Knight LD, Presneill J, et al. Targeted Full Energy and Protein Delivery in Critically Ill Patients: A Pilot Randomized Controlled Trial (FEED Trial). *J Parenter Enter Nutr.* 2018;42(8):1252-62.
 87. Looijaard WGPM, Dekker IM, Stapel SN, Girbes ARJ, Twisk JWR, Oudemans-van Straaten HM, et al. Skeletal muscle quality as assessed by CT-derived skeletal muscle density is associated with 6-month mortality in mechanically ventilated critically ill patients. *Crit Care.* 2016;20(1):1–10.
 88. Dusseaux MM, Antoun S, Grigioni S, Béduneau G, Carpentier D, Girault C, et al. Skeletal muscle mass and adipose tissue alteration in critically ill patients. *PLoS One.* 2019;14(6):1–10.
 89. Jaitovich A, Khan MMHS, Itty R, Do HC, Dumas C, Nadendla P, et al. ICU Admission Muscle and Fat Mass , Survival , and Disability at Discharge. *CHEST J.* 2018;155(2):322–30.

9. APÊNDICES

I. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) (Produzido para o próprio paciente quando acordado e consciente)

Você _____ está sendo convidada/o a participar do estudo intitulado “O uso da ultrassonografia na avaliação e seguimento nutricional de pacientes críticos”, orientado pela Profa. Dra. Maria Isabel Toulson Davisson Correia, com pacientes internados na CTI deste hospital.

A sua participação consiste em questionamento para obtenção de informações relacionadas seu peso, altura e sobre a quantidade comida ou de nutrição que receberá enquanto estiver internado, na realização de medidas como peso, altura, circunferências do braço, da perna e da coxa, aferição do músculo da mão com um instrumento chamado adipômetro, aperto da força de mão com instrumento chamado dinamômetro e realização do exame chamado bioimpedância que identifica a composição corporal, todos estes procedimentos já são feitos na rotina do setor e são feitos à beira do leito rapidamente, além disso será realizado uma nova medida que identifica o tamanho muscular por meio de ultrassonografia a cada dois dias. Será ainda obtido dados e informações existentes em seu prontuário de internação. Após 6 meses da alta da CTI entraremos em contato para ser respondido novo questionário sobre a qualidade de vida e realização dessas medidas novamente.

Ao participar do estudo você contribuirá para que novos métodos de avaliação do estado nutricional sejam devidamente utilizados e terá benefícios como a obtenção de informações sobre seu diagnóstico nutricional. Os únicos riscos são que a entrevista e/ou avaliação nutricional podem incomodar, mas a abordagem adequada será utilizada para minimizar para evitar desconforto e/ou constrangimento. A sua privacidade será respeitada, ou seja, sua identificação será mantida em sigilo. Você também pode se recusar a participar do estudo, ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar, e se desejar sair da pesquisa não sofrerá qualquer prejuízo.

Os dados obtidos estarão disponíveis para a equipe envolvida na pesquisa e poderão ser publicados com a finalidade de divulgação das informações científicas sem que haja identificação das pessoas que participam do estudo. O registro das informações acima mencionada estarão em posse dos pesquisadores e serão armazenados por 5 anos.

Você pode solicitar mais informações sobre o estudo a qualquer momento, contatando os principais investigadores Profa. Dra. Maria Isabel Toulson Davisson Correia e Camila Neves Rodrigues (discente de mestrado), por meio do e-mail: kmilanero@gmail.com ou telefone (31) 988604038. E caso tenha dúvida e/ou sinta prejudicado, você pode contatar o Comitê de Ética em pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Minas Gerais, telefone: (31) 34094592, correio eletrônico: coep@prpq.ufmg.br.

É assegurada a sua assistência durante toda pesquisa bem como é garantido o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e consequências, enfim, tudo o que você queira saber antes, durante e depois da sua participação.

Tendo sido orientado quanto ao teor de tudo aqui mencionado e compreendido a natureza e o objetivo do referido estudo, concordo que em participar deste estudo, estando totalmente ciente de que não há nenhum valor econômico, a receber ou a pagar, por minha participação. As pesquisadoras do estudo me ofertaram uma via assinada deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme recomendações da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP).

Pesquisador

Voluntário (Paciente)

Belo Horizonte, __/_____/_____

II. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) (Produzido pelos familiares quando o paciente está desacordado)

Seu familiar e/ou responsável _____ está sendo convidada/o a participar do estudo intitulado “O uso da ultrassonografia na avaliação e seguimento nutricional de pacientes críticos”, orientado pela Profa. Dra. Maria Isabel Toulson Davisson Correia, com pacientes internados na UTI deste hospital.

A participação dele consiste em questionamento para obtenção de informações relacionadas seu peso, altura e sobre a quantidade comida ou de nutrição que receberá enquanto estiver internado, na realização de medidas como peso, altura, circunferências do braço, da perna e da coxa, aferição do músculo da mão com um instrumento chamado adipômetro, aperto da força de mão com instrumento chamado dinamômetro e realização do exame chamado bioimpedância que identifica a composição corporal, todos estes procedimentos já são feitos na rotina do setor e são feitos à beira do leito rapidamente, além disso será realizado uma nova medida que identifica o tamanho muscular por meio de ultrassonografia a cada dois dias. Será ainda obtido dados e informações existentes em seu prontuário de internação. Após 6 meses da alta da CTI entraremos em contato para ser respondido novo questionário sobre a qualidade de vida e realização dessas medidas novamente.

Ao participar do estudo estarão contribuindo para que novos métodos de avaliação do estado nutricional sejam devidamente utilizados e terá benefícios como a obtenção de informações sobre o diagnóstico nutricional de seu familiar e/ou responsável. Os únicos riscos são que a entrevista e/ou avaliação nutricional podem incomodar, mas a abordagem adequada será utilizada para minimizar para evitar desconforto e/ou constrangimento. A privacidade do seu familiar e/ou responsável será respeitada, ou seja, sua identificação será mantida em sigilo. Vocês também podem se recusar a participar do estudo, ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar, e se desejar sair da pesquisa não sofrerá qualquer prejuízo.

Os dados obtidos estarão disponíveis para a equipe envolvida na pesquisa e poderão ser publicados com a finalidade de divulgação das informações científicas sem que haja identificação das pessoas que participam do estudo. O registro das informações acima mencionada estarão em posse dos pesquisadores e serão armazenados por 5 anos.

Você e/ou familiar podem solicitar mais informações sobre o estudo a qualquer momento, contatando os principais investigadores Profa. Dra. Maria Isabel Toulson Davisson Correia e Camila Neves Rodrigues (discente de mestrado), por meio do e-mail: kmilanero@gmail.com ou telefone (31) 988604038. E caso tenha dúvida e/ou sintam prejudicados, vocês podem contatar o Comitê de Ética em pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Minas Gerais, telefone: (31) 34094592, correio eletrônico: coep@prpq.ufmg.br.

