

Massa Muscular estimada por diferentes equações antropométricas

Muscle mass estimate by different anthropometric equations

MAFRA R, FERREIRA CES, SOARES EMKK, CARVALHO FO, MADRID B. Massa muscular estimada por diferentes equações antropométricas. *R. bras. Ci. e Mov* 2018;26(1):5-12.

RESUMO: O objetivo do estudo foi comparar os resultados da massa muscular (MM) estimada por meio de softwares especializados com aqueles obtidos por meio de equações específicas. Participaram do estudo 139 homens (27,8 ± 3,7 anos; 79,1 ± 8,9 kg; 176,7 ± 6,0 cm; 25,3 ± 2,3 kg/m²) e 107 mulheres (26,8 ± 4,2 anos; 58,4 ± 7,3 kg; 163,8 ± 5,5 cm; 21,8 ± 2,4 kg/m²). Os softwares Galileu (Micromed®) e Micro Physics (Micro University®) foram utilizados para a estimativa da MM (SOFT). Por meio de duas equações de Lee et al. (2000), estimou-se também a MM (LEE4 e LEE6). ANOVA para medidas repetidas, post hoc de Bonferroni ($p \leq 0,05$), tamanho do efeito de Cohen, coeficiente de correlação de concordância de Lin, correlação de Pearson e plotagem de Bland e Altman foram utilizados na comparação da MM entre as equações SOFT e LEE. Na comparação entre os sexos, utilizou-se o teste t de Student. Houve diferença significativa ($p \leq 0,001$) entre SOFT e LEE4 (2,1%) e entre LEE4 e LEE6 (3,5%) para homens. Em relação às mulheres, houve diferença significativa entre SOFT e LEE4 (8,6%), entre SOFT e LEE6 (4,0%) e entre LEE4 e LEE6 (4,3%). Para ambos os sexos, LEE4 apresentou os menores valores de MM. A estimativa da MM por meio das equações utilizadas no presente estudo apresentou valores diferentes, tanto em homens quanto em mulheres, sugerindo atenção ao avaliar indivíduos com o objetivo de verificar alterações na MM.

Palavras-chave: Antropometria; Técnicas de estimativa; Massa muscular.

ABSTRACT: The aim of this study was to compare muscle mass (MM) estimated by specialized software with those obtained by specific equations. One hundred and thirty nine men (27.8 ± 3.7 years, 79.1 ± 8.9 kg, 176.7 ± 6.0 cm, 25.3 ± 2.3 kg/m²) and 107 women (26.8 ± 4.2 years, 58.4 ± 7.3 kg, 163.8 ± 5.5 cm, 21.8 ± 2.4 kg/m²) participated in this study. Software Galileu (Micromed®) and Micro Physics (Micro University®) were used to estimate MM (SOFT). Two equations of Lee et al. (2000) were also used to estimate MM (LEE4 and LEE6). Repeated measures ANOVA, Bonferroni post hoc ($p \leq 0.05$), Cohen's effect size, Lin's concordance correlation coefficient, Pearson correlation and Bland and Altman plot were used in MM comparison between SOFT and LEE. Student t test were used when comparing sexes. There was significant difference ($p \leq 0.001$) between SOFT and LEE4 (2.1%) and between LEE4 and LEE6 (3.5%) in men. In women, there was a significant difference between SOFT and LEE4 (8.6%), SOFT and LEE6 (4.0%) and LEE4 and LEE6 (4.3%). For both sexes, LEE4 presented the lowest values of MM. Equations used in the present study for MM estimation presented different values, in men and women, suggesting attention when evaluating individuals for changes in MM.

Key Words: Anthropometry; Estimation techniques; Muscle mass.

Raphael Mafra¹
Carlos E. S. Ferreira¹
Edgard M. K. K. Soares²
Ferdinando O. Carvalho³
Bibiano Madrid⁴

¹Universidade Católica de Brasília

²Universidade de Brasília

³Universidade Federal do Vale do São Francisco

⁴Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA)

Introdução

Dentre os tecidos que compõem o corpo humano, a massa muscular (MM) apresenta relevância no que diz respeito à sarcopenia¹, mudanças fisiológicas relacionadas com o avanço da idade², alterações metabólicas³ e mudanças advindas da prática de exercícios físicos⁴. Ainda, o aumento da MM é foco de interesse de jovens que buscam o treinamento de força para fins de performance ou estética. Entretanto, quando comparada com os demais tecidos corporais, as técnicas para quantificação da MM ainda são pouco estudadas⁵, mesmo com o progresso acerca dos mecanismos moleculares que a envolvem⁶.

