

Massa livre de gordura em idosas com sobrepeso e obesidade: análise da validade concorrente de equações de impedância bioelétrica

Fat-free mass in overweight and obese older women: analysis of concurrent validity of bioelectrical impedance equations

Gislane Ferreira de Melo¹
Daniela Rosa Américo²
Maria Fátima Glaner²

Resumo – Os idosos têm apresentado maior dependência funcional e incapacidade, principalmente as mulheres, em decorrência da redução da massa muscular e óssea e do aumento progressivo da gordura corporal. Estas alterações nos componentes da composição corporal têm sido observadas por meio de diferentes técnicas. Nesse contexto, o objetivo neste estudo foi analisar a validade concorrente das equações de impedância bioelétrica para estimar a massa livre de gordura (MLG), do fabricante Valhalla⁷ e de Gray et al.⁸, em idosas brasileiras. A amostra (n= 34), com idade de 60-71 anos e estatura de 140-162cm, foi dividida em dois grupos (n= 17) por gordura relativa (G%) via DEXA: G% ≤41%, G% >41%. A DEXA foi usada como padrão ouro. Todos os coeficientes de correlação foram (r >0,79) satisfatórios. Nos dois grupos, a MLG_{Valhalla} (G% ≤41: 36,1±3,4kg; G% >41: 39,3±3,2kg) não diferiu (p >0,01) da MLG_{DEXA} (38,7±3,7kg), no entanto, o EPE (2,114 kg) foi um pouco acima do recomendado no grupo G% >41. A MLG_{Gray} diferiu (p <0,01) da MLG_{DEXA}, nos dois grupos, ainda que o EPE tenha sido satisfatório (<1,8 kg) no grupo com G% ≤41. Os escores residuais mostraram a falta de concordância da MLG_{Gray} com a MLG_{DEXA}, chegando até 7,08kg. