

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA

# Confiabilidade intra e inter-individual na avaliação da espessura muscular em doentes críticos por ecografia

Rita Maria Cabral

**M**

2019



# CONFIABILIDADE INTRA E INTER-INDIVIDUAL NA AVALIAÇÃO DA ESPESSURA MUSCULAR EM DOENTES CRÍTICOS POR ECOGRAFIA

*Trabalho de Investigação*

Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar

Junho 2019

## *AUTOR:*

Rita Maria Morgado Nogueira Cabral

Estudante nº 201201252 | 6º Ano | Mestrado Integrado em Medicina

Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar | Universidade do Porto | Portugal

Email: ritacabral19@hotmail.com

## *ORIENTADOR:*

Dr. Aníbal Defensor Moura de Sousa Marinho | Centro Hospitalar do Porto

Afiliação: Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar da Universidade do Porto, Rua de Jorge

Viterbo Ferreira, 228 - 4050-313 Porto

## *COORIENTADOR:*

Prof. Doutor Álvaro Moreira da Silva | Centro Hospitalar do Porto

Afiliação: Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar da Universidade do Porto, Rua de Jorge

Viterbo Ferreira, 228 - 4050-313 Porto

*AUTOR:*

Rita Maria Morgado Nogueira Cabral

Rita Maria Cabral

---

*ORIENTADOR:*

Dr. Anibal Defensor Moura de Sousa Marinho

Anibal Defensor Moura de Sousa Marinho

---

*COORIENTADOR:*

Prof. Doutor Álvaro Moreira da Silva

Álvaro Moreira da Silva

---

*Porto, Junho de 2019*

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Dr. Aníbal Marinho e ao meu coorientador, Prof. Doutor Álvaro Silva, pelo apoio prestado que possibilitou a realização deste trabalho.

À querida Mariana por toda a ajuda, paciência e incentivo, e ao Dr. João Pedro Pinho pelo conhecimento transmitido.

Aos meus pais, por tudo. Nada seria possível sem vocês.

Aos meus amigos pela força, carinho e apoio incondicional durante este caminho conjunto.

Ao Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar e ao Centro Hospitalar Universitário do Porto, pelos seis anos passados e por terem permitido o culminar de um sonho.

## RESUMO

### INTRODUÇÃO:

A perda de massa muscular e consequente atrofia são achados comuns em pacientes admitidos na Unidade de Cuidados Intensivos. Apesar da elevada prevalência da perda de massa muscular, a etiopatogenia não é totalmente conhecida, sendo por isso objeto de vários estudos. Tem sido estudada a utilidade da ecografia na avaliação da massa muscular. A avaliação muscular por ecografia está demonstrada como uma técnica confiável na maior parte dos doentes, mas a sua validade é ainda questionável nos doentes críticos.

### OBJETIVOS:

O primeiro objetivo do presente estudo é a avaliação do grau de concordância inter e intra-individual da medição da massa muscular, por ecografia e antropometria, de dois grupos musculares (bíceps braquial e quadríceps femoral) em doentes críticos. O objetivo secundário é comparar as alterações da espessura da massa muscular medida por ecografia entre a admissão (medição realizada nas primeiras 72h) e após 7 dias de internamento, por ecografia e antropometria.

### MATERIAIS E MÉTODOS:

Doentes admitidos no Serviço de Cuidados Intensivos do Centro Hospitalar do Porto (CHP) com idades maiores que 18 anos, foram avaliados por 2 investigadores, determinando o grau de concordância de procedimento inter-observador. A primeira avaliação foi realizada nas primeiras 72h de internamento e a segunda, após 7 dias de internamento. As imagens obtidas foram analisadas, sendo calculado o coeficiente de correlação intra e inter-observador. As medidas antropométricas foram obtidas nos momentos acima referidos. Foi também calculado o coeficiente de correlação linear para as medidas ecográficas entre investigadores e para as medidas obtidas por ecografia vs antropometria. A fiabilidade das medições obtidas (ecográfica e antropométricas) foi determinada através do cálculo do coeficiente de correlação inter e inter-classe. Foi definido significado estatístico quando  $p < 0,05$ .

### RESULTADOS:

Foram avaliados 16 doentes pelas duas técnicas, tendo sido obtidas 32 imagens e 32 valores antropométricos. Relativamente à evolução das medidas ecográficas e antropométricas dos doentes, no bíceps braquial, a diminuição do tamanho do perímetro do braço foi de 4,4% nos primeiros 7 dias, comparativamente a uma redução de 18% encontrada nas medidas ecográficas entre o primeiro e segundo momento. No quadríceps femoral, entre as primeiras 72h e a primeira semana de internamento foi demonstrada uma perda, em média, de 4,2% no perímetro da coxa e de 13,5% na espessura muscular avaliada por ecografia. Verificou-se uma correlação linear

significativa inter e intra- observador, tanto no procedimento ( $r > 0,9$  e  $p = 0,001$ ) como nas medições das imagens ( $0,5 < r = 0,9$  e  $p = 0,001$ ). A correlação linear entre as medidas obtidas por ecografia e antropometria variou entre 50% a 60%, tanto no braço como na coxa. A confiabilidade de procedimento intra-observador foi superior a 90% ( $p = 0,001$ ), tanto para o bíceps braquial como para o quadríceps femoral. Relativamente à medição das imagens ecográficas, a concordância intra-observador foi de 99% ( $p = 0,001$ ) para os dois grupos musculares, e a inter-observador variou de 31% e 54% no bíceps braquial ( $p = 0,001$ ) e 92% e 79% no quadríceps femoral ( $p = 0,001$ ).

#### **CONCLUSÃO:**

Existe concordância significativa entre a avaliação da massa muscular dos doentes internados no SCI, com recurso quer à ecografia quer à avaliação antropométrica. A ecografia, mesmo sendo uma técnica operador dependente, revela uma curva de aprendizagem curta e útil, confiável na avaliação de doentes críticos. Estes resultados sugerem esta técnica como um exame complementar útil e fiável na avaliação e monitorização das alterações da massa muscular nestes doentes.

#### **PALAVRAS-CHAVE:**

Ecografia

Antropometria

Confiabilidade

Perda muscular

Cuidados intensivos

Massa muscular

## ABSTRACT

### INTRODUCTION:

The loss of muscle mass and consequent muscular atrophy are commonly seen in patients admitted in the Intensive Care Unit. Despite of the great prevalence of muscle loss, the etiopathogenesis is, to date, not entirely understood, becoming the subject for many studies. It has been widely studied the use of the ultrasound in the evaluation of muscle mass, and this technique, although valid in the majority of patients, is not yet validated for critical patients.

### OBJECTIVES:

The first aim of this study is to evaluate the degree of correlation (inter and intra observer) of the muscle mass measurement, by ultrasound and anthropometry, in two muscular groups (biceps brachii and quadriceps femoris) in critical patients. The second aim is to compare the changes in the muscle thickness measured by ultrasound in two different moments, the first in the earliest 72 hours after admission and, the second, in the seventh day of hospitalization.

### MATERIALS E METHODS:

Our study population is comprised by adult (18+ years) patients admitted in the intensive unit care, of Centro Hospitalar do Porto (CHP). The patients undergone evaluation by two different investigators to allow the determination of the degree of correlation inter and intra observer. The anthropometric measurements were obtained in the two different moments previously described. The intraclass correlation coefficient (ICC) was calculated for the ultrasound measurements between observers and, for the measurements obtained by ultrasound versus the anthropometric measurements. The reliability of the obtained measurements (ultrasound and anthropometric) was determined through the calculation of inter-class correlation. P values lower than 0.05 were considered statistically significant.

### RESULTS:

Both techniques were applied to 16 patients, which resulted in 32 images and 32 anthropometric values. Regarding de evolution of ultrasound and anthropometric measurements in patients, BB showed a reduction of 4,4% of the arms perimeter in the first 7 days, while ultrasound measurements between the first and second sampling suffered a reduction of 18%. QF, between the first 72 hours and first week of internment, showed an average loss of 4,2% to the thigh perimeter, and 13,5% the muscular thickness evaluated by ultrasound. A significate inter-intra observer linear correlation was verified both by procedure ( $r > 0,9$  e  $p=0.001$ ), and by the image measurements ( $0,5 < r = 0,9$  e  $p=0.001$ ). The linear correlation between ultrasound and anthropometric measurements varied



between 50% and 60%, both in the arm and thigh. The intra-observer reliability value of the procedure was above 90% ( $p=0,001$ ), both for BB and QF. For the ultrasound image measurements, the intra-observer reliability value was 99% ( $p=0,001$ ) for both muscle groups, while the inter-observer values varied between 31% and 54% for BB ( $p=0,001$ ), and between 92% and 79% for QF ( $p=0,001$ ).

#### **CONCLUSION:**

Significant agreement was observed between the evaluations of muscle mass via ultrasound and anthropometric measurements in SCI patients. The ultrasound, regardless of being a technique fully dependent on the operator, shows a short, useful, and reliable learning curve when it comes to the evaluation of critical patients. The results point to this technique as a useful and reliable complementary exam in the evaluation and monitoring of muscle mass alterations in these patients.