A evolução tecnológica permitiu o desenvolvimento de diferentes métodos de avaliação da MM, como a ressonância magnética, a tomografia computadorizada e a densitometria⁷, sendo considerados padrão-ouro quanto a quantificação da MM⁸. Entretanto, em virtude dos elevados custos financeiros e complexidade de manuseio dos equipamentos, bem como a exposição à radiação em alguns destes métodos, formas mais simples têm sido utilizadas para estimar a MM, como a antropometria^{9,10}.

O estudo de Matiegka¹¹, pioneiro na análise da composição corporal, é utilizado como referência em pesquisas científicas a respeito da quantificação dos tecidos corporais¹². Neste estudo, foi proposto o fracionamento da massa corporal total (MCT) em quatro componentes: massa gorda (MG), massa óssea (MO), massa muscular (MM) e massa residual (MR).

Neste contexto, o fracionamento da MCT proposto por Matiegka¹¹ é utilizado por softwares especializados, visando à análise da composição corporal, bem como a quantificação da MM. Entretanto, desenvolvedores deste tipo de software alteraram esta lógica e inverteram a equação, obtendo o seguinte modelo para o cálculo da quantidade de tecido muscular: $MM = MCT - MG - MO - MR$. Nesta lógica, a MM fica renegada a um segundo plano, sendo obtida pela subtração da MCT dos constituintes MG, MO e MR.

Em contrapartida, Lee *et al.*⁹ propuseram equações específicas, utilizando medidas antropométricas para quantificar a MM. Posteriormente, Gobbo *et al.*¹³ validaram estas equações em universitários brasileiros. Observa-se, portanto, que a lógica utilizada em softwares ao aplicar o fracionamento da MCT proposto por Matiegka¹¹ é discutível, em especial quanto a MM. Desta forma, o objetivo deste estudo foi comparar os resultados da MM estimada por meio de softwares especializados, que utilizam os princípios propostos por Matiegka, com a MM obtida por meio das equações específicas propostas por Lee *et al.*⁹.

Materiais e métodos

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Católica de Brasília (nº 182/2010). Alunos de uma academia de ginástica de Brasília-DF, entre iniciantes e experientes, foram aleatoriamente convidados para participar do estudo. Foram incluídos na amostra homens e mulheres com idade entre 25 e 35 anos e índice de massa corporal (IMC) inferior a 30 kg/m². Indivíduos com qualquer doença crônico-degenerativa que pudesse afetar algum dos componentes da composição corporal foram excluídos. Participaram 246 indivíduos, sendo 139 homens e 107 mulheres. Todas as medidas foram realizadas na academia. Os participantes foram informados sobre os procedimentos aos quais seriam submetidos e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

A MCT e a estatura foram medidas em uma balança de plataforma com estadiômetro (Toledo). Para as medidas antropométricas, foi utilizado um compasso de dobras científico (Cescorf) para as dobras cutâneas, as circunferências corporais foram medidas por meio de uma trena antropométrica de aço (Sanny) e para os diâmetros ósseos foi utilizado um paquímetro pequeno (WCS).

A coleta dos dados seguiu as recomendações descritas por Petroski¹⁴. As medidas de dobras cutâneas, circunferências e diâmetros ósseos foram realizadas no hemicorpo direito, sendo coletados por um avaliador experiente. O erro

técnico de medida (ETM) foi calculado, conforme recomendações de Perini *et al.*¹⁵. Um erro intra-avaliador de até 5,0% foi considerado aceitável, sendo utilizado como forma de avaliar a precisão do avaliador. Para o cálculo da MG, conforme Rezende *et al.*¹⁶, a densidade corporal foi obtida por equações de sete dobras para homens¹⁷ e mulheres¹⁸ e posteriormente convertida em gordura¹⁹. A MO e a MR foram calculadas por meio das equações de Von Döbeln e Würch, respectivamente, conforme descrito por Cossio-Bolaños *et al.*²⁰.

Tabela 1. Equações de estimativa de massa muscular.