É assegurada a meu familiar e/ou responsável assistência durante toda pesquisa bem como nos é garantido o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e consequências, enfim, tudo o que eu queira saber antes, durante e depois da minha participação.

Tendo sido orientado quanto ao teor de tudo aqui mencionado e compreendido a natureza e o objetivo do referido estudo, concordo que eu e meu familiar no qual me responsabilizo participemos deste estudo, estando totalmente ciente de que não há nenhum valor econômico, a receber ou a pagar, por minha participação. As pesquisadoras do estudo me ofertaram uma via assinada deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme recomendações da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP).

Pesquisador

Responsável pelo paciente

Belo Horizonte, ___/_____/_____

III. FORMULÁRIO DE COLETA DE DADOS

Nº sequencial:		Projeto O USO DA ULTRASSONOGRRAFIA NA AVALIAÇÃO E SEGUIMENTO NUTRICIONAL DE PACIENTES CRÍTICOS	
Nome:			
Registro: _____		Telefone: _____	
Data de nascimento __/__/____		Idade: _____	
Sexo () Feminino () Masculino			
Procedência: P.S. () Enfermaria () Outra instituição ()			
Diagnóstico clínico principal:			

() Clínico () Cirúrgico Eletiva () Cirúrgico Emergência () Neurológico () Neurocirúrgico Eletiva () Neurocirúrgico Emergência () Trauma			
Nome do primeiro procedimento cirúrgico feito:			

Comorbidades prévias: () HAS () DM () Dislipidemia () ICC () AVE () IRC () DPOC () Outros _____			
Evolução/ Desfechos:			
Data de internação: __/__/____		Data de alta da UTI: __/__/____	
Data de alta hospitalar: __/__/____		Óbito () Sim () Não Data __/__/____	
Tempo de internação na UTI _____		Tempo de ventilação mecânica _____	
Uso de sedação: () Sim () Não Tempo: _____			
Uso de drogas vasoativas: () Sim () Não Tempo: _____			
Em terapia dialítica: () Sim () Não			
AValiação GLOBAL SUBJETIVA			
1. Peso corpóreo (perda de peso não intencional)		2. Alteração na ingestão alimentar	
Perda de peso nos últimos 6 meses: _____ kg _____%		() sim () não	
Mudança de peso nas últimas duas semanas:		Tipo: () dieta sólida hipocalórica () dieta pastosa hipocalórica () dieta líquida completa > 15 dias	
() Aumento () Não alterou () Reduziu _____		ou solução de infusão intravenosa > 5 dias () jejum > 5 dias () mudança > 30 dias.	
3. Sintomas gastrintestinais (que persistam por > 2 semanas):		4. Capacidade funcional	
() nenhum () disfagia e/ou odinofagia () náusea () vômitos () diarreia () anorexia, distensão abdominal ou dor abdominal		() sem disfunção (capacidade completa)	
		() disfunção. Duração = _____ semanas.	
		Tipo: () trabalho sub-ótimo () deambulando () acamado.	
5. Doença e sua relação com necessidades nutricionais		6. Exame Físico (para cada categoria, especificar: 0 = normal, 1+ = leve, 2+ = moderada, 3+ = grave)	
Diagnóstico primário (especificar)		() perda de gordura subcutânea (tríceps, tórax)	
_____		() perda muscular (quadríceps, deltóide)	
Demanda metabólica (stress):		() edema tornozelo	
() sem stress () baixo stress () stress moderado () stress elevado.		() ascite	
CLASSIFICAÇÃO			
() A = bem nutrido			
() B = moderadamente (ou suspeita de ser) desnutrido			
() C = gravemente desnutrido			

ANTROPOMETRIA
 Peso inicial _____ () informado () estimado Altura _____ IMC inicial _____

Data																		
CB ()																		
CP ()																		
Circunferência da coxa																		
Adutor do polegar (D)	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /
Adutor do polegar (E)	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /
Dinamometria (D)	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /
Dinamometria (E)	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /
Resistência																		
Reactância																		
ACT																		
AF																		

Terapia Nutricional recebida/Balanco Hídrico

Data																		
Kcal/kg																		
g/kg																		
BH																		

Medidas da US Tempo: **Distância total:**

Data																		
Espessura 1/2(1)																		
Espessura 1/2 (2)																		
Área 1/2cm (1)																		
Área 1/2 cm (2)																		
Espessura 2/3 (1)																		
Espessura 2/3 (2)																		
Área 2/3 (1)																		
Área 2/3 (2)																		
Ecogeneidade																		

IV- PROTOCOLO PASSO A PASSO SOBRE O USO DE ULTRASSONOGRAFIA

Especificações: Ultrassom da CTI geral do HC-UFMG

Marca do programa: Terason

- O preparo do equipamento da ultrassonografia demanda retirar o computador que fica na gaveta trancada e, conectar a sonda linear (também se encontra em uma das gavetas) na entrada lateral direita do computador. Para destravar o teclado complementar do equipamento basta apertar o botão sinalizado na figura abaixo.



Figura 1. Botão para destravar teclado

- Primeiramente, posicione o paciente em posição de decúbito dorsal, com o membro inferior estendido, relaxado, joelho com rotação neutra e com ângulo da maca em torno de 30° (senão for possível, anotar o ângulo em que se encontra o paciente);
- Marque dois pontos inicialmente, em todos pacientes (mesmo que não se usem ambos): 1) o ponto de dois terços entre a crista ilíaca e a borda superior da patela e 2) o ponto 10 centímetros acima da borda superior da patela. A medida de 2/3 deve ser preferencialmente utilizada e somente em casos em que não for possível a visualização adequada do músculo, utilizar a segunda medida para aferição. O ponto utilizado deve ser anotado para cada paciente, para que as medidas posteriores no mesmo paciente sejam repetidas neste ponto;
- Abra o programa “TERASON”;
- Posicione a sonda em posição longitudinal e perpendicular à pele do paciente como demonstrado na figura 2:



Figura 2. Posicionamento da sonda sob a pele

- Clique na opção “Patient”. Nesta opção, você deverá preencher a lacuna “Patient ID” com o código da pesquisa e clicar na opção “admissão”. Em seguida, clicar na opção acima “New study” e depois em “New patient”, como sinalizado na figura a seguir:

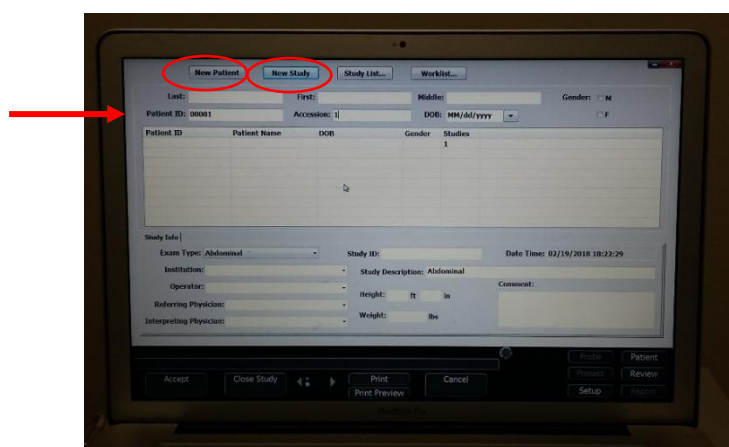


Figura 3. Sinalização de ícones no registro do paciente

- Na opção “PRESETS”, opte pela opção “MSQD” (Músculo profundo)
- Na parte inferior central da tela há um ícone com pontos seguidos, corra até o 3º ponto e altere para a opção no ícone “Image format” (o primeiro ícone quadrado na parte inferior) e selecione o formato **trapézio** para que a imagem disponível do aparelho de ultrassonografia fique mais ampla, como indicado abaixo pelas setas;



Figura 4. Sinalização de ícones para alterar formato da tela exibida

- Distribua gel neutro sobre toda a extensão da sonda (geralmente este gel é encontrado na gaveta do aparelho US);
- Pegue a sonda linear (figura seguinte) e verifique se o lado da sonda condiz com o indicado na tela. Para isso, coloque a extremidade esquerda da sonda com gel sobre a pele e note se esta corresponde ao lado esquerdo da tela do computador. Outra opção é colocar o dedo sobre a superfície esquerda da sonda;



Figura 5. Modelo de sonda linear

- Deslize a sonda sob a coxa, especialmente entre os pontos demarcados para as medidas. É importante percorrer a sonda superficialmente sob a pele, sem pressionar e mantendo o ângulo de 90°, para não subestimar ou superestimar a medida muscular;
- O músculo reto femoral (RF) apresenta o seguinte formato:

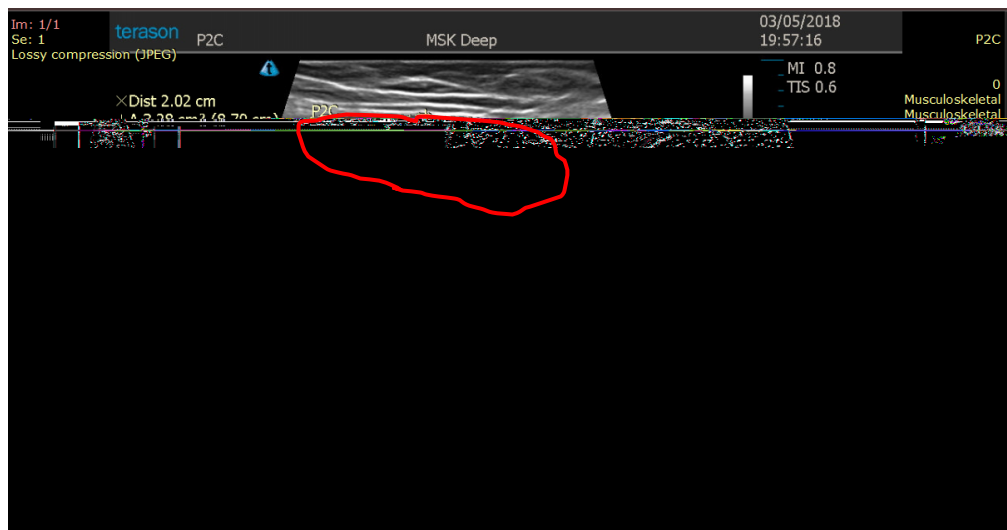


Figura 6. Contorno ao redor do músculo reto femoral.

- Uma vez identificada a estrutura muscular, inicie a medida de **ecogenicidade** (registrando a imagem). Para isso, devemos deixar as seguintes configurações:
 - Profundidade (Depth): 6 cm, como sinalizado na figura a seguir:

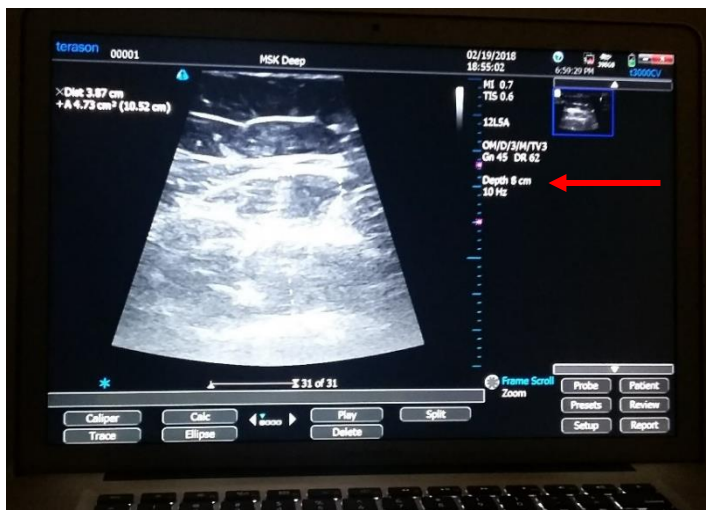


Figura 7. Sinalização da profundidade assumida

Para alterar a profundidade, basta mexer nos botões sinalizados a seguir:



Figura 8. Botões para alterar profundidade

-Todos os botões deslizantes à direita do teclado do aparelho (representado na figura a seguir) devem estar alinhados ao centro para padronização da medida;



Figura 9. Botões para configuração do aparelho

- Congele a imagem por meio do botão indicado abaixo. Caso necessite descongelar para refazer a medida, pressione o mesmo botão novamente;



Figura 10. Botão para função 'congelar'

- Em seguida faça a medida da **área transversal do reto femoral**, da seguinte maneira:
 - Após ter congelado a imagem com o músculo RF encontrado, escolha um ponto da borda do músculo para iniciar o desenho. Fixe a seta do mouse no ponto escolhido e inicie o contorno do músculo conforme a figura 10. Para isso, aperte a opção "TRACE" no visor e o botão à esquerda da bola giratória do teclado (Figura 12). Então comece a traçar em torno do RF manualmente com auxílio da bola giratória, desprezando a borda mais clara e quando finalizar apertar novamente o botão à esquerda.