#### **KEY-WORDS:**

Ultrasound  
Anthropometry  
Reliability  
Muscle loss  
Intensive care  
Muscular mass

## LISTA DE ABREVIATURAS

### **BB**

Bíceps Braquial

### **CHUP**

Centro Hospitalar Universitário do Porto

### **cm**

Centímetros

### **DEXA**

Absorsimetria Radiológica de Dupla Energia

### **DP**

Desvio Padrão

### **HGSA**

Hospital Geral de Santo António - Centro Hospitalar do Porto

### **ICC**

Coefficiente de Correlação Intraclasse

### **IMC**

Índice de Massa Corporal

### **mm**

Milímetros

### **PR1**

Procedimento 1

### **PR2**

Procedimento 2

### **PR3**

Procedimento 3

### **QF**

Quadríceps Femoral

### **RM**

Ressonância Magnética

### **SCI**

Serviço de Cuidados Intensivos

### **TAC**

Tomografia Computadorizada

### **UCI**

Unidade de Cuidados Intensivos

## LISTA DE TABELAS

### **TABELA I**

Pares definidos para análise estatística da confiabilidade

### **TABELA II**

Caraterização socio-demográfica e clínica da população

### **TABELA III**

Medidas antropométricas (circunferências) do braço e da coxa (milímetros)

### **TABELA IV**

Valores absolutos da espessura Bíceps Braquial por cada medição (milímetros)

### **TABELA V**

Valores absolutos da espessura Quadríceps Femoral por cada medição (milímetros)

### **TABELA VI**

Caracterização das medidas da circunferência e alterações ecográficas do Bíceps Braquial

### **TABELA VII**

Caracterização das medidas da circunferência e alterações ecográficas do Quadríceps Femoral

### **TABELA VIII**

Correlação linear das medições ecográficas entre investigadores

### **TABELA IX**

Correlação de Pearson entre as medidas obtidas por antropometria e ecografia

### **TABELA X**

Confiabilidade intra e inter-individual na medição ecográfica da massa muscular

## LISTA DE FIGURAS

### **FIGURA 1**

Imagem transversal de ecografia modo-A da medição do braço anterior (Bíceps Braquial).

### **FIGURA 2**

Imagem transversal de ecografia modo-A da medição da coxa anterior (Quadriceps Femoral).

### **FIGURA 3**

Medidas ecográficas (mm) e antropométricas (cm) do BB e QF á admissão após uma semana de internamento. Valores apresentados como Média  $\pm$  2DP

# ÍNDICE

INTRODUÇÃO .....	1
MÉTODOS E PARTICIPANTES .....	3
Desenho de Estudo e Participantes .....	3
Aquisição de Medidas Antropométricas .....	3
Aquisição de Imagem .....	3
Análise da Imagem Ecográfica .....	5
Análise Estatística .....	5
RESULTADOS .....	6
Caracterização da Amostra do Estudo .....	6
Medições e Evolução .....	6
Correlação Linear .....	7
Análise da Concordância .....	7
Fiabilidade Processual .....	7
Fiabilidade de Medição .....	7
DISCUSSÃO .....	9
Limitações do Estudo .....	10
CONCLUSÃO .....	11
BIBLIOGRAFIA .....	12
APÊNDICES .....	15
FIGURAS .....	16
TABELAS .....	18

## INTRODUÇÃO

A perda de massa muscular em doentes críticos, apesar de comum, é ainda objeto de estudo, subscrevendo a necessidade de compreender e caracterizar o comprometimento funcional em doentes internados no Serviço de Cuidados Intensivos<sup>[1]</sup>. Como principal fator influenciador do prognóstico a curto e longo prazo, a perda de massa muscular e consequente fraqueza muscular esquelética<sup>[1]</sup>, e posterior déficit funcional, estão relacionadas com atrofia muscular e por esse motivo considerados fatores preditivos de mortalidade e aumento do tempo de internamento nestes doentes<sup>[3]</sup>. As alterações metabólicas, inflamatórias e bioenergéticas adversas e secundárias à atrofia muscular também contribuem para maus resultados funcionais e clínicos<sup>[2][3]</sup>, associando esta condição a um catabolismo elevado secundário à atividade inflamatória e a um suporte nutricional inadequado, nomeadamente com uma excessiva carência proteica, em contexto de doença aguda<sup>[4]</sup>.

A aplicação transformacional das técnicas existentes para estudar e avaliar a massa muscular dos doentes críticos apoia a compreensão das características e alterações musculares dos pacientes internados na SCI, tanto no momento de admissão como a sua evolução ao longo do internamento<sup>[5]</sup>, permitindo avaliar e quantificar a massa muscular num único momento<sup>[6]</sup>. O fato destes doentes estarem muitas vezes sedados e sob suporte ventilatório dificulta o seu estudo, condicionando a realização de exames sensitivos e motores fiáveis<sup>[3]</sup>. Assim sendo, para uma interpretação precisados resultados, é essencial a compreensão das vantagens e limitações do método<sup>[7]</sup>, com vista à obtenção de medições em tempo real, que permitam uma orientação oportuna por parte dos profissionais de saúde no que toca à identificação de risco nutricional e avaliação do suporte metabólico nos doentes críticos<sup>[8]</sup>. Alguns exemplos de técnicas existentes para avaliação da composição corporal são a antropometria (prega cutânea, circunferências dos membros), densidade corporal/volume, hidrometria, bioimpedância e técnicas de imagem como a densitometria por feixe duplo (DEXA), tomografia computadorizada (TAC), ressonância magnética (RM) e ecografia<sup>[9]</sup>. No que diz respeito à avaliação da massa muscular, a ecografia não só apresenta uma correlação positiva com a densitometria<sup>[10][11][12]</sup>, TAC<sup>[13]</sup> e RM<sup>[14][15][16]</sup>, como também se distingue como uma técnica válida e precisa para avaliar a quantidade e qualidade muscular<sup>[17][18]</sup> em doentes críticos<sup>[16][19][20]</sup>. Este método possibilita uma avaliação instantânea, com baixo/moderado custo, isenta de radiação, facilmente repetível, capaz de diferenciar o tecido adiposo do tecido muscular subcutâneo, e mais acessível do que outras técnicas<sup>[21]</sup>, com a mais valia de existir uma forte correlação positiva com os outros métodos previamente descritos<sup>[14][21][22]</sup>. Da mesma forma acresce ainda a existência de desvantagens apresentadas pelas outras técnicas supracitadas, nomeadamente, a necessidade de uma avaliação volitiva, imprecisão, dificuldade na execução e dependência de profissionais especializados. Podem ainda ser invasivas, dispendiosas e implicar risco no transporte do paciente, comprometendo a sua aplicabilidade em doentes críticos<sup>[9][23][24]</sup>.

Por outro lado, os marcadores antropométricos e bioquímicos também não são recomendados para a avaliação nutricional da população gravemente enferma, pois estes marcadores são sensíveis a alterações hemodinâmicas e são influenciados por processos inflamatórios<sup>[25]</sup>. Contudo, apesar da avaliação da espessura muscular no paciente crítico ser desafiadora pela sua condição instável e estado enfraquecido destes doentes, a ecografia apresenta-se como uma técnica acessível mesmo em doentes edemaciados e com retenção hídrica<sup>[28]</sup>. Embora esta técnica requeira um protocolo específico, existem estudos que referem boa confiabilidade intra e inter-avaliador<sup>[17]</sup>. Até à data ainda não foram estabelecidos quais os melhores locais anatómicos para executar as avaliações<sup>[29]</sup>, contudo foram encontrados estudos com bons coeficientes de reprodutibilidade incluindo os músculos vasto lateral, reto femoral, bíceps braquial e músculos do tronco<sup>[17]</sup>. Existem dois tipos de dispositivos ecográficos: Modo A (modo de amplitude) - (*BodyMetrix™ BX2000*), e modo B ou modo 2D (modo de brilho). A capacidade de monitorizar facilmente as mudanças é mais uma das suas vantagens, permitindo avaliar, não apenas a massa muscular total, mas subgrupos musculares<sup>[30]</sup>. Usada quantitativamente, a ecografia tem a capacidade de avaliar a massa muscular através da avaliação da espessura muscular<sup>[31]</sup>. No entanto, sendo uma prática dependente do operador que pode ser susceptível a erros inter-observador, constituindo-a numa técnica sub-ótima. Múltiplas técnicas de ecografia muscular foram estudadas em diferentes populações, sendo a confiabilidade da aquisição da imagem por operadores com diferentes níveis de experiência foi elevada, no entanto não se sabe qual é o papel da experiência do operador no desempenho da confiabilidade da análise das imagens se um protocolo standardizado for utilizado para esse fim<sup>[32]</sup>. Alguns estudos sugerem o uso de compressão mínima na sonda, durante a aquisição da imagem, com desvio mínimo do grupo muscular a ser medido<sup>[14][20][33]</sup>. Com vista a superar as dificuldades inerentes à desnutrição do doente crítico, é necessária intervenção precoce neste âmbito<sup>[34]</sup>. Para tal acontecer, a quantificação objetiva do músculo (que inclui, mas não se limita a: massa muscular, espessura e área de seção transversal) pode ser suficientemente sensível na deteção de pequenas alterações em períodos agudos, podendo ainda facilitar a avaliação de intervenções no combate à atrofia e fraqueza muscular<sup>[35]</sup>.

## **OBJETIVOS DO ESTUDO**

O objetivo principal deste estudo é avaliar a confiabilidade Intra e Inter-individual na avaliação da espessura muscular por ecografia, em doentes críticos.

O objetivo secundário é comparar as espessuras musculares por ecografia em doentes críticos, em dois momentos: nas primeiras 72h e após a primeira semana de internamento.

## MÉTODOS E PARTICIPANTES

Todos os procedimentos descritos neste estudo foram aprovados pela Comissão de Ética do Centro Hospitalar e Universitário do Porto e o consentimento informado foi obtido em todos os pacientes. O estudo foi realizado de acordo com a Declaração de Helsínquia - princípios éticos de pesquisa médica envolvendo seres humanos<sup>[39]</sup>. O estudo foi conduzido no SCI - Departamento de Cuidados Intensivos - Unidade Central, Centro Hospitalar Universitário do Porto, Porto, Portugal.

### DESENHO DO ESTUDO E PARTICIPANTES

Trata-se de um estudo prospectivo observacional que incluiu pacientes que foram admitidos na Unidade de Cuidados Intensivos do Centro Hospitalar Universitário do Porto entre Agosto de 2018 e Maio de 2019.

Os critérios de inclusão foram: a idade igual ou superior a 18 anos; primeira avaliação efetuada até às primeiras 72h de internamento na SCI; tempo de internamento superior a 6 dias. Foram excluídos: indivíduos sobre efeito de relaxantes musculares; pacientes com paralisia ou doenças degenerativas; aqueles que apresentaram alterações anatómicas durante o internamento.

Para cada paciente, foram registados dados demográficos e clínicos: sexo; idade; estatura; peso; índice de massa corporal (IMC); tempo de permanência no SCI; incidência de comorbidades maiores, porém o anonimato dos participantes foi mantido.

### AQUISIÇÃO DE MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS

Durante a obtenção das medidas antropométricas, todos os pacientes estavam em posição supina, com ombros e anca em posição neutra, cotovelos e joelhos em extensão completa e tornozelos a 90 graus<sup>[36]</sup>. As marcas anatómicas utilizadas para obter o perímetro do braço, foram a articulação acrómio-clavicular (processo acromial) e tuberosidade radial, sendo medida a circunferência a meio da distância anterior entre estes dois pontos. O perímetro da coxa foi obtido calculando o ponto de medição 15 cm acima do bordo proximal da rótula. Para garantir a obtenção das medidas antropométricas e ecográficas no mesmo local do corpo do paciente, estes sítios foram previamente marcados por uma caneta permanente. Devido a estes doentes estarem alectuados e não existirem no serviço camas com balanças disponíveis para a avaliação exata do seu peso, a altura e o peso foram obtidos através do registo clínico electrónico de cada paciente.

O índice de massa corporal (IMC) foi calculado e categorizado de acordo com os pontos de corte definidos pela Organização Mundial de Saúde<sup>[40]</sup>.

### AQUISIÇÃO DE IMAGEM

Todas as imagens foram obtidas seguindo um protocolo de aquisição de imagem adequado às condições destes pacientes, bem como marcas anatómicas e posição do paciente pré-definida.



A profundidade, pressão e ajustes ecográficos foram mantidos constantes entre avaliadores e durante todo o processo. Em cada medição foi utilizada uma quantidade generosa de gel condutor para minimizar a distorção da imagem, aplicando a mínima pressão possível na sonda<sup>[19][35][41]</sup>.

Foram realizadas duas medições em cada músculo. O dispositivo utilizado para obtenção e análise das imagens foi o BodyMetrix TM BX2000 (IntelaMetrix), um ecógrafomodo-A 2,5 MHz, associado a uma versão profissional de software de visualização do corpo 1.0.6.7425 (IntelaMetrix).

Os primeiros dois procedimentos compreendem medições realizadas por dois dos 3 avaliadores, fazendo, cada um, uma medição do grupo muscular em questão, com um intervalo de 5 minutos. Num segundo momento (7 dias após a primeira avaliação) o avaliador que fez a primeira medição no primeiro momento, realiza a terceira medição. A obtenção das imagens foi efetuada pelos investigadores 1 e 2.

Fazem parte do estudo cortes transversais do bíceps e quadríceps femoral, sendo que foi avaliada em cada uma a espessura (em milímetros) do músculo.

O bíceps braquial é um músculo constituído por duas porções localizadas anteriormente no braço superior médio, formando um único músculo, com inserção distal comum na tuberosidade radial. Durante a aquisição de imagem, o braço escolhido encontrava-se fixado em posição neutra (entre pronação e supinação). O gel condutor foi colocado na parte superior da sonda e, posteriormente, no local do corpo do doente a medir, de forma a reduzir a fricção e permitir a movimentação mais fácil da sonda. O aparelho foi posicionado perpendicularmente ao eixo longo do músculo (ou seja, perpendicular ao eixo principal do membro). A marcação do local de medição facilitou a consistência das medições subsequentes. Então, utilizando a abordagem anteriormente descrita, a medição iniciou-se 1 cm acima do ponto médio anterior acromio-radial até à inserção distal do bíceps, durante 5 segundos. Na coxa (do mesmo modo, do lado escolhido como o mais adequado), para a avaliação do quadríceps femoral, os pacientes devem estar em posição supina, com os joelhos estendidos e os dedos dos pés a apontar para o teto<sup>[18]</sup>. A técnica usada foi, com o auxílio de uma fita métrica maleável, procurar fazer o desenho mental de uma linha na parte anterior do membro, desde a espinha ilíaca anterio-inferior até ao ponto médio da parte proximal da rótula, e marcar a mediana dessas duas referências<sup>[15][42][43][44][45][46][47][48]</sup>. A sonda foi posicionada 1 cm acima deste ponto médio previamente calculado e, durante 5 segundos, com uma orientação proximal-distal, avaliado. O protocolo desenvolvido para a aquisição de imagens encontra-se no Apêndice 1.

As imagens foram adquiridas pela seguinte ordem: um dos 3 avaliadores realizou o procedimento (PR) "PR1", seguido de outro avaliador "PR2". Sete dias após a aquisição do "PR1", foi efetuada uma nova medição "PR3", pelo menos avaliador que realizou o "PR1". O período de 7 dias foi considerado suficiente para o profissional não recordar a primeira medição<sup>[49]</sup>. PR1 e PR2 foram realizados com intervalos de tempo de 5 minutos. Os avaliadores não tiveram acesso às medições um do outro.

## ANÁLISE DA IMAGEM ECOGRÁFICA

As imagens ecográficas foram analisadas no computador, utilizando o software BodyViewProFit™. Todos os resultados foram mantidos ocultos dos examinadores.

A espessura do músculo (em milímetros) foi determinada a partir da interface entre o tecido adiposo e o tecido muscular (fáscia) até à interface entre tecido muscular e tecido ósseo. Cada observador repetiu a medição da espessura de cada grupo muscular 3 vezes, sendo usada a média das 3 medições como valor final<sup>[18]</sup>, reduzindo assim a probabilidade de erro aleatório<sup>[55]</sup>.

Neste estudo contamos com três investigadores: dois deles, (investigador 1 e 2) tinham "nível de principiante" de experiência em ecografia; o investigador 3 foi considerado experiente na aquisição e análise da imagem ecográfica. O investigador 1 (autor) analisou imagens obtidas a partir de "PR1" e "PR3". As imagens examinadas pelo observador 1 foram rotuladas como "Pr1\_M1\_D1\_A1", "Pr3\_M1\_D1". A imagem obtida no "PR1" pelo observador 1 foi reanalisada 7 dias depois, pelo mesmo profissional, caracterizada como "Pr1\_M1\_D1\_A2". O observador 2 analisou imagens do "PR2" adquiridas por si mesmo, denominadas "Pr2\_D2" e a imagem de "PR1" realizada pelo avaliador 1, citada como "Pr1\_M1\_D2". O observador 3 analisou somente uma imagem, a do "PR1" adquirida pelo observador 1. As imagens analisadas por observador 3 foram intituladas "Pr1\_D3".

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

A caracterização global da amostra está relatada em variáveis numéricas relativas à média: desvio padrão (DP); mediana; mínimo e máximo, são apresentadas no texto através da média  $\pm$  DP. Para variáveis qualitativas, recorre-se às frequências absolutas e relativas. Os valores de interesse utilizados, relativos às medições ecográficas da espessura muscular, são referentes a uma média de três medições<sup>[50]</sup>. Foi efetuada a análise pelo método de correlação de Pearson. A correlação foi considerada muito fraca quando  $0 < r \leq 0,30$ , fraca quando  $0,30 < r \leq 0,50$ , moderada quando  $0,5 < r \leq 0,7$ , forte quando  $0,7 < r < 0,9$  e, para valores de 0,9 a 1, muito forte<sup>[51]</sup>. Foi determinada a concordância nos resultados das medições entre dois investigadores diferentes (inter-observador) e pelo mesmo avaliador (intra-observador) através do cálculo do Coeficiente de Correlação Intraclassa (ICC). Para avaliar a confiabilidade foram considerados os intervalos: ICC=0 a 0.25 - inexistente; ICC=0.25 a 0.50 - fraco; ICC= 0.50 a 0.75 - moderado a forte; ICC=0.75 a 1 - muito forte. Foi definido significado estatístico quando  $p < 0.05$ <sup>[24][53]</sup>. Na Tabela I estão representados os pares definidos para correlação entre variáveis. Todos os dados foram analisados no SPSS versão 25.0 (SPSS Inc., an IBM Company, USA).

## RESULTADOS

### CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA DO ESTUDO

De 24 doentes iniciais, foram excluídos 8 por alterações anatómicas apresentadas durante o internamento. Dos doentes observados, 18,3% (n=3) faleceram durante o internamento. A amostra final é composta por 16 doentes cuja média etária foi de  $61,25 \pm 18,4$  anos, verificando-se uma idade menor de 21 anos e a maior de 90 anos. Em média, o tempo de internamento decorrido no serviço foi de  $18,69 \pm 9,04$  dias, sendo que à admissão, 12,5% foram doentes cirúrgicos programados, 18,8% cirúrgicos urgentes, 62,5% médicos e 6,3% politraumatizados. O peso médio foi de  $74,94 \pm 15,4$  kilogramas e a altura média de  $1,66 \pm 0,12$  metros. Nenhum dos doentes apresentou um IMC abaixo do peso normal, sendo que 37,5% (n=6) apresentavam peso normal na admissão, 43,8% (n=7) com excesso de peso e 18,8% (n=3) com obesidade. Na Tabela II apresentam-se as características demográficas e clínicas da amostra final.