Modelo Matemático	
Matiegka ¹¹	MCT (kg) = MG + MO + MM + MR
Softwares (SOFT)	MM (kg) = MCT - MG - MO - MR
Lee <i>et al.</i> ⁹ (LEE4)	MM (kg) = Est.(0,00744.CBrC ² + 0,00088.CCx ² + 0,00441.CPerna ²) + 2,4.S - 0,048. Id + Ra + 7,8
Lee <i>et al.</i> ⁹ (LEE6)	MM (kg) = 0,244.MCT + 7,8.Est + 6,6.S - 0,098.Id + Rb - 3,3

MCT = massa corporal total; MG = massa gorda; MO = massa óssea; MM = massa muscular; MR = massa residual; Est = estatura; CBrC = circunferência de braço corrigido; CCx = circunferência de coxa corrigida; CPerna = circunferência de perna corrigida; S = 1 para homens e 0 para mulheres; Id = idade; Ra = -2,0 para asiáticos, 0 para caucasianos e 1,1 para afrodescendentes; Rb = -1,2 para asiáticos, 0 para caucasianos e 1,1 para afrodescendentes; Rb = -1,2 para asiáticos, 0 para caucasianos e 1,4 para afrodescendentes.

Os softwares Galileu (Micromed®, versão 3.1) e Micro Physics (Micro University®, versão 6.2.0) foram utilizados para a estimativa da MM (SOFT). Ambos os softwares utilizam a mesma forma de cálculo para a estimativa da MM, modificada de Matiegka¹¹. Por meio de duas equações de Lee *et al.*⁹, validadas por Gobbo *et al.*¹³, estimou-se também a MM (LEE4 e LEE6). As equações são apresentadas na tabela 1.

O teste de Shapiro-Wilk foi empregado para análise da distribuição dos dados. Com a normalidade dos dados confirmada, a estatística descritiva foi utilizada para caracterização da amostra. Na comparação entre os sexos, foi utilizado o teste t de Student para amostras independentes. Para o tratamento entre as equações SOFT e LEE, utilizou-se ANOVA para medidas repetidas, seguida pelo teste *post hoc* de Bonferroni, quando necessário ($p \leq 0,05$). A significância estatística adotada para todas as comparações foi de $p \leq 0,05$. Os dados foram processados por meio do software *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 20.0. Para a comparação da magnitude dos efeitos foi adotado o D de Cohen. O valor da magnitude do efeito foi considerado pequeno ($d \leq 0,2$), moderado ($0,2 < d < 0,8$) ou grande ($d \geq 0,8$), de acordo com dados referenciados²¹. O coeficiente de correlação de concordância de Lin²² (CCC) foi utilizado. A interpretação do CCC seguiu as recomendações de McBride²³, sendo considerada pobre ($< 0,90$), moderada (entre 0,90 e 0,95), substancial (entre 0,95 e 0,99) e quase perfeita ($> 0,99$). A plotagem de Bland e Altman²⁴ foi utilizada para análise da concordância entre as equações SOFT e LEE, calculou-se também a correlação linear de Pearson. Para esta análise, utilizou-se o software estatístico R versão 3.4.2.

Resultados

As características descritivas dos participantes estão apresentadas na tabela 2. Houve diferença significativa em todas as variáveis analisadas entre os sexos, com exceção da idade.

Tabela 2. Características da amostra (média ± DP).

	Homens (n = 139)	Mulheres (n = 107)	p
Idade (anos)	27,8 ± 3,7	26,8 ± 4,2	0,050
MCT (kg)	79,1 ± 8,9	58,4 ± 7,3	≤ 0,001
Estatura (cm)	176,7 ± 6,0	163,8 ± 5,5	≤ 0,001
IMC (kg/m ²)	25,3 ± 2,3	21,8 ± 2,4	≤ 0,001
Gordura (%)	18,6 ± 5,0	25,4 ± 5,1	≤ 0,001

MCT = massa corporal total; IMC = índice de massa corporal.

As tabelas 3 e 5 apresentam os valores médios, desvios-padrão e a magnitude do efeito da diferença no cálculo da MM obtida por meio de SOFT, LEE4 e LEE6, em homens e mulheres, respectivamente. Para os homens, houve diferença significativa ($p \leq 0,001$) entre SOFT e LEE4 (2,1%), o mesmo não ocorrendo entre SOFT e LEE6. Ainda, observou-se diferença significativa entre LEE4 e LEE6 (3,5%). Em relação às mulheres, houve diferença significativa entre SOFT e LEE4 (8,6%) e entre SOFT e LEE6 (4,0%). Também foi observada diferença significativa entre LEE4 e LEE6. Para ambos os sexos, LEE4 apresentou os menores valores de MM.

Os CCC apresentados nas tabelas 4 e 6 indicam baixa concordância entre os métodos. Nas figuras 1 e 2 são apresentados os gráficos de dispersão entre os valores individuais, bem como as dispersões dos pontos relativos às diferenças médias e as diferenças absolutas entre os valores estimados por SOFT, LEE4 e LEE6, de acordo com a plotagem de Bland e Altman²⁴, em homens e mulheres. O gráfico de correlação traz uma linha diagonal representando a concordância perfeita. Pontos acima da linha indicam valores maiores nas equações LEE4 e LEE6 quando comparados ao calculado por SOFT. Pontos abaixo da linha indicam que as equações LEE4 e LEE6 apresentaram valores menores do que SOFT. A média das diferenças (viés, em kg) entre SOFT e LEE4 e LEE6 foi menor nos homens (0,7 e -0,5) do que nas mulheres (1,9 e 0,9), respectivamente.

Tabela 3. Valores médios \pm DP de MM (em kg) obtidos por SOFT e pelas equações LEE4 e LEE6 em homens (n = 139).

Equações	X \pm DP	Magnitude do Efeito
MM SOFT (kg)	33,1 \pm 3,7	0,2 ^a
MM LEE4 (kg)	32,5 \pm 3,2 *	0,4 ^b
MM LEE6 (kg)	33,7 \pm 2,5 +	0,2 ^c

Homens (F=14,84; $p < 0,001$); *diferença significativa para SOFT ($p = 0,001$); +Diferença significativa para LEE4 ($p < 0,001$). ^aSoft vs. Lee4; ^bLee4 vs. Lee6; ^cSoft vs. Lee6.

Tabela 4. Análise da concordância das equações em homens por meio de vários índices (n = 139).

Comparações	CCC	Viés	P	LC	DP	IC95%	EP		
MM SOFT vs. MM LEE4	0,81	0,67	< 0,001	-3,45	4,79	2,06	0,32	1,01	0,18
MM SOFT vs. MM LEE6	0,56	-0,51	0,08	-6,40	5,38	2,94	-1,01	-0,03	0,25

CCC = Coeficiente de correlação de concordância de LIN; LC = Limites de concordância; DP = Desvio padrão; IC95% = Intervalo de confiança%; EP = Erro padrão.

Tabela 5. Valores médios \pm DP de MM (em kg) obtidos por SOFT e pelas equações LEE4 e LEE6 em mulheres (n = 107).

Equações	X \pm DP	Magnitude do Efeito
MM SOFT (kg)	22,0 \pm 2,4	0,9 ^a
MM LEE4 (kg)	20,1 \pm 1,7*	0,5 ^b
MM LEE6 (kg)	21,0 \pm 2,1**	0,4 ^c

Mulheres (F=56,46; $p < 0,001$); *Diferença significativa para SOFT ($p < 0,001$); ** Diferença significativa para LEE4 ($p < 0,001$). ^aSoft vs. Lee4; ^bLee4 vs. Lee6; ^cSoft vs. Lee6.