Figura 11. Opção na tela para "Trace"



Figura 12. Botão para fixar a seta de início do tracejado das medidas

- Pode-se alterar a profundidade utilizada para cada paciente, mas isso deve ser registrado para que seja usado na próxima avaliação do mesmo;

- A medida deve ser registrada com duas casas decimais (ex: área = 3,89 cm²; distância = 3,18 cm);
- Caso erre o tracejado, apague-o apertando o botão acima da bola giratória (Figura 13), e voltando com a bola giratória até apagar o traçado errado;



Figura 13. Botão para opção de apagar o tracejado já feito

- Por fim, faça a **medida da espessura muscular**:
 - Clique na opção “CALIPER” no visor. Inicialmente fixe o cursor na extremidade esquerda da borda superior do RF e meça metade da extensão (ponto médio). Ao encontrar o ponto médio, devemos clicar neste, automaticamente, a reta se desprenderá da extremidade esquerda marcando o ponto médio. Leve-a para borda superior do fêmur (ilustração abaixo) e busque a menor medida (à esquerda do visor é possível visualizar as medidas e detectar o menor valor). Uma vez detectado este valor, aperte o botão indicado abaixo (Figura 15).

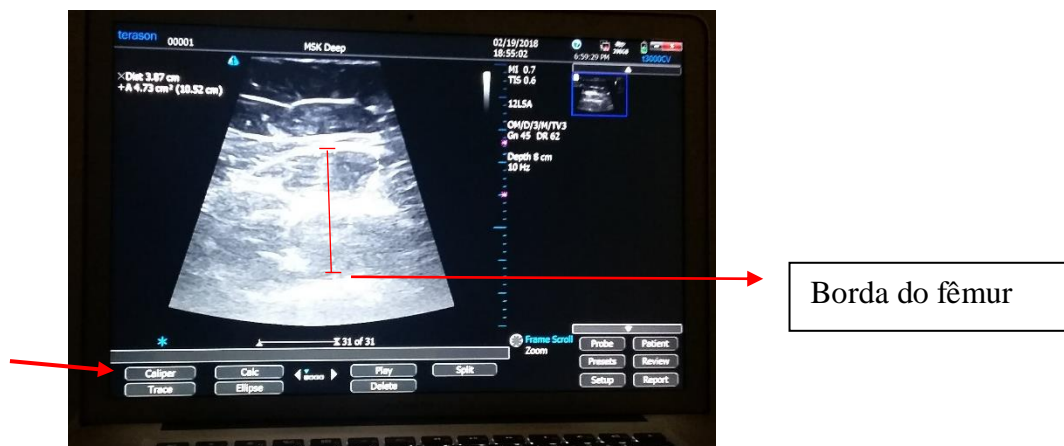


Figura 14. Botão para opção “CALIPER”



Figura 15. Botão ao finalizar a medida da espessura do músculo do quadríceps

- Para salvar: clique no botão quadrado com desenho de disquetes (circulado na imagem abaixo) após a realização de cada imagem. CUIDADO: o botão ao lado esquerdo (bem semelhante) salva a imagem como vídeo.



Figura 16. Botão para opção de salvar

- Ao realizar todas as imagens, é necessário salvá-las no *pendrive*, para isso basta conectar o mesmo na entrada USB lateral. Feito isso, vá ao comando “Review” no lado direito da tela. Em seguida, arraste para segunda bolinha demonstrado na segunda figura a seguir, de modo que apareça a opção “Export” em tela e, então, basta selecionar a opção a ser salva.

V- ARTIGO CIENTÍFICO PUBLICADO

Accepted Manuscript

Ultrasonography to assess body composition: The relevancy of training

Camila Neves Rodrigues , Jessimara Ribeiro Henrique ,
Daniel Nogueira Vilela , Ana Paula Campos Rocha ,
Diogo Oliveira Toledo , Álda Rosária Silva Ferreira ,
Maria Isabel Toulson Davisson Correia

PII: S0899-9007(19)30077-2
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nut.2019.06.004>
Reference: NUT 10523

To appear in: *Nutrition*

Received date: 16 April 2019
Revised date: 4 June 2019
Accepted date: 6 June 2019

Please cite this article as: Camila Neves Rodrigues , Jessimara Ribeiro Henrique , Daniel Nogueira Vilela , Ana Paula Campos Rocha , Diogo Oliveira Toledo , Álda Rosária Silva Ferreira , Maria Isabel Toulson Davisson Correia , Ultrasonography to assess body composition: The relevancy of training, *Nutrition* (2019), doi: <https://doi.org/10.1016/j.nut.2019.06.004>



This is a PDF file of an unedited manuscript that has been accepted for publication. As a service to our customers we are providing this early version of the manuscript. The manuscript will undergo copyediting, typesetting, and review of the resulting proof before it is published in its final form. Please note that during the production process errors may be discovered which could affect the content, and all legal disclaimers that apply to the journal pertain.

Title: Ultrasonography to assess body composition: The relevancy of training

Short title: Ultrasound training for nutritional assessment

Authors: Camila Neves Rodrigues¹; Jessimara Ribeiro Henrique¹, Daniel Nogueira Vilela², Ana Paula Campos Rocha², Diogo Oliveira Toledo³, Álida Rosária Silva Ferreira¹, Maria Isabel Toulson Davisson Correia^{1*}

1 Federal University of Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brazil

2 Hospital das Clínicas/Federal University of Minas Gerais (HC/UFMG), Brazil

3 Intensive Care Unit, Hospital Israelita Albert Einstein - São Paulo (SP), Brazil.

*Corresponding author. Department of Surgery, Universidade Federal de Minas Gerais, Av. Carandaí, 246 Apt. 902, Belo Horizonte, MG, Brazil. E-mail address: isabel_correia@uol.com.br (M.I.T.D. Correia).

Title: Ultrasonography to assess body composition: The relevancy of training

Abstract: Objective – To evaluate the relevancy of ultrasonography training by non-experts carrying out quadriceps muscle mass assessment. **Research Methods & Procedures** – Two non-expert evaluators were trained by two radiologists on the basic principles of ultrasonography and quadriceps muscle measurements. Afterward, they performed assessments on 30 healthy volunteers to determine interobserver agreement, considering two landmarks (2/3 of the femoral distance, and 10 cm above the patella), which were tested by the intraclass correlation coefficient (ICC). **Results** – A total of 342 measurements were acquired. Better ICC data were seen for the muscle at 2/3 (ICC=0,74-0,86) the landmark than at the 10 cm landmark (ICC= 0,63-0,91). However, the thickness measurements indicated inadequate agreement (ICC = 0.71). The ICC values for both the rectus femoris area and thickness progressively increased when comparing the first ten measurements versus the last ten for the 2/3 landmark. For the 10 cm landmark, worse data were observed in the last measurements, perhaps due to the increased number of obese volunteers. **Conclusions** – Measurements at the 10 cm landmark are more difficult to acquire, especially in the obese. Intensive training for non-expert examiners is mandatory.

keywords: Ultrasonography; Body Composition; Muscle Mass; Nutritional Assessment; Training; Education

Introduction: Ultrasonography (US) has been used to assess information regarding muscle loss for more than 50 years (1). However, US has only recently been more extensively used in the hospital setting, particularly in the intensive care unit to assess muscle mass. US can be used at the patients' bedside, is fast, and does not irradiate the patient, such as can occur with dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA), considered the gold standard tool (2).