### MEDIÇÕES E EVOLUÇÃO

Na Tabela III estão representados os valores da circunferência do braço e coxa medidos em dois tempos. As tabelas IV e V são referentes aos valores da espessura muscular medida por ecografia pelos vários investigadores, no Bíceps Braquial e Quadríceps Femoral, respetivamente. Analisando a Tabela VI podemos concluir que no primeiro momento, a média basal  $\pm$  DP do perímetro do braço foi de  $33,47 \pm 6,55$  centímetros, sendo o valor mínimo de 21 cm e o máximo de 51cm. No mesmo momento, a média de valores para análise de imagem ecográfica foi de  $18,81 \pm 9,2$  milímetros, sendo o valor mais baixo de 8mm e o mais alto de 42mm. Relativamente ao segundo momento de avaliação, o valor dos perímetros foi de uma média de  $32 \pm 7,32$  cm, com o menor valor de 21 cm e o maior de 48 cm, correspondendo temporalmente a uma média de espessura muscular ecográfica de  $15,43 \pm 7,22$  mm, dentro de um mínimo de 8mm e máximo de 31 mm. Foi demonstrada uma média de 4,4% no que toca à diminuição do tamanho do perímetro do braço dos doentes nos primeiros 7 dias, comparativamente a uma redução de 18% encontrada nas medidas ecográficas entre o primeiro e segundo momento.

A tabela VII reúne as médias dos resultados das medições pelas duas técnicas utilizadas (circunferência da coxa e medição da espessura muscular na imagem ecográfica) no estudo da massa muscular do Quadríceps Femoral. A média basal  $\pm$  DP do perímetro da coxa no momento um é de  $50,75 \pm 9,85$  cm, sendo o valor mínimo obtido de 32 cm e o máximo de 70 cm, comparativamente a um segundo momento da mesma medição com uma média de  $48,63 \pm 8,65$  cm, incluindo valores desde os 32 cm aos 63 cm. Relativamente à espessura muscular, em mm, medida por avaliação ecográfica, no primeiro momento a média foi de  $21,14 \pm 6,86$  mm, com um valor mínimo de 9 mm e um máximo de 34 mm. Passados 7 dias a média dos valores obtidos desceu para  $18,75 \pm 6,37$  mm, oscilando os valores entre 8 mm e 31 mm. Entre as primeiras 72h

e a primeira semana de internamento, foi demonstrada uma perda, em média, de 4,2% relativamente ao perímetro da coxa e de 13,5% na espessura muscular avaliada por ecografia. A figura 3 corresponde à representação gráfica destes resultados.

### **CORRELAÇÃO LINEAR**

Na tabela IX estão apresentados os resultados alusivos à correlação linear das medidas ecográficas entre os diferentes investigadores, entre as medições de ambos os grupos musculares (BB e QF). Verifica-se que 91% dos valores das medições do investigador 1 no PR1 e do investigador 2 no PR2 são análogos ( $p=0,01$ ), no BB, comparativamente a 95% no QF ( $p=0,01$ ). Comparando as medições do investigador 1 da mesma imagem em dois tempos (PR1 e PR3), podemos notar 98% dos valores semelhantes entre medições ( $p=0,01$ ) no BB e 99% no QF ( $p=0,01$ ). Observando as medições da mesma imagem (PR1), pelo investigador 1 e pelo investigador 2, verifica-se 95% de concordância no BB ( $p=0,01$ ), e 94% no QF ( $p=0,01$ ). Por último, comparando as medições da mesma imagem (PR1) entre o investigador 1 e o investigador 3, confirma-se que 55% dos valores são iguais nas medições do BB ( $p=0,05$ ) e 82% no QF ( $p=0,01$ ). Determinando a relação entre as duas técnicas utilizadas para avaliação da composição corporal (antropometria e ecografia), valores apresentados na Tabela IX, podemos concluir que, na medição do braço/bíceps braquial, 50% dos valores obtidos ( $p=0,05$ ) têm valores iguais ou semelhantes no primeiro momento, e 60% de concordância de valores no segundo momento. Contrariamente, na coxa, não se observa uma distribuição idêntica dos valores no primeiro momento, havendo cerca de 50% com tendência a serem semelhantes, contrariamente, no segundo momento, são reportados 60% dos valores concordantes ( $p=0,05$ ). O grau de associação entre as duas técnicas, é igualmente maior no segundo momento do que no primeiro, tanto no braço como na coxa.

### **ANÁLISE DA CONCORDÂNCIA**

Os resultados do estudo estatístico da associação entre as várias medições efetuadas pelos diferentes observadores encontram-se sumariados na Tabela X.

### **FIABILIDADE PROCESSUAL**

Para a avaliação da confiabilidade de procedimento inter-observador, foram emparelhados o par 1, referente às medições do observador 1 e do observador 2, no primeiro momento, no BB; e o par 2, relativamente ao mesmo momento, mas a medições realizadas no QF. O coeficiente de reprodutibilidade resultou numa concordância quase completa ( $ICC=0,91$  e  $p=0,001$  para o BB;  $ICC=0,93$  e  $p=0,001$  para o QF).

### **FIABILIDADE DE MEDIÇÃO**

O nível de concordância intra-individual nas medições das imagens ecográficas mostrou-se

excelente para ambos os grupos musculares, registrando valores do ICC de 0,99 e  $p=0,001$ . Os níveis de concordância entre avaliadores, para cada um dos grupos musculares, variou de moderado a excelente. A discordância tendeu a ser maior nas medições do Bíceps Braquial, comparativamente ao Quadríceps Femoral, demonstrando-se apenas moderado e menor entre os dois investigadores menos experientes (ICC= 0,31 e  $p=0,001$ ) comparativamente à correlação entre o investigador menos e o mais experiente (ICC=0,54 e  $p=0,001$ ). Nas medições relativas ao QF foi denotado um nível de acordo excelente entre investigadores com diferente nível de experiência (ICC=0,79 e  $p=0,001$ ), bem como entre os investigadores menos experientes (ICC=0,92 e  $p=0,001$ ).

## DISCUSSÃO

Mitigar o grau de perda de massa muscular durante doença aguda é um alvo fundamental para melhorar o prognóstico do doente crítico<sup>[20]</sup>. Para que a ecografia modo A seja uma técnica de cabeceira em doentes do SCI, é necessário que os resultados sejam fiáveis<sup>[54]</sup>. Neste estudo foram encontrados níveis de concordância que vão de moderados a excelentes no que diz respeito à confiabilidade intra e inter-observador na medição da massa muscular por ecografia. Apesar de ter sido levantada a hipótese de que a fiabilidade de medição poderia ser maior do que a fiabilidade de procedimento, considerando que o procedimento requer mais manuseio do que as etapas inerentes à análise de imagem, poderá existir um maior erro associado ao investigador. Neste estudo verificou-se que entre diferentes observadores existe uma força de correlação de procedimento maior do que de medição das imagens ecográficas. No que diz respeito ao procedimento, a confiabilidade inter-observador da avaliação da espessura muscular foi excelente, tanto para o BB como para o QF. Este facto pode estar relacionado com uma curva curta de aprendizagem da técnica, fazendo com que o método seja, apesar de operador dependente, rapidamente interiorizado por um profissional que não tenha formação prévia específica na área. Relativamente à volubilidade dos níveis de concordância na medição das imagens obtidas, verificou-se que a confiabilidade entre as medições da espessura muscular das imagens ecográficas pelo mesmo investigador foi excelente. Tendo em conta outros estudos publicados, admitindo que a confiabilidade inter-observador é menor que a intra-observador, este resultado era espectável, uma vez que incorpora variabilidades inerentes a diferentes avaliadores. Na interpretação da análise da confiabilidade entre investigadores, observa-se alguma diferença nos resultados encontrados nos dois grupos musculares. O nível de reprodutibilidade relativo ao bíceps braquial, entre os dois avaliadores com menos experiência apresentou-se fraco, comparativamente ao nível de concordância entre o investigador menos e o mais experiente, revelando-se moderado entre estes.

Comparando os valores obtidos no BB e QF, este último grupo muscular apresenta um nível de correlação muito forte, comparativamente a uma correlação fraca no BB. A diferença observada entre medições de imagens dos dois grupos pode ser explicada pelo facto de grupos musculares maiores serem menos suscetíveis a erros nas medições ecográficas, e por isso haver um nível de reprodutibilidade pobre demonstrada em medições do braço, comparativamente a uma fiabilidade excelente nas medições da coxa.

No QF, o nível de concordância variou de bom a excelente, podendo esta pequena diferença ser interpretada pelo diferente nível de experiência dos investigadores nas medições ecográficas, tendo-se verificado uma força de concordância forte entre o investigador com menos experiência e o investigador mais experiente, comparativamente a uma concordância quase total entre os dois investigadores menos experientes. A heterogeneidade observada entre os dois investigadores

pouco experientes, comparativamente à obtida entre investigadores com diferentes níveis de experiência. é menor. Esta evidência poderá estar relacionada com o facto do nível de prática ser semelhante. No que diz respeito à comparação dos resultados obtidos pelos perímetros e pela medição da espessura muscular, observa-se uma diminuição da espessura muscular e dos perímetros entre os 2 momentos de avaliação. No que diz respeito à medida das circunferências, verificou-se uma diminuição em todos os doentes em ambos os grupos musculares, se bem que no braço essa diminuição foi de 4,4% e na coxa de 4.2%. Concomitantemente, a espessura muscular no braço também diminuiu em 94% dos doentes. Na coxa, diminuiu em 100% dos doentes. No braço, a percentagem da diminuição da espessura muscular foi de 18% enquanto na coxa (QF), verificou-se uma diminuição de 13,5%. As diferenças relativas dos dois métodos na deteção das alterações experienciadas pelos doentes críticos na primeira semana de internamento podem ser atribuídas à maior sensibilidade do método ecográfico na deteção de pequenas alterações em períodos agudos. A medida da circunferência dos membros também é mais afetada pelo estado edemaciado destes doentes, ao contrário da ecografia que é capaz de distinguir a retenção hídrica secundária à inflamação e infeção<sup>[56][57]</sup>. Existe uma relação positiva direta e estatisticamente significativa entre as medidas ecográficas e perímetros medidos pelo mesmo investigador no mesmo momento e local.

O facto dos resultados apresentados neste estudo serem positivos permite inferir que o método ecográfico para a avaliação da espessura muscular pode, potencialmente ser utilizado no SCI, dado que esta técnica apresenta vantagens como a portabilidade, rapidez, baixo custo e segurança. A quase perfeita correlação entre investigadores novatos e experientes traduz a aplicabilidade deste método em serviços com pessoas não necessariamente experientes. Poderá permitir ainda valor adicional no diagnóstico e monitorização da malnutrição e sarcopenia.

### LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Este estudo teve algumas limitações, como por exemplo, o tamanho reduzido da população, bem como as alterações anatómicas adquiridas durante o internamento, contribuindo para uma amostra final reduzida. Também não foi possível recolher os dados relativamente ao balanço hídrico diário dos doentes, bem como avaliar o aporte calórico global fornecido aos doentes críticos. Sendo a perda de massa muscular frequentemente mascarada pelo excesso de gordura ou retenção de fluidos, podendo estes perfazer até 10 – 20% do peso corporal do paciente<sup>[9]</sup>, seria benéfico poder ter incluído os dados acima referidos como variáveis deste estudo. A gordura infiltrada no músculo é também um fator confundidor na interpretação e análise das imagens<sup>[19][58]</sup>.

## CONCLUSÃO

Existe concordância significativa entre a avaliação da massa muscular dos doentes internados no SCI, com recurso quer à ecografia quer à avaliação antropométrica. A ecografia, mesmo sendo uma técnica operador dependente, revela uma curva de aprendizagem curta e útil e confiável na avaliação de doentes críticos. Estes resultados sugerem esta técnica como um exame complementar útil e fiável na avaliação e monitorização das alterações da massa muscular nestes doentes.



## BIBLIOGRAFIA

1. Hurel, D., et al., *Quality of life 6 months after intensive care: results of a prospective multicenter study using a generic health status scale and a satisfaction scale*. Intensive Care Med, 1997. 23(3): p. 331-7.
2. Brandt, C. and B.K. Pedersen, *The role of exercise-induced myokines in muscle homeostasis and the defense against chronic diseases*. J Biomed Biotechnol, 2010. 2010: p. 520258.
3. Maramattom, B.V. and E.F. Wijdicks, *Acute neuromuscular weakness in the intensive care unit*. Crit Care Med, 2006. 34(11): p. 2835-41.
4. Deutz, N.E.P., et al., *The Underappreciated Role of Low Muscle Mass in the Management of Malnutrition*. J Am Med Dir Assoc, 2019. 20(1): p. 22-27.
5. Parry, S.M., et al., *Ultrasonography in the intensive care setting can be used to detect changes in the quality and quantity of muscle and is related to muscle strength and function*. J Crit Care, 2015. 30(5): p. 1151 e9-14.
6. Compher, C., et al., *Greater Protein and Energy Intake May Be Associated With Improved Mortality in Higher Risk Critically Ill Patients: A Multicenter, Multinational Observational Study*. Crit Care Med, 2017. 45(2): p. 156-163.
7. Teigen, L.M., et al., *The Use of Technology for Estimating Body Composition Strengths and Weaknesses of Common Modalities in a Clinical Setting [Formula: see text]*. Nutr Clin Pract, 2017. 32(1): p. 20-29.
8. Looijaard, W., J. Molinger, and P.J.M. Weijs, *Measuring and monitoring lean body mass in critical illness*. Curr Opin Crit Care, 2018. 24(4): p. 241-247.
9. Prado, C.M. and S.B. Heymsfield, *Lean tissue imaging: a new era for nutritional assessment and intervention*. JPEN J Parenter Enteral Nutr, 2014. 38(8): p. 940-53.
10. Abe, T., et al., *Ultrasound-Derived Forearm Muscle Thickness Is a Powerful Predictor for Estimating DXA-Derived Appendicular Lean Mass in Japanese Older Adults*. Ultrasound Med Biol, 2016. 42(9): p. 2341-4.
11. Takai, Y., et al., *Applicability of ultrasound muscle thickness measurements for predicting fat-free mass in elderly population*. J Nutr Health Aging, 2014. 18(6): p. 579-85.
12. Abe, T., et al., *Validity of ultrasound prediction equations for total and regional muscularity in middle-aged and older men and women*. Ultrasound Med Biol, 2015. 41(2): p. 557-64.
13. Thomaes, T., et al., *Reliability and validity of the ultrasound technique to measure the rectus femoris muscle diameter in older CAD-patients*. BMC medical imaging, 2012. 12: p. 7-7.
14. Sanada, K., et al., *Prediction and validation of total and regional skeletal muscle mass by ultrasound in Japanese adults*. Eur J Appl Physiol, 2006. 96(1): p. 24-31.
15. Tandon, P., et al., *A Model to Identify Sarcopenia in Patients With Cirrhosis*. Clin Gastroenterol Hepatol, 2016. 14(10): p. 1473-1480.e3.
16. Fizez, T., et al., *An Analysis of Reliability and Accuracy of Muscle Thickness Ultrasonography in Critically Ill Children and Adults*. JPEN J Parenter Enteral Nutr, 2016. 40(7): p. 944-9.
17. Nijholt, W., et al., *The reliability and validity of ultrasound to quantify muscles in older adults: a systematic review*. J Cachexia Sarcopenia Muscle, 2017. 8(5): p. 702-712.
18. Mourtzakis, M. and P. Wischmeyer, *Bedside ultrasound measurement of skeletal muscle*. Curr Opin Clin Nutr Metab Care, 2014. 17(5): p. 389-95.
19. Puthuchery, Z.A., et al., *Qualitative Ultrasound in Acute Critical Illness Muscle Wasting*. Crit Care Med, 2015. 43(8): p. 1603-11.

20. Parry, S.M., et al., *Ultrasonography in the intensive care setting can be used to detect changes in the quality and quantity of muscle and is related to muscle strength and function.* J Crit Care, 2015. 30(5): p. 1151.e9-14.
21. MacGillivray, T.J., et al., *3D freehand ultrasound for in vivo determination of human skeletal muscle volume.* Ultrasound Med Biol, 2009. 35(6): p. 928-35.
22. Reeves, N.D., C.N. Maganaris, and M.V. Narici, *Ultrasonographic assessment of human skeletal muscle size.* Eur J Appl Physiol, 2004. 91(1): p. 116-8.
23. Weimann, A., et al., *ESPEN guideline: clinical nutrition in surgery.* Clinical nutrition, 2017. 36(3): p. 623-650.
24. Buckinx, F., et al., *Pitfalls in the measurement of muscle mass: a need for a reference standard.* J Cachexia Sarcopenia Muscle, 2018. 9(2): p. 269-278.
25. McClave, S.A., et al., *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.).* JPEN J Parenter Enteral Nutr, 2016. 40(2): p. 159-211.
26. Wischmeyer, P.E., et al., *Muscle mass and physical recovery in ICU: innovations for targeting of nutrition and exercise.* Curr Opin Crit Care, 2017. 23(4): p. 269-278.
27. Ferrie, S. and E. Tsang, *Monitoring Nutrition in Critical Illness: What Can We Use?* Nutr Clin Pract, 2017: p. 884533617706312.
28. Havens, J.M., et al., *Malnutrition at Intensive Care Unit Admission Predicts Mortality in Emergency General Surgery Patients.* JPEN J Parenter Enteral Nutr, 2018. 42(1): p. 156-163.
29. Miyatani, M., et al., *The accuracy of volume estimates using ultrasound muscle thickness measurements in different muscle groups.* Eur J Appl Physiol, 2004. 91(2-3): p. 264-72.
30. Lee, G.D. and H.C. Kim, *Mechanisms of Muscle Wasting in Patients with Sepsis.* Korean J Crit Care Med, 2010. 25(1): p. 9-15.
31. Paris, M.T., et al., *Development of a bedside viable ultrasound protocol to quantify appendicular lean tissue mass.* J Cachexia Sarcopenia Muscle, 2017. 8(5): p. 713-726.
32. Lariviere, C., et al., *The Effects of an 8-Week Stabilization Exercise Program on Lumbar Multifidus Muscle Thickness and Activation as Measured With Ultrasound Imaging in Patients With Low Back Pain: An Exploratory Study.* Pm r, 2018. 10(5): p. 483-493.
33. Arbeille, P., et al., *Quantification of muscle volume by echography: comparison with MRI data on subjects in long-term bed rest.* Ultrasound Med Biol, 2009. 35(7): p. 1092-7.
34. Galindo Martin, C.A., E. Monares Zepeda, and O.A. Lescas Mendez, *Bedside Ultrasound Measurement of Rectus Femoris: A Tutorial for the Nutrition Support Clinician.* J Nutr Metab, 2017. 2017: p. 2767232.
35. Paris, M. and M. Mourtzakis, *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): p. 125-30.
36. Perkisas, S., et al., *Application of ultrasound for muscle assessment in sarcopenia: towards standardized measurements.* European Geriatric Medicine, 2018. 9(6): p. 739-757.
37. Nijholt, W., et al., *Response to: "The use of ultrasound for the estimation of muscle mass: one site fits most?"* Journal of cachexia, sarcopenia and muscle, 2018. 9(3): p. 627-628.
38. Reimers, C.D., T. Harder, and H. Saxe, *Age-related muscle atrophy does not affect all muscles and can partly be compensated by physical activity: an ultrasound study.* J Neurol Sci, 1998. 159(1): p. 60-6.

39. *World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects.* J Am Coll Dent, 2014. 81(3): p. 14-8.
40. [http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro\\_3.html](http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html)
41. Dupont, A.C., et al., *Real-time sonography to estimate muscle thickness: comparison with MRI and CT.* J Clin Ultrasound, 2001. 29(4): p. 230-6.
42. Ikezoe, T., et al., *Age-related muscle atrophy in the lower extremities and daily physical activity in elderly women.* Arch Gerontol Geriatr, 2011. 53(2): p. e153-7.
43. Ikezoe, T., et al., *Associations of muscle stiffness and thickness with muscle strength and muscle power in elderly women.* Geriatr Gerontol Int, 2012. 12(1): p. 86-92.
44. Minetto, M.A., et al., *Ultrasound-Based Detection of Low Muscle Mass for Diagnosis of Sarcopenia in Older Adults.* Pm r, 2016. 8(5): p. 453-62.
45. Stock, M.S., et al., *Evidence of muscular adaptations within four weeks of barbell training in women.* Hum Mov Sci, 2016. 45: p. 7-22.
46. Yamada, M., et al., *Differential Characteristics of Skeletal Muscle in Community-Dwelling Older Adults.* J Am Med Dir Assoc, 2017. 18(9): p. 807.e9-807.e16.
47. Ye, X., M. Wang, and H. Xiao, *Echo intensity of the rectus femoris in stable COPD patients.* International journal of chronic obstructive pulmonary disease, 2017. 12: p. 3007-3015.
48. Kawai, H., et al., *Morphological and qualitative characteristics of the quadriceps muscle of community-dwelling older adults based on ultrasound imaging: classification using latent class analysis.* Aging Clin Exp Res, 2018. 30(4): p. 283-291.
49. Dunn LM, D.L., Bulheller S, Häcker H., *Peabody picture vocabulary test.* American Guidance Service Circle Pines, MN. 1965.
50. Koppenhaver, S.L., et al., *The effect of averaging multiple trials on measurement error during ultrasound imaging of transversus abdominis and lumbar multifidus muscles in individuals with low back pain.* J Orthop Sports Phys Ther, 2009. 39(8): p. 604-611.
51. Mukaka, M.M., *Statistics corner: A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research.* Malawi Med J, 2012. 24(3): p. 69-71.
52. Shrout, P.E. and J.L. Fleiss, *Intraclass correlations: Uses in assessing rater reliability.* Psychological Bulletin, 1979. 86(2): p. 420-428.
53. Sim, J. and C.C. Wright, *The kappa statistic in reliability studies: use, interpretation, and sample size requirements.* Phys Ther, 2005. 85(3): p. 257-68.
54. [<Skeletal Muscle Ultrasound in Critical Care.pdf>](#)
55. Ianhez, M., et al., *The reliability of counting actinic keratosis.* Arch Dermatol Res, 2013. 305(9): p. 841-4.
56. Chau, C.L. and J.F. Griffith, *Musculoskeletal infections: ultrasound appearances.* Clin Radiol, 2005. 60(2): p. 149-59.
57. Adhikari, S. and M. Blaivas, *Sonography first for subcutaneous abscess and cellulitis evaluation.* J Ultrasound Med, 2012. 31(10): p. 1509-12.
58. Campbell, I.T., et al., *Muscle thickness, measured with ultrasound, may be an indicator of lean tissue wasting in multiple organ failure in the presence of edema.* Am J Clin Nutr, 1995. 62(3): p. 533-9.

## APÊNDICES

### APÊNDICE 1

#### *Protocolo para aquisição de imagens*

- 1) Antes de iniciar as medições, confirmar se o paciente está na posição desejável (posição supina, com os membros superiores e inferiores em extensão);
- 2) Inspeccionar os membros, movendo a roupa do doente, para ver se o lado direito pode ser avaliado - se existirem condicionantes que impeçam a avaliação desse lado, avaliar o contralateral;
- 3) No membro superior, identificar o ponto anterior intermédio entre o a tuberosidade do acrómio (articular acrómioclavicular) e a tuberosidade radial - marcar esse ponto com uma caneta cirúrgica;
- 4) No membro inferior, identificar a espinha ilíaca anterior inferior e o bordo proximal da patela - marcar com uma caneta cirúrgica o ponto intermédio da linha anterior que mede a distância entre estas duas referências;
- 5) Pegar na sonda BodyMetrix™ BX2000 (IntelaMetrix), 2, 5MHz, modo-A e colocar uma quantidade generosa de gel condutor no topo, de forma diminuir a barreira existente entre o aparelho e a pele para reduzir os artefatos e facilitar o movimento;
- 6) No membro superior, escolhido o lado mais adequado, certifique-se de que o braço está em posição neutra e fixa (entre pronação e supinação);
- 7) Colocar gel condutor na região anterior do braço a medir (previamente marcada) e espalhar com ajuda da sonda;
- 8) Para obter um corte seccional transversal, ajustar a sonda longitudinal ao eixo principal do braço, formando um ângulo de 90° em relação à superfície da pele;
- 9) Aplicando a mínima pressão possível, iniciar a medição 1 cm acima do ponto previamente marcado, até à inserção distal do bíceps braquial, durante 5 segundos;
- 10) Para medir o membro inferior, revalidar a posição do paciente (joelhos estendidos e dedos dos pés a apontar para o teto);
- 11) Voltar a colocar gel condutor no topo da sonda e seguidamente no local do membro a ser medido (previamente marcado), ajudando a espalhar com a sonda;
- 12) Colocar a sonda longitudinal ao eixo principal do musculo, formando um ângulo de 90 graus;
- 13) Aplicando uma pressão mínima, iniciar a medição 1 cm acima do ponto previamente marcado durante 5 segundos;

## FIGURAS

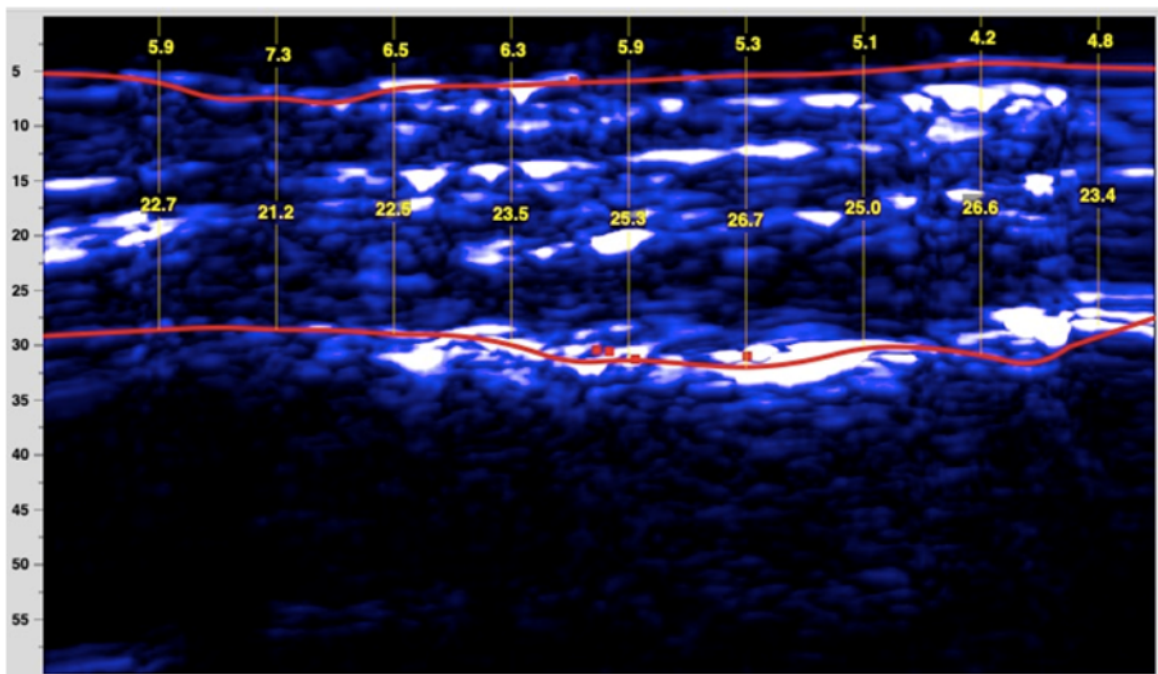


FIGURA 1  
*Imagem transversal de ecografia modo-A da medição do braço anterior (bíceps braquial)*

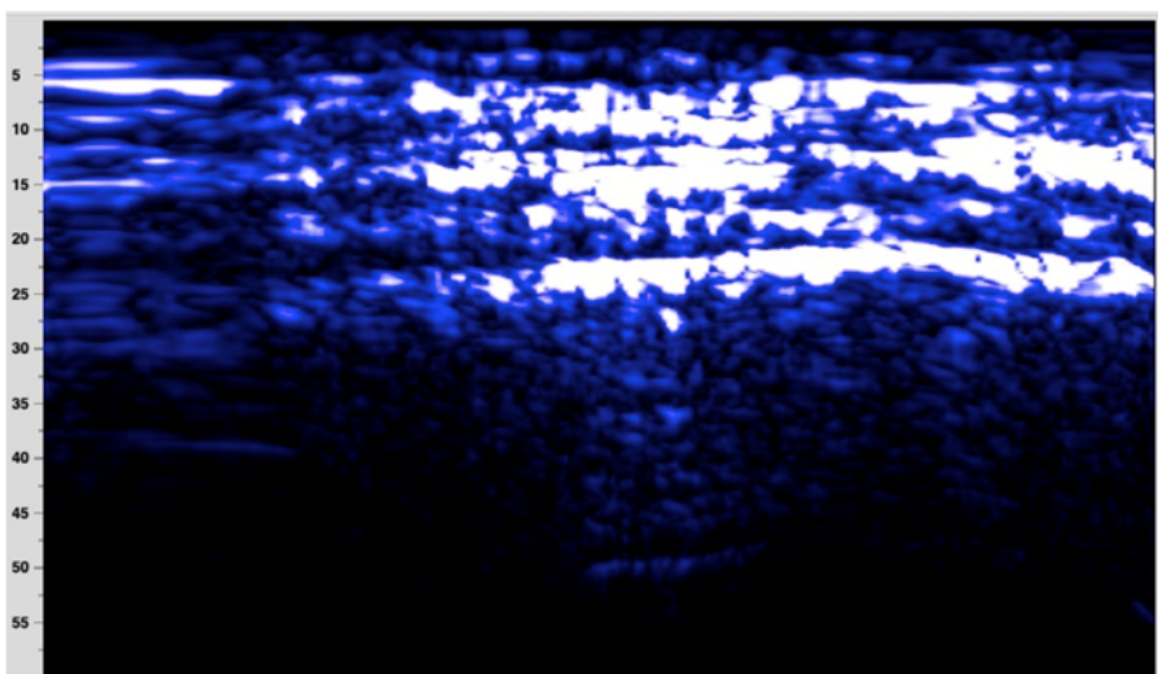


FIGURA 2  
*Imagem transversal de ecografia modo-A da medição da coxa anterior (quadríceps femoral)*

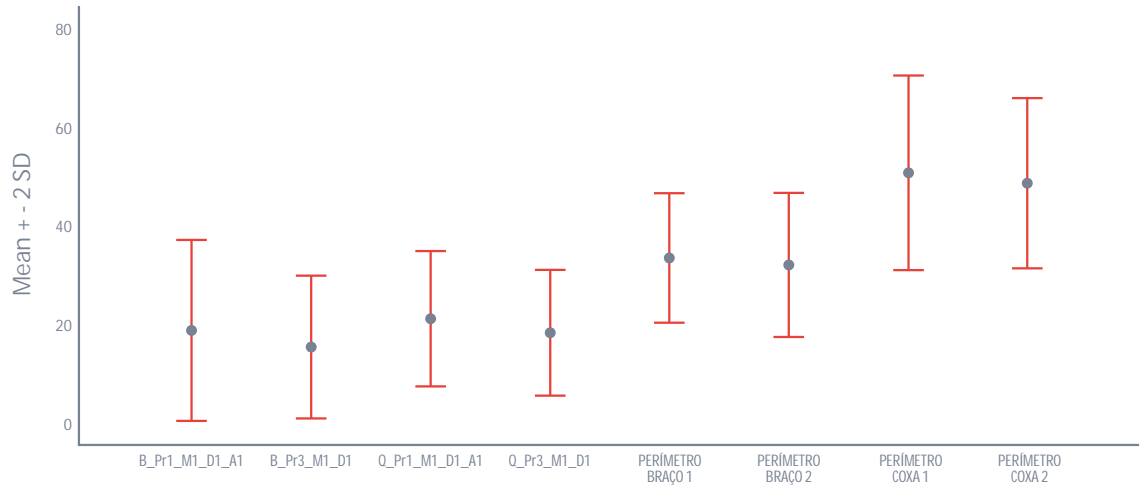


FIGURA 3

*Valores (média ± 2P) das medições antropométricas e ecográficas do BB e QF, em 2 momentos*

## TABELAS

TABELA I  
*Pares definidos para análise estatística da confiabilidade*

Confiabilidade de Procedimento	<i>Inter-observador</i>	Par 1	B_Pr1_M1_D1_A1	B_Pr2_D2
		Par 2	Q_Pr1_M1_D1_A1	Q_Pr2_D2
Confiabilidade de Medição	<i>Intra-observador</i>	Par 3	B_Pr1_M1_D1_A1	B_Pr1_M1_D1_A2
		Par 4	Q_Pr1_M1_D1_A1	Q_Pr1_M1_D1_A2
	<i>Inter-observador</i>	Par 5	B_Pr1_M1_D1_A1	B_Pr1_M1_D2
		Par 6	B_Pr1_M1_D1_A1	B_Pr1_D3
		Par 7	Q_Pr1_M1_D1_A1	Q_Pr1_M1_D2
		Par 8	Q_Pr1_M1_D1_A1	Q_Pr1_D3

B\_Pr1\_M1\_D1\_A1 - Procedimento 1, analisado pelo observador 1 no momento 1; B\_Pr1\_M1\_D2 - Procedimento 1, analisado pelo observador 2 no momento 1; B\_Pr2\_D2 - Procedimento 2, analisado pelo observador 2, no momento 1; B\_Pr1\_M1\_D1\_A2 - Procedimento 1, analisado pelo observador 1 no momento 2; B\_Pr1\_D3 - Procedimento 1, analisado pelo observador 3, no momento 1; B\_Pr3\_M1\_D1 - Procedimento 3, analisado pelo observador 1, no momento 1; Q\_Pr1\_M1\_D1\_A1 - Procedimento 1, analisado pelo observador 1 no momento 1; Q\_Pr1\_M1\_D2 - Procedimento 1, analisado pelo observador 2 no momento 1; Q\_Pr2\_D2 - Procedimento 2, analisado pelo observador 2, no momento 1; Q\_Pr1\_M1\_D1\_A2 - Procedimento 1, analisado pelo observador 1 no momento 2; Q\_Pr1\_D3 - Procedimento 1, analisado pelo observador 3, no momento 1; Q\_Pr3\_M1\_D1 - Procedimento 3, analisado pelo observador 1, no momento 1.

TABELA II  
*Caracterização sociodemográfica e clínica da população*

		N	%
Sexo	Feminino	7	43,8%
	Masculino	9	56,3%
Idade (anos) <i>média ± DP / mediana</i>		61,25 ± 18,4 / 63,5	
Altura (m) <i>média ± DP</i>		1,66 ± 0,12	
Peso (kg) <i>média ± DP / mediana</i>		74,94 ± 15,4 / 77,5	
IMC (kg/m <sup>2</sup> )		27,2 ± 4,21	
Categorias IMC (kg/m <sup>2</sup> )	Peso abaixo do normal ( <i>IMC &lt; 18,5 kg/m<sup>2</sup></i> )	0	0%
	Peso normal ( <i>IMC = 18,5-24,9 kg/m<sup>2</sup></i> )	6	37,5%
	Excesso de peso ( <i>IMC = 25,0-29,9 kg/m<sup>2</sup></i> )	7	43,8%
	Obesidade ( <i>IMC ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></i> )	3	18,8%
Motivo de Internamento	Cirúrgico programado	2	12,5%
	Cirúrgico Urgente	3	18,8%
	Médico	10	62,5%
	Politraumatizado	1	6,3%
	Transplante	0	0%
Tempo de Internamento (dias) <i>média ± DP / mediana</i>		18,69 ± 9,04 / 18,69	
Estado à Saída	Vivo	13	81,3%
	Morto	3	18,8%



TABELA III  
*Medidas antropométricas (circunferências) do braço e da coxa (milímetros)*

PROCESSO	PERÍMETRO BRAÇO 1	PERÍMETRO COXA 1	PERÍMETRO BRAÇO 2	PERÍMETRO COXA 2
1	36	51	33	45
2	29	51	27	48
3	33	63	28	53
4	34	55	31	53
5	34	53	31	51
6	36	52	35	48
7	43	70	37	63
8	51	65	48	61
9	33	42	48	60
10	33	52	31	50
11	30	51	28	48
12	29	40	25,5	37
13	21	40	21	38,5
14	32	44	27	41
15	32,5	51	32,5	49,5
16	29	32	29	32

Perímetro Braço 1 - Avaliado pelo observador 1, no momento 1; Perímetro Coxa 1 - Avaliado pelo observador 1, no momento 1; Perímetro Braço 2 - Avaliado pelo observador 1, no momento 2; Perímetro Coxa 2 - Avaliado pelo observador 1, no momento 2;

TABELA IV

*Valores absolutos da espessura Bíceps Braquial por cada medição (milímetros)*

PROCESSO	B_Pr1_M1_D1_A1	B_Pr1_M1_D2	B_Pr2_D2	B_Pr1_M1_D1_A2	B_Pr1_D3	B_Pr3_M1_D1
1	42,2	41,5	42,4	41,3	14,2	29,0
2	12,2	12,7	13,2	12,6	17,4	10,2
3	14,6	16,3	17,7	10,3	16,1	14,7
4	10,8	7,6	11,2	10,4	9,3	6,3
5	15,7	16,1	20,5	15,8	17,2	10,2
6	15,3	15,2	15,6	15,4	17,1	14,0
7	32,3	34,0	31,2	32,8	34,6	24,6
8	25,1	26,7	25,8	25,0	25,2	23,0
9	22,5	14,4	10,5	20,1	8,9	21,4
10	21,2	27,1	26,9	22,6	31,5	20,3
11	26,9	24,5	26,3	26,2	27,0	22,2
12	12,8	8,4	9,9	9,6	12,1	9,7
13	8,9	5,5	4,4	8,4	5,3	6,3
14	8,3	5,6	8,6	7,6	5,2	6,1
15	18,0	16,9	19,9	18,2	17,1	16,1
16	14,1	14,4	16,0	14,6	14,6	12,7

Valores apresentados como a média de 3 medições; B\_Pr1\_M1\_D1\_A1 - Procedimento 1, analisado pelo observador 1 no momento 1; B\_Pr1\_M1\_D2 - Procedimento 1, analisado pelo observador 2 no momento 1; B\_Pr2\_D2 - Procedimento 2, analisado pelo observador 2, no momento 1; B\_Pr1\_M1\_D1\_A2 - Procedimento 1, analisado pelo observador 1 no momento 2; B\_Pr1\_D3 - Procedimento 1, analisado pelo observador 3, no momento 1; B\_Pr3\_M1\_D1 - Procedimento 3, analisado pelo observador 1, no momento 1.