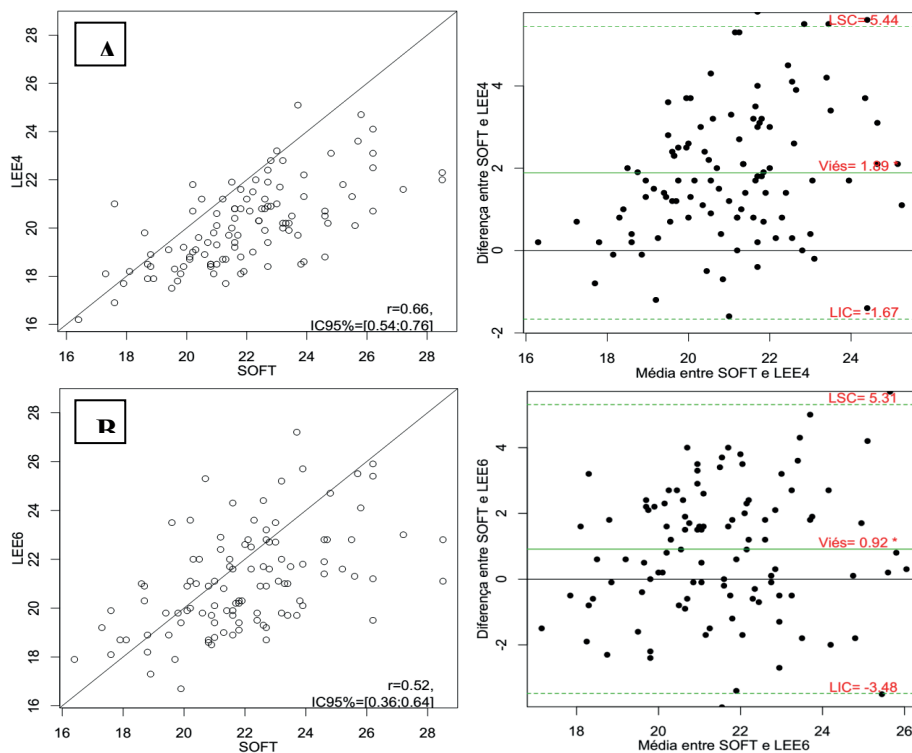


Figura 1. Plotagem de Correlação Linear de Pearson e de Bland e Altman para comparações em homens dos valores de MM entre SOFT vs. LEE4(A) e SOFT vs. LEE6(B).

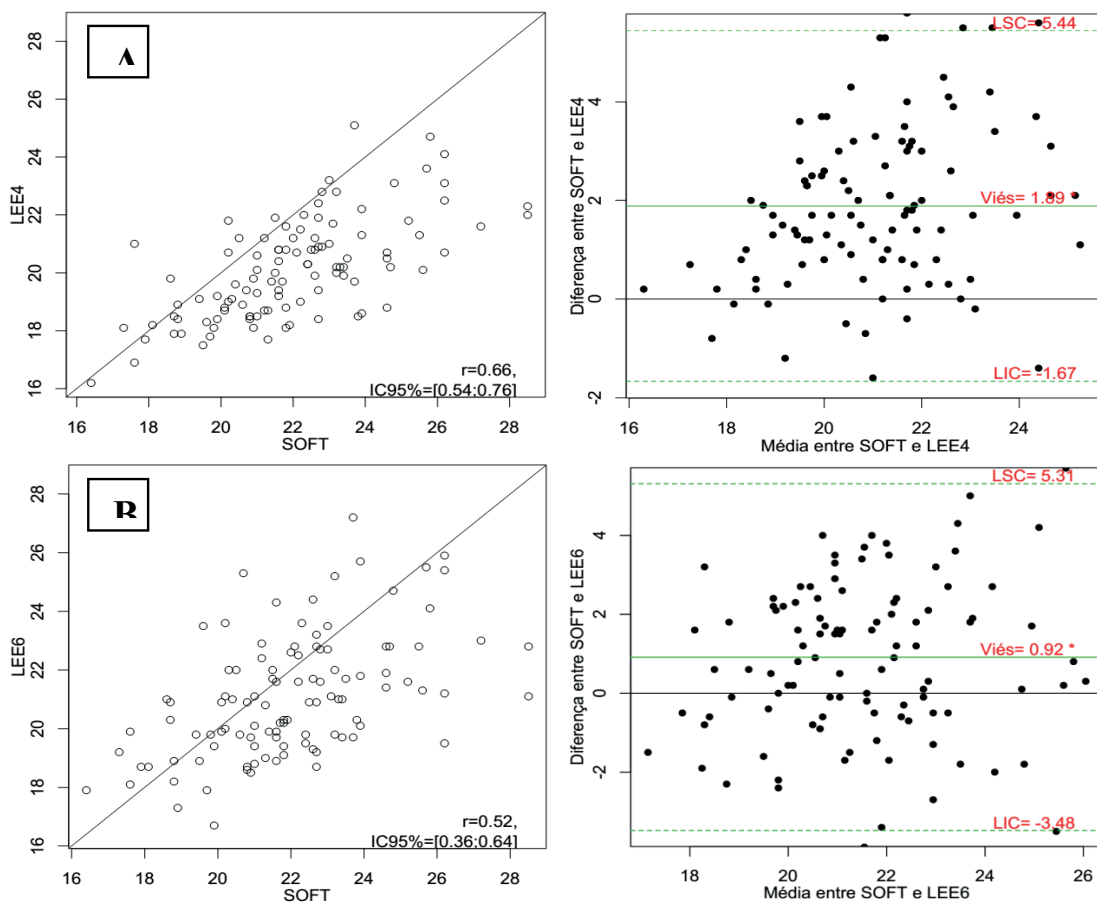


Figura 2. Plotagem de Correlação Linear de Pearson e de Bland e Altman para comparações em mulheres dos valores de MM entre SOFT vs. LEE4(A) e SOFT vs. LEE6(B).