Body composition is a component of the patients' nutritional status, and US has emerged as a common method to evaluate and quantify muscle mass, which is a relevant compartment in terms of prognosis and physical functionality (3–7). The assessment by ultrasonography might be able to detect changes within shorter periods than other methods, such as circumferences and subjective global assessment, cannot (4). Moreover, to evaluate the effect of nutritional-based interventions on muscle wasting, especially important for certain groups of patients, as the critically ill, might become an objective reliable method. By

assessing the muscle quality over time, it might help tailor the adequate nutritional therapy for each patient (8). However, US does not provide a whole-body composition assessment and might be useless in a single assessment measurement. Furthermore, US is known to be an examiner dependent tool, and in this regard, it is of utmost importance to establish accurate methods. Determining the exact anatomical region to be measured is a paramount landmark (9,10).

One or more anatomical site(s) have been used, but the most common is the thigh. This is because the quadriceps musculature is superficial, accessible, and has well-defined muscle borders (4). Furthermore, when compared to other muscle areas, the quadriceps have important implications related to physical functioning. The exact point where the measurement should be performed is a key landmark for measurement accuracy, together with the adequate probe pressure, especially when there is edema. This anatomic landmark is described as the point representing 2/3 of the distance between the iliac crest and the superior line of the patella or 10 cm above the patella (5,9).

Authors who have discussed the importance of the training process have proposed an intra and inter-class agreement above 0.75 as indicating good agreement between experts and non-experts (5,11–13). However, most of the authors have not discussed how the whole process was carried out, with some indicating that captured images were blinded to different examiners (5,11,12,14), while others stated that the whole procedure was performed by blinded individuals, but without providing details (15,16). These are key aspects that might influence the results, especially when non-expert ultrasonography professionals are the examiners. Therefore, the goal of the current study was to assess the effectivity of training sessions enrolling non-expert professionals and trained medical radiologists in assessing quadriceps muscle mass by ultrasonography.

Methods: This is a cross-sectional study approved by the Ethics Committee of the Universidade Federal de Minas Gerais (CAAE 87138818.6.0000.5149, 06/19/2018), carried out between March and June of 2018.

Four examiners carried out the assessments (two radiologists and two training dietitians), and every volunteer was evaluated by three professionals (one expert and two non-experts). Each expert radiologist participated on different days. The non-experts were named evaluator 1 (E1) and 2 (E2) and the expert as E3.

In the first phase of the study, which lasted 10 h, the two dietitians were trained by the radiologists in the following topics: utilization of the ultrasonography device, identification of the anatomic structures, and standardization of the study protocol. In the second phase, 30 volunteers without any disease participated in the study (mean age of 25 years [19–67-years-old], and 66.3% were male). The mean body mass index (BMI) of the participants was 21.6 kg/m² (16.6–34.9 kg/m²). The volunteers were assessed in the supine position, both knees relaxed, extended, and with their toes pointing upwards. All of the participants provided informed consent.

The B-mode ultrasounds of two devices (Toshiba Aplio MX and Terason T3200) with a 5MHz-12MHz (Aplio MX) and a 4-15MHz (Terason T3200) linear array transducer were used. The gel was applied to a linear probe transducer that was held perpendicular to the skin minimal compression over two distinct landmarks: (1) 10 cm above the superior border of the patella, on the right thigh (11); and (2) 2/3 between the iliac crest and the superior border of the patella (a good amount of contact gel was used). The images were frozen and assessed. Each of the three evaluators generated an image at each site, totaling 6 images in each volunteer. Quadriceps rectus femoris thicknesses (RFT) was quantified with a marking on the screen between the distance from the upper margin of the femoral bone and the lower border of the deep fascia of the rectus femoris muscle (9). The rectus femoral area (RFA) corresponding to the contour of the rectus femoris muscle was measured (Figure 1). All of the measurements, including the exact landmarks of the exam, were blinded to the different evaluators.

A sub-group of volunteers (n = 14) also underwent electric bioimpedance to have body fat and total body water measured using a single portable frequency tetra-polar BIA (Quantum II; RJL Systems, Clinton, MI). For this assessment, the volunteers had fasted for at least 4 h and were instructed not to exercise on the day or to consume coffee beverages. The procedures were in accordance with the established BIA protocol (17,18).

Statistical analyses were performed with the SPSS software, version 19 (IBM Corporation, Armonk, NY). The Kolmogorov-Smirnov test was used to test normality, and parametric data are presented as mean \pm standard deviation (RFT and RFA), while non-parametric variables (sex, age, and body mass index [BMI]) are presented as median (minimum and maximum). The chi-square test was used to compared data between sexes, and the unifactorial ANOVA or Kruskal-Wallis tests for comparisons of age, BMI, body fat percentage, and total body water, according to the distribution.

Interobserver agreement was tested by the intraclass correlation coefficient (ICC) for mean measurements and the one-way random model, for which a value > 0.75 indicates excellent agreement (19). Bland-Altman figures illustrate the magnitude of differences between the examiners.

The sample size was determined, assuming a minimum intraclass correlation coefficient (ICC) value of 0.70 for interobserver reliability, considering a unilateral test, with an α -value of 0.05 and 80% power, and at least ten subjects had to be enrolled (20).

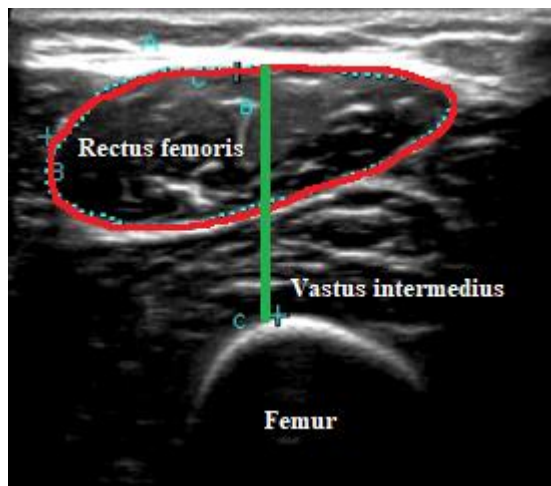


Figure 1 – The rectus femoris area is marked in red, and the muscle thickness is depicted by the green line.

Results

A total of 342 measurements (assessed by three examiners) were collected: 57 of the muscle area and 57 of the thickness (in three volunteers, this measurement was not feasible due to very thin muscles, and only the tendon was visualized – depicted in figure 2). The total hours spent to acquire the first 30 measurements by the three evaluators was 33 hours over several days. The data recorded by each examiner is presented in Table 1.