TABELA V

*Valores absolutos da espessura Quadriceps Femoral por cada medição (milímetros)*

PROCESSO	Q_Pr1_M1_D1_A1	Q_Pr1_M1_D2	Q_Pr2_D2	Q_Pr1_M1_D1_A2	Q_Pr1_D3	Q_Pr3_M1_D1
1	21,2	20,0	21,2	21,1	20,9	19,4
2	16,8	16,3	15,6	16,3	17,4	12,9
3	21,7	21,5	21,2	22,2	37,8	13,8
4	20,6	14,6	17,2	20,1	21,1	16,2
5	19,8	17,4	23,4	18,9	19,1	18,8
6	19,0	21,8	22,2	21,7	21,6	18,0
7	20,4	15,0	16,5	21,4	16,3	19,6
8	29,6	31,8	28,9	30,3	23,4	28,2
9	24,8	21,2	19,5	24,4	19,2	21,4
10	33,7	36,6	37,9	33,5	36,3	24,4
11	26,3	22,0	24,1	26,8	26,5	23,1
12	12,4	12,3	11,6	12,1	12,7	11,2
13	8,9	9,1	7,8	8,8	8,4	8,0
14	18,7	16,1	17,1	19,0	17,3	14,9
15	31,6	35,4	33,6	32,2	34,9	31,3
16	12,8	9,11	8,5	13,0	8,9	11,4

Valores apresentados como a média de 3 medições; Q\_Pr1\_M1\_D1\_A1 - Procedimento 1, analisado pelo observador 1 no momento 1; Q\_Pr1\_M1\_D2 - Procedimento 1, analisado pelo observador 2 no momento 1; Q\_Pr2\_D2 - Procedimento 2, analisado pelo observador 2, no momento 1; Q\_Pr1\_M1\_D1\_A2 - Procedimento 1, analisado pelo observador 1 no momento 2; Q\_Pr1\_D3 - Procedimento 1, analisado pelo observador 3, no momento 1; Q\_Pr3\_M1\_D1 - Procedimento 3, analisado pelo observador 1, no momento 1.

TABELA VI  
*Caracterização das medidas da circunferência e alterações ecográficas do Bíceps Braquial*

	Perímetro B (cm)	Espessura B (mm)
Momento 1	33,47 ± 6,55 / (21-51)	18,81 ± 9,2 / (8-42)
Momento 2	32,00 ± 7,32 / (21-48)	15,43 ± 7,22 / (8-31)
	1,47 ± 4,75 (4,4%)	3,38 ± 3,29 (18%)

Os valores são apresentados em média ± DP; Momento 1 - medição realizada nas primeiras 72h; Momento 2 - avaliação realizada ao fim de 1 semana de internamento; Perímetro B - medida da circunferência do braço; Espessura B - valor da medida ecográfica da espessura do bíceps braquial;

TABELA VII  
*Caracterização das medidas da circunferência e alterações ecográficas do Quadríceps Femoral*

	Perímetro Q (cm)	Espessura Q (mm)
Momento 1	50,75 ± 9,85 / (32-70)	21,14 ± 6,86 / (9-34)
Momento 2	48,63 ± 8,65 / (32-63)	18,75 ± 6,37 / (8-31)
	2,13 ± 5,89 (4,2%)	2,86 ± 2,60 (13,5%)

Os valores são apresentados em média ± DP; Momento 1 - medição realizada nas primeiras 72h; Momento 2 - avaliação realizada ao fim de 1 semana de internamento; Perímetro Q - medida da circunferência da coxa; Espessura Q - valor da medida ecográfica da espessura do quadríceps femoral;

TABELA VIII  
*Correlação linear das medições ecográficas entre investigadores*

		r	
		p	r
Par 1	B_Pr1_M1_D1_A1 B_Pr2_D2	0,001	0,91**
Par 2	Q_Pr1_M1_D1_A1 Q_Pr2_D2	0,001	0,95**
Par 3	B_Pr1_M1_D1_A1 B_Pr1_M1_D1_A2	0,001	0,98**
Par 4	Q_Pr1_M1_D1_A1 Q_Pr1_M1_D1_A2	0,001	0,99**
Par 5	B_Pr1_M1_D1_A1 B_Pr1_M1_D2	0,001	0,95**
Par 6	B_Pr1_M1_D1_A1 B_Pr1_D3	0,05	0,55*
Par 7	Q_Pr1_M1_D1_A1 Q_Pr1_M1_D2	0,001	0,94**
Par 8	Q_Pr1_M1_D1_A1 Q_Pr1_D3	0,001	0,82**

r - coeficiente de correlação de Pearson; B\_Pr1\_M1\_D1\_A1 - Procedimento 1, analisado pelo observador 1 no momento 1; B\_Pr1\_M1\_D2 - Procedimento 1, analisado pelo observador 2 no momento 1; B\_Pr2\_D2 - Procedimento 2, analisado pelo observador 2, no momento 1; B\_Pr1\_M1\_D1\_A2 - Procedimento 1, analisado pelo observador 1 no momento 2; B\_Pr1\_D3 - Procedimento 1, analisado pelo observador 3, no momento 1; B\_Pr3\_M1\_D1 - Procedimento 3, analisado pelo observador 1, no momento 1; Q\_Pr1\_M1\_D1\_A1 - Procedimento 1, analisado pelo observador 1 no momento 1; Q\_Pr1\_M1\_D2 - Procedimento 1, analisado pelo observador 2 no momento 1; Q\_Pr2\_D2 - Procedimento 2, analisado pelo observador 2, no momento 1; Q\_Pr1\_M1\_D1\_A2 - Procedimento 1, analisado pelo observador 1 no momento 2; Q\_Pr1\_D3 - Procedimento 1, analisado pelo observador 3, no momento 1; Q\_Pr3\_M1\_D1 - Procedimento 3, analisado pelo observador 1, no momento 1; \* - a correlação é significativa no valor 0,05 (IC95%); \*\* - a correlação é significativa no valor 0,01 (IC99%)

TABELA IX  
*Correlação de Pearson para as medidas obtidas por antropometria e ecografia*

	PERÍMETRO BRAÇO 1 - ESPESSURA BRAÇO 1	PERÍMETRO BRAÇO 2 - ESPESSURA BRAÇO 2	PERÍMETRO COXA 1 - ESPESSURA COXA 1	PERÍMETRO COXA 2 - ESPESSURA COXA 2
r	0,5*	0,6*	0,5	0,6*
p	0,04	0,01	0,58	0,02
n	16	16	16	16

\* - ia correlação é significativa no valor 0,05 (IC95%)

TABELA X  
*Confiabilidade intra e inter-individual na medição ecográfica da massa muscular*

		ICC		IC 95%	
		p	Valor ICC	Limite Inferior	Limite Superior
Par 1	B_Pr1_M1_D1_A1 B_Pr2_D2	0,001	0,91	0,76	0,967
Par 2	Q_Pr1_M1_D1_A1 Q_Pr2_D2	0,001	0,93	0,81	0,98
Par 3	B_Pr1_M1_D1_A1 B_Pr1_M1_D1_A2	0,001	0,99	0,96	0,99
Par 4	Q_Pr1_M1_D1_A1 Q_Pr1_M1_D1_A2	0,001	0,99	0,98	0,99
Par 5	B_Pr1_M1_D1_A1 B_Pr1_M1_D2	0,001	0,31	0,20	0,69
Par 6	B_Pr1_M1_D1_A1 B_Pr1_D3	0,001	0,54	0,08	0,81
Par 7	Q_Pr1_M1_D1_A1 Q_Pr1_M1_D2	0,001	0,92	0,79	0,97
Par 8	Q_Pr1_M1_D1_A1 Q_Pr1_D3	0,001	0,79	0,50	0,92

ICC - coeficiente de correlação intraclass; B\_Pr1\_M1\_D1\_A1 - Procedimento 1, analisado pelo observador 1 no momento 1; B\_Pr1\_M1\_D2 - Procedimento 1, analisado pelo observador 2 no momento 1; B\_Pr2\_D2 - Procedimento 2, analisado pelo observador 2, no momento 1; B\_Pr1\_M1\_D1\_A2 - Procedimento 1, analisado pelo observador 1 no momento 2; B\_Pr1\_D3 - Procedimento 1, analisado pelo observador 3, no momento 1; B\_Pr3\_M1\_D1 - Procedimento 3, analisado pelo observador 1, no momento 1; Q\_Pr1\_M1\_D1\_A1 - Procedimento 1, analisado pelo observador 1 no momento 1; Q\_Pr1\_M1\_D2 - Procedimento 1, analisado pelo observador 2 no momento 1; Q\_Pr2\_D2 - Procedimento 2, analisado pelo observador 2, no momento 1; Q\_Pr1\_M1\_D1\_A2 - Procedimento 1, analisado pelo observador 1 no momento 2; Q\_Pr1\_D3 - Procedimento 1, analisado pelo observador 3, no momento 1 Q\_Pr3\_M1\_D1 - Procedimento 3, analisado pelo observador 1, no momento 1.