Discussão

Os resultados do presente estudo apontam para uma baixa concordância entre os métodos analisados. Nas tabelas 3 e 5 são observadas diferenças significativas para a MM estimada pelos diferentes métodos e, apesar de na maior parte das estimativas a magnitude do efeito ser aparentemente baixa nos homens e moderada nas mulheres, a análise dos índices das tabelas 4 e 6 reforçam a falta de concordância entre os métodos. Nos homens, observa-se um viés aparentemente baixo e aceitável (aproximadamente 0,5 kg). Contudo, ao observar os desvios-padrão do viés de aproximadamente 2,0 e 3,0 kg (SOFT vs LEE4 e SOFT vs LEE6, respectivamente), evidencia-se grande variabilidade neste erro.

Na figura 1A, observa-se que, quando comparadas às estimativas de MM entre SOFT e LEE4, os limites de concordância variam de -3,5 a 4,8 kg. Assim, em 95% dos casos, LEE4 estima até 3,5 kg a mais ou até 4,8 kg a menos de MM em comparação com SOFT. Esta variação não parece ser aceitável do ponto de vista clínico, ressaltando-se que a decisão de considerar os testes concordantes, tomada frente aos resultados da plotagem, é clínica/teórica e não puramente estatística²⁴. Ainda, foram observados extensos limites de concordância entre SOFT e LEE6, além de uma tendência de aumento da diferença entre os métodos em maiores valores de MM (figura 1B). Esta ocorrência pode estar ligada ao fato de a principal variável antropométrica de LEE6 ser a estatura (além da MCT), limitando a capacidade de estimar valores elevados de MM.

A falta de concordância é mais elevada na análise da MM nas mulheres. Os valores de CCC são mais baixos, o viés é mais alto (-1 e 2 kg, aproximadamente, para SOFT vs LEE4 e SOFT vs LEE6, respectivamente) e os limites de concordância são consideravelmente extensos (tabela 5). A figura 2A apresenta clara tendência para LEE4 produzir menores valores do que SOFT, enquanto que a figura 2B revela uma distribuição menos sistemática do erro. Porém, os limites de concordância são ainda mais amplos, indicando grande variação dos resultados.

Foram observadas em homens e mulheres diferenças significativas e baixa concordância entre as estimativas da MM realizadas por meio das duas equações propostas por Lee *et al.*⁹ (tabelas 3 a 6). Estas diferenças podem ser entendidas pela utilização de variáveis distintas na estimativa da MM (tabela 1). A equação LEE4 utiliza dados das circunferências e dobras cutâneas de braço, coxa e perna. Esta estratégia visa a obtenção de dados relativos à área muscular dos segmentos analisados⁵ e a subsequente estimativa da MM. Em contrapartida, a equação LEE6 utiliza dados demográficos do avaliado, como a MCT, estatura, idade, sexo e grupo étnico. A utilização de diferentes variáveis pelas equações sugere maior acuracidade dos dados antropométricos (LEE4) em comparação com os dados demográficos (LEE6) utilizados na estimativa da MM⁵. Entretanto, de acordo com Gobbo *et al.*¹³, ambas equações propostas por Lee *et al.*⁹ apresentam valores aceitáveis para a estimativa da MM.

A equação LEE4 apresentou os menores valores para MM, tanto em homens quanto em mulheres, quando comparados com os resultados obtidos por meio dos softwares. Para Matiegka¹¹, quando analisada de forma multicompartmental, a MCT é composta por quatro componentes: massa gorda (MG), massa óssea (MO), massa muscular (MM) e massa residual (MR). Consensualmente, entende-se por residual a parte restante de um todo; ou seja, tudo o que for diferente do que já é conhecido. Logo, tecidos diferentes de gordura, ossos e músculos são, então, considerados MR. A proposta apresentada pelos softwares para a estimativa da composição corporal altera os conceitos originais de Matiegka¹¹ por considerar que a MCT é a soma de MG, MO e MR e que a diferença desta equação refere-se à MM. Desta forma, atribui-se a particularidade de resto à MM. Entretanto, estudos previamente realizados apontam a existência de cálculos matemáticos para a estimativa da MM^{9,25-27}. Ainda, este tipo de análise aparenta não estimar de forma adequada a MM, visto que as equações para cálculo dos demais tecidos possuem erro de estimativa próprio. Pelo método utilizado nos softwares, o erro de estimativa da MM é dado pelo conjunto dos erros das equações utilizadas para calcular a MG, MO e MR.