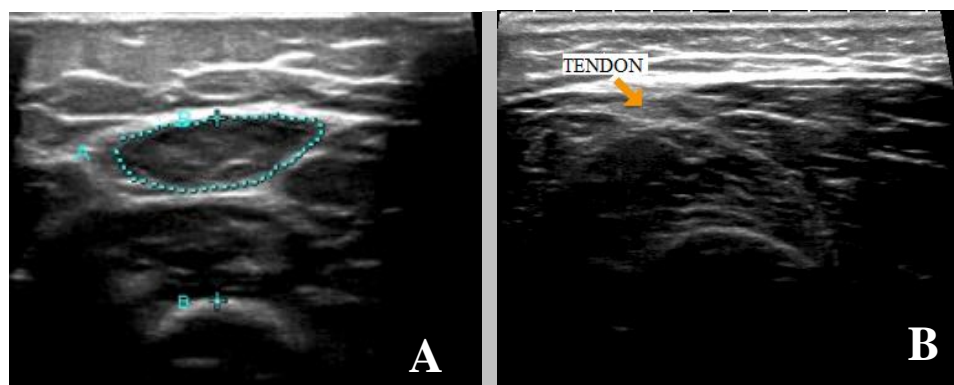


Figure 2. Comparison of two transversal images at the 10 cm landmark: (A) visualized structures and marking of the rectus femoris muscle; (B) rectus femoris narrowing is indicated by the arrow.

Table 1. Rectus femoris areas and thicknesses recorded by the three examiners.

Measurement	Median (percentile 25-percentile75)			p
	E1	E2	E3	
Length of thigh*	47.0 (45.0-50.0)	46.0 (44.4-49.0)	48.0 (45.0-50.0)	0.136
RFA 10 cm	1,95 (1,33-2,70) ^b	1,44 (0,91-1,85) ^a	1,83 (1,34-2,45) ^b	0.000
RFA 2/3	4,38 (3,46-5,40) ^b	4,42 (3,76-4,85) ^b	4,69 (3,99-6,01) ^a	0.001
Thickness 10 cm	2.34 (1.90-2.62) ^a	2.03 (1.74-2.32) ^b	2.15 (1.81-2.45)	0.000
Thickness 2/3	3.01 (2.56-3.55) ^a	2,76 (2.30-3.22) ^b	3.00 (2.49-3.28)	0.008

*Between the iliac crest and the superior border of the patella

a,b: statistical difference

RFA: Rectus femoris area

E1: Non-expert examiner 1

E2: Non-expert examiner 2

E3: Expert examiner 3

The agreement between examiners is shown in Table 2, and it showed scores < 0.75:

(ICC = 0.71).

Table 2. Assessment agreement between the examiners.

Measurement	ICC
Length of thigh	0.75
RFA 10 cm E1 - E2	0.79
RFA 10 cm E1 - E3	0.91
RFA 10 cm E2 - E3	0.83
RFA 2/3 E1 - E2	0.82
RFA 2/3 E1 - E3	0.78
RFA2/3 E2 - E3	0.74 *
RFA, mean E1 - E2	0.90
RFA, mean E1 - E3	0.88
RFA, mean E2 - E3	0.84
Thickness 10 cm E1 - E2	0.63*
Thickness 10 cm E1 - E3	0.74*
Thickness 10 cm E2 - E3	0.88
Thickness 2/3 E1 - E2	0.75
Thickness 2/3 E1 - E3	0.86
Thickness 2/3 E2 - E3	0.82
Thickness, mean E1 - E2	0.71*
Thickness, mean E1 - E3	0.82
Thickness, mean E2 - E3	0.86

RFA: Rectus femoris area

ICC: Intraclass correlation coefficient

E1: Non-expert examiner 1

E2: Non-expert examiner 2

E3: Expert examiner 3

* ICC below 0.75

Figure 3 shows the Bland-Altman graphics regarding the agreement between examiners for measurements carried out at the two landmarks. It can be seen that broader variations were present for the RFA than for the thickness.