O estudo de Gobbo *et al.*¹³ apresenta as equações LEE4 e LEE6 como válidas para a estimativa da MM em homens universitários brasileiros. As equações utilizadas no presente estudo estimaram a MM em homens e mulheres, como

proposto por Lee *et al.*⁹, de acordo com as indicações originais para os cálculos a serem realizados. Contudo, as diferenças observadas entre os resultados de MM dos softwares e das equações LEE4 e LEE6 em mulheres devem ser observadas com cautela, devido à ausência de validação em amostra composta por mulheres brasileiras.

Dentre os materiais utilizados no presente estudo, o compasso de dobras cutâneas Cescorf não foi o mesmo utilizado nos estudos de validação das estimativas da MG^{17,18} e da MM¹³. Esta característica constitui uma limitação deste experimento. O emprego de diferentes compassos de dobras foi previamente analisado em estudos anteriores. Cyrino *et al.*²⁸ observaram diferenças de 500 a 800 gramas na estimativa da MG quando comparados os resultados dos compassos de dobras cutâneas Lange e Cescorf. Dessa forma, a utilização de equipamentos distintos pode apresentar valores alterados de MG, interferindo na estimativa da MM realizada pela metodologia utilizada por softwares. Ainda, o presente estudo limitou-se a utilizar modelos antropométricos, tendo em vista o propósito da comparação de diferentes equações para a estimativa da MM. Não obstante, ressalta-se que a utilização de métodos considerados padrão-ouro acarreta maior precisão na estimativa da MM⁸.

A proposta de análise da composição corporal por softwares especializados traz interessante atrativo quanto à praticidade, armazenamento e produção de relatórios dos resultados obtidos. Porém, a maneira utilizada para estimar a composição corporal, em especial a MM, apresenta dependência direta da estimativa dos demais tecidos corporais. Formas inadequadas de se obter os resultados de MG, MO e MR, adicionados aos erros embutidos quando da criação das equações, podem acarretar valores incorretos de MM. Os resultados de MM relatados no presente estudo indicam que as diferenças observadas entre as equações LEE4 e LEE6 e os cálculos dos softwares podem ser derivadas de tais estimativas inadequadas dos diferentes tecidos corporais. Neste sentido, faz-se necessária uma reestruturação na forma de se obter os dados de MM pelo método antropométrico. Resultados de MM estimados de forma inadequada podem comprometer o planejamento profissional a ser executado.

Conclusões

Os resultados encontrados no presente estudo demonstraram valores significativamente diferentes e com baixa concordância para a MM entre as equações de Lee *et al.*⁹ e os cálculos matemáticos realizados por softwares especializados em avaliação antropométrica, tanto em homens quanto em mulheres.

Recomenda-se atenção ao avaliar indivíduos com o objetivo de verificar alterações na MM utilizando softwares desenvolvidos para avaliação da composição corporal. Observa-se a necessidade do desenvolvimento de equações específicas para a estimativa da MM em homens e mulheres brasileiros, a fim de serem utilizadas em larga escala assim como as já existentes para a estimativa da densidade corporal. Ainda, para estudos futuros, sugere-se a comparação dos resultados de MM obtidos por equações específicas com procedimentos considerados padrão-ouro.

Referências

1. Lukaski H. Sarcopenia: assessment of muscle mass. *J Nutr.* 1997; 127(5 Suppl): 994S-997S.
2. Frontera WR, Hughes VA, Fielding RA, Fiatarone MA, Evans WJ, Roubenoff R. Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. *J Appl Physiol.* 2000; 88(4): 1321-6.
3. Janssen I, Ross R. Linking age-related changes in skeletal muscle mass and composition with metabolism and disease. *J Nutr Health Aging.* 2005; 9(6): 408-19.
4. Ahtiainen JP, Walker S, Peltonen H, Holviala J, Sillanpää E, Karavirta L, et al. Heterogeneity in resistance training-induced muscle strength and mass responses in men and women of different ages. *Age.* 2016; 38(1): 10.
5. Lukaski HC. Assessing muscle mass. In: Heymsfield SB, Lohman TG, Wang ZM, Going SB; Human body composition. 2. ed. Human Kinetics. Champaign, IL; 2005. p. 203-18.