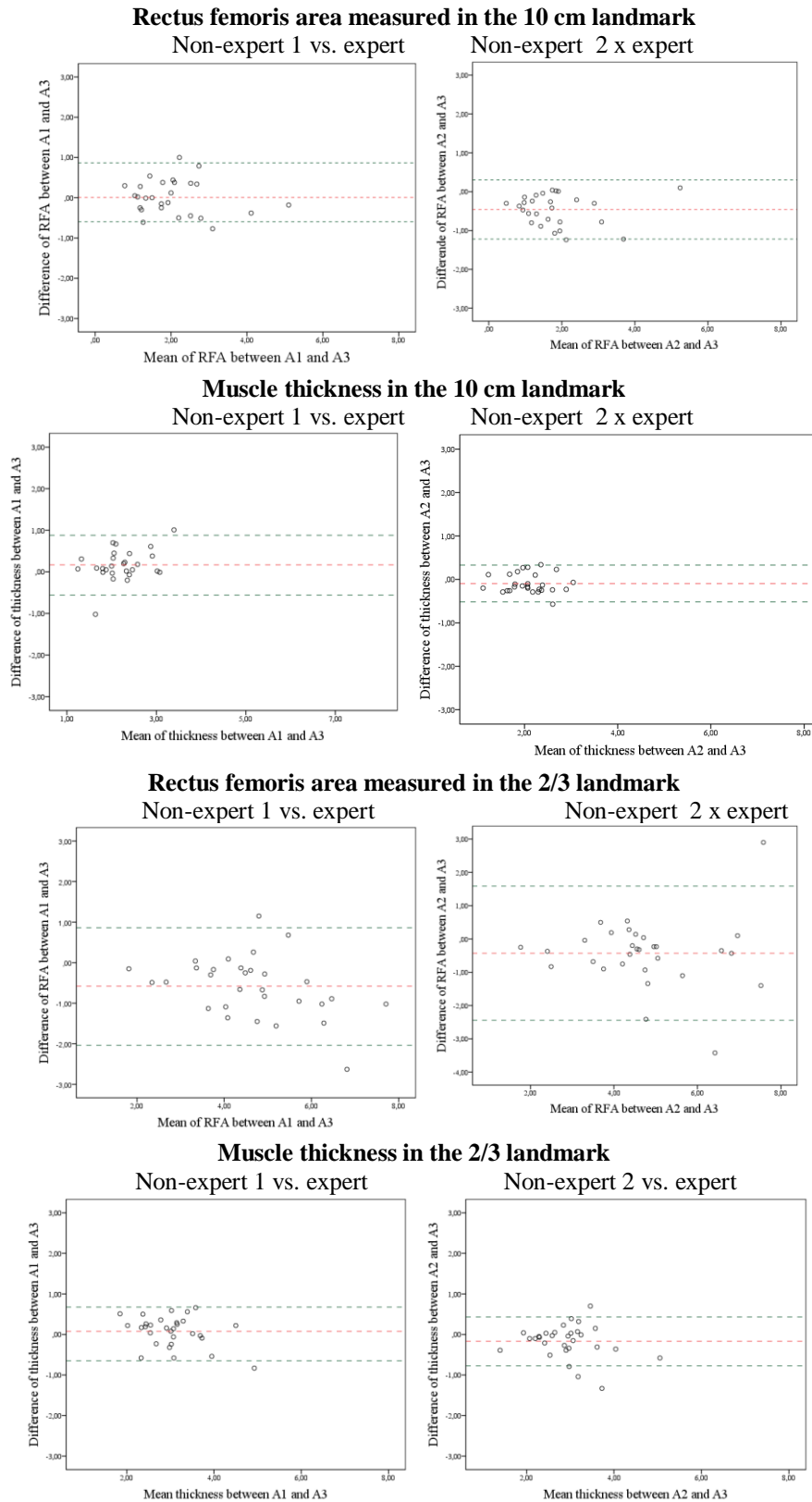


Figure 3. Bland-Altman analysis depicting agreement between observers in regard to the four measurements. The x-axis depicts the means assessed by different examiners while the y-axis presents the different measurement of two examiners. Horizontal lines parallel to the x-axis represent the differences from the mean and the agreement thresholds.

The ICC values for both the RFA and thickness progressively decreased when comparing the first ten measurements versus the last ten for landmark 1. Regarding landmark 2, better data were observed in the last measurements. There were no significant differences when comparing for age, sex, BMI, and percentage of body fat, as well as body water (among the 14 volunteers who underwent BIA), in terms of the influence on the learning curve and interpretation of the measurements.

Table 3. Intraclass correlation coefficients assessed in blocks of 10 measurements.

	10 first measurements	Between 10th-20th measurements	10 last measurements
Length of thigh	0.71	0.75	0.88
RFA 10 cm E1 - E2	0.69	0.86*	0.33**
RFA 10 cm E1 - E3	0.83	0.95*	0.68**
RFA 10 cm E2 - E3	0.58	0.94*	0.41**
RFA 2/3 E1 - E2	0.81	0.80	0.88
RFA 2/3 E1 - E3	0.66	0.80	0.80
RFA 2/3 E2 - E3	0.77	0.69	0.85
Thickness 10 cm E1 - E2	0.75	0.56*	0.42**
Thickness E1 - E3	0.77	0.81*	0.14**
Thickness 10 cm E2 - E3	0.94	0.84*	0.63**
Thickness 2/3 E1 - E2	0.72	0.63	0.92
Thickness 2/3 E1 - E3	0.80	0.91	0.86
Thickness 2/3 E2 - E3	0.76	0.77	0.90

RFA: Rectus femoris area/ICC: intraclass correlation coefficient

E1: non-expert examiner 1/E2: non-expert examiner 2/E3: expert examiner 3

**n = 9 measurements/ *n = 8 measurements

The percentage of overweight in the sample was 33.3%. We also assessed if BMI alone interfered with the agreement between examiners, and there was a significant decrease in agreement for all the measurements except for the RFA 10 cm when individuals had higher BMI (≥ 25 kg/m²).

Table 4. The intraclass correlation coefficient (ICC) according to BMI.

Measurement	Normal BMI (n = 21)	Overweight (n = 9)
Length of thigh	0.79	0.62*
RFA 10 cm	0.82 (n = 19)	0.95 (n = 8)
RFA 2/3	0.91	0.60*
Thickness 10 cm	0.82 (n = 19)	0.46 (n = 8)*
Thickness 2/3	0.85	0.68*

Overweight: BMI ≥ 25 kg/m²

RFA: Rectus femoris area/*ICC < 0.75

Discussion

Bedside ultrasonography is a practical measurement of muscle mass, which is a promising tool to help complement the assessment of patients' nutritional status. Most importantly, its use may provide an objective follow up of patients on nutrition therapy, in

particular, in critically ill patients, for whom other tools are difficult to apply. Nonetheless, ultrasonography diagnosis is known for its examiner dependency, and this also applies for muscle mass evaluation, especially when non-radiologists are the examiners. Therefore, it is mandatory that professionals who will carry out the examinations be well trained, and their reliability, as well as agreement, are checked. Nonetheless, few studies have reported how the training was done, and if they were efficacious (5,16).

Intraclass correlation coefficients for muscle thickness acquired by various non-expert professionals as examiners vary from 0.73 to 0.99. However, the sample size of the published manuscripts ranged from 20 to 78 (5,11–13), while our cohort was calculated to offer significant differences. Our ICC, which was 0.63, differs from reported values. However, in addition to our study, only one other study (16) reported the interrater reliability of all the step measurements from 16 volunteers. Contrary to Paris et al., who only depicted the ICC for the quadriceps thickness, we have provided data for all measurements. Tillquist et al. (11), who found an ICC below 0.75, did not detect any statistical differences between trainer and trainee (mean difference of 0.028 cm).

On the other hand, Sabatino et al. (5) reported excellent agreements, but with significant mean differences between two examiners of 238 measurements. Nonetheless, the differences in quadriceps thickness were very small (0.4 mm), which might be clinically insignificant (5). Furthermore, when we critically assess our learning curve for all of the measurements, we have found that the 10 cm measurements represented the worst ICC (table 3), which indicates more difficulty in identifying the anatomic structures at this landmark. Although the 10 cm landmark is not commonly used in the study of muscle mass evaluation by ultrasonography, we chose to use it because we wanted to check the validity of other potential different landmarks, especially when evaluating the cross-sectional area of the femoral rectus. The 1/2 landmark is closer to the iliac crest, thus there is greater difficulty to obtain the muscle area in those individuals with large muscles, especially considering the type of used probe.

Another aspect that has been missed by most published studies is related to the full details of the training sessions and the number of hours spent. Some authors have reported between 3 and 6 h training sessions, including theory and hands-on, contemplating the whole ultrasonography technique, the use of the software to assess echogenicity, and the anatomic measurement assessment (9,12). There are also reports about the distribution of handbooks (12) or video sessions to standardize the procedure pertaining muscle anatomy, potential

artifacts, as well as images for training and problem solutions in regard to the ImageJ software, which is a commonly used software to evaluate muscular quality, through its echogenicity (11). Our training was relatively long (a total of 33 h), and we were able to assess our learning curve by evaluating the results after every ten volunteer measurements (Table 3). Surprisingly, not all of the agreement results improved, and some even declined. This might be explained by the anatomic characteristics of the volunteers, in particular of the overweight, who were more prevalent in the last batch, and for whom the agreement values were low. In these individuals, we faced greater difficulties, starting with the measurement of thigh length due to the difficulty of finding the iliac crest, and since all our phases were blinded, this certainly affected the other measurements. In addition, we observed that in obese individuals the limits of muscle fascia are not always easy to see, and it was necessary in some cases to increase the depth of the image to be able to visualize the femur due to large body structures.

Our study has focused attention on several factors that might influence muscle mass assessment, starting from the adequate positioning of the individual and the landmark indication where the measurements will be performed. Also, in some people, the muscle structures are more difficult to be visualized, independently of body mass, as happened with the three volunteers for whom we could not measure the 10 cm landmark. Other relevant aspects are related to the body composition of the individuals, especially considering the increased prevalence of overweight, which in our case influenced the ICC at the 10 cm landmark. Although in the fourteen volunteers for whom we evaluated body composition by BIA, we did not observe differences in the greasy mass and water content of the volunteers, which could interfere in the interpretation of the anatomical structures. These aspects are of paramount relevance and must be taken into consideration when training and developing safe, valid protocols to minimize errors in US assessment (8).

The limitations of the current study are: two different pieces of ultrasonography equipment were used (this was mainly due to the availability at the moment of data acquisition); the intra-rater reliability was not performed; no data on BIA for all the volunteers; and a small number of overweight people. Nonetheless, these are relevant variables that should also be taken into consideration when training people on this method.

In summary, we would like to raise awareness of the utmost importance of adequate ultrasonography training, because the method can be compromised if all steps are not respected, particularly when performed by non-radiologists. In this regard, to decrease the risk

of errors, we would recommend intensive training for non-expert examiners, the use of the same ultrasonography device, the avoidance of the 10 cm landmark, and the same examiner for each patient.

Funding statement

This research did not receive any specific grant from funding agencies from the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Statement of authorship

CNR and MITDC designed the project and the manuscript. DNV, APCR and DOT provided the technical support and acted as specialists in the training with the ultrasound technique. Volunteers were recruited by CNR and JRH. Data collection was conducted by CNR, JHR, DNV and APCR. ARSF provided technical support for the statistical analysis. CNR, JHR, ARSF, DOT and MITD drafted the manuscript. All the authors revised the final manuscript.

Acknowledgments

We thank Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) and a CAPES for research grants to CNR, JHR and MITDC (301593/2016-7). The authors would like to thank the volunteers.

References

1. Lee SY, Frankel HL. Ultrasound and other imaging technologies in the intensive care unit. *Surg Clin North Am.* 2000;80(3):975–1003.
2. Guglielmi G, Ponti F, Agostini M, Amadori M, Battista G, Bazzocchi A. The role of DXA in sarcopenia. *Aging Clin Exp Res.* Springer International Publishing; 2016;28(6):1047–60.
3. Gruther W, Benesch T, Zorn C, Paternostro-Sluga T, Quittan M, Fialka-Moser V, et al. Muscle wasting in intensive care patients: Ultrasound observation of the M. quadriceps femoris muscle layer. *J Rehabil Med.* 2008;40(3):185–9.
4. Ferrie S, Tsang E. Monitoring Nutrition in Critical Illness: What Can We Use? *Nutr Clin Pract.* 2018;33(1):133–46.
5. Sabatino A, Regolisti G, Bozzoli L, Fani F, Antoniotti R, Maggiore U, et al. Reliability of bedside ultrasound for measurement of quadriceps muscle thickness in critically ill patients with acute kidney injury. *Clin Nutr [Internet]. Elsevier Ltd;* 2017;36(6):1710–5. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2016.09.029>

6. Seymour JM, Ward K, Sidhu PS, Puthuchery Z, Steier J, Jolley CJ, et al. Ultrasound measurement of rectus femoris cross-sectional area and the relationship with quadriceps strength in COPD. *Thorax*. 2009;64(5):418–23.
7. Puthuchery ZA, McNelly AS, Rawal J, Connolly B, Sidhu PS, Rowlerson A, et al. Rectus femoris cross-sectional area and muscle layer thickness: Comparative markers of muscle wasting and weakness. *Am J Respir Crit Care Med*. 2017;195(1):136–8.
8. Ceniccola GD, Castro MG, Piovacari SMF, Horie LM, Corrêa FG, Barrere APN, et al. Current technologies in body composition assessment: advantages and disadvantages. *Nutrition* [Internet]. Elsevier; 2018 Dec 6 [cited 2018 Dec 19]; Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0899900718313182>
9. Toledo DO, De Lima e Silva DC, Dos Santos DM, De Freitas BJ, Dib R, Cordioli RL, et al. Bedside ultrasound is a practical measurement tool for assessing muscle mass. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2017;29(4):476–80.
10. Hernández-Socorro CR, Saavedra P, López-Fernández JC, Ruiz-Santana S. Assessment of muscle wasting in long-stay ICU patients using a new ultrasound protocol. *Nutrients*. 2018;10(12):1–11.
11. Tillquist M, Kutsogiannis DJ, Wischmeyer PE, Kummerlen C, Leung R, Stollery D. Bedside Ultrasound Is a Practical and Reliable Measurement Tool for Assessing Quadriceps Muscle Layer Thickness. *JPEN J Parenter Nutr*. 2015;38(7):886–90.
12. Sarwal A, Parry SM, Berry MJ, Hsu FC, Lewis MT, Justus NW, et al. Interobserver reliability of quantitative muscle sonographic analysis in the critically ill population. *J Ultrasound Med*. 2015;34(7):1191–200.
13. Segers J, Hermans G, Charususin N, Fizez T, Vanhorebeek I, Van den Berghe G, et al. Assessment of quadriceps muscle mass with ultrasound in critically ill patients: intra- and inter-observer agreement and sensitivity. *Intensive Care Med*. 2015;41(3):562–3.
14. Paris M, Mourtzakis M, Day A, Leung R, Watharkar S, Kozar R, et al. Validation of Bedside Ultrasound of Muscle Layer Thickness of the Quadriceps in the Critically Ill Patient (VALIDUM Study). *J Parenter Enter Nutr*. 2017;41(2):171–80.
15. English CK, Thoirs KA, Fisher L, McLennan H, Bernhardt J. Ultrasound Is a Reliable Measure of Muscle Thickness in Acute Stroke Patients, for Some, but Not All Anatomical Sites: A Study of the Intra-Rater Reliability of Muscle Thickness Measures in Acute Stroke Patients. *Ultrasound Med Biol*. 2012;38(3):368–76.

16. Paris M, Benoit. L, Dubin JA, Marina M. Development of a bedside viable ultrasound protocol to quantify appendicular lean tissue mass. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2017;8(5):713–26.
17. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gómez JM, et al. Bioelectrical impedance analysis - Part II: Utilization in clinical practice. *Clin Nutr*. 2004;23(6):1430–53.
18. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gómez JM, et al. Bioelectrical impedance analysis - Part I: Review of principles and methods. *Clin Nutr*. 2004;23(5):1226–43.
19. Koo TK, Li MY. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *J Chiropr Med [Internet]*. Elsevier B.V.; 2016;15(2):155–63. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>
20. COHEN J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. 2nd ed. Associates LE, editor. Hillsdale, NJ; 1988. 567 p.