6. Goodman CA, Mayhew DL, Hornberger TA. Recent progress toward understanding the molecular mechanisms that regulate skeletal muscle mass. *Cell Signal*. 2011; 23(12): 1896-906.
7. Ellis KJ. Human body composition: in vivo methods. *Physiol Rev*. 2000; 80(2): 649-80.
8. Heymsfield SB, Adamek M, Gonzalez MC, Jia G, Thomas DM. Assessing skeletal muscle mass: historical overview and state of the art. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2014; 5(1): 9-18.
9. Lee RC, Wang Z, Heo M, Ross R, Janssen I, Heymsfield SB. Total-body skeletal muscle mass: development and cross-validation of anthropometric prediction models. *Am J Clin Nutr*. 2000; 72(3): 796-803.
10. Rech CR, Dellagrana RA, Marucci M de FN, Petroski EL. Validade de equações antropométricas para estimar a massa muscular em idosos. *Rev Bras Cineantropometria Desempenho Hum*. 2012; 14: 23-31.
11. Matiegka J. The testing of physical efficiency. *Am J Phys Anthropol*. 1921; 4(3): 223-30.
12. Cattrysse E, Zinzen E, Caboor D, Duquet W, Van Roy P, Clarys JP. Anthropometric fractionation of body mass: Matiegka revisited. *J Sports Sci*. 2002; 20(9): 717-23.
13. Gobbo LA, Cyrino ES, Petroski EL, Cardoso JR, Carvalho FO, Romanzini M, et al. Validação de equações antropométricas para a estimativa da massa muscular por meio de Absortometria Radiológica de Dupla Energia em universitários do sexo masculino. *Rev Bras Med Esporte*. 2008; 14(4): 376-80.
14. Petroski EL. *Antropometria: técnicas e padronizações*. Porto Alegre: Pallotti; 2009.
15. Perini TA, Oliveira GL, Ornellas JS, Oliveira FP. Cálculo do erro técnico de medição em antropometria. *Rev Bras Med Esporte*. 2005; 11: 81-5.
16. Rezende FAC, Rosado LEFPL, Priore SE, Franceschini SCC. Aplicabilidade de equações na avaliação da composição corporal da população brasileira. *Rev Nutr*. 2006; 19: 357-67.
17. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr*. 1978; 40(3): 497-504.
18. Jackson AS, Pollock ML, Ward A. Generalized equations for predicting body density of women. *Med Sci Sports Exerc*. 1980; 12(3): 175-81.
19. Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In: Brozek J, Henschel A; *Techniques for measuring body composition*. National Academy of Science, Washington; 1961. p. 223-44.
20. Cossio-Bolaños MA, Arruda M, Moyano Portillo A, Gañán Moreno E, Pino López LM, Lancho Alonso JL. Composición corporal de jóvenes universitarios en relación a la salud. *Nutr Clínica Dietética Hosp*. 2011; 31: 15-21.
21. Field A. *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. Los Angeles: Sage; 2013.
22. Lin LI. A concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility. *Biometrics*. 1989; 45(1): 255-68.
23. McBride GB. A proposal for strength-of-agreement criteria for Lin's concordance correlation coefficient. In: NIWA Client Report: HAM 2005-062. Hamilton, New Zealand: National Institute of Water & Atmospheric Research Ltd - NIWA; 2005.
24. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*. 1986; 1(8476): 307-10.
25. Martin AD, Spenst LF, Drinkwater DT, Clarys JP. Anthropometric estimation of muscle mass in men. *Med Sci Sports Exerc*. 1990; 22(5): 729-33.
26. Doupe MB, Martin AD, Searle MS, Kriellaars DJ, Giesbrecht GG. A new formula for population-based estimation of whole body muscle mass in males. *Can J Appl Physiol*. 1997; 22(6): 598-608.
27. Al-Gindan YY, Hankey C, Govan L, Gallagher D, Heymsfield SB, Lean MEJ. Derivation and validation of simple equations to predict total muscle mass from simple anthropometric and demographic data. *Am J Clin Nutr*. 2014; 100(4): 1041-51.
28. Cyrino E, Okano A, Glaner M, Romanzini M, Gobbo L, Makoski A, et al. Impacto da utilização de diferentes compassos de dobras cutâneas para a análise da composição corporal. *Rev Bras Med Esporte*. 2003; 9(3): 145-9.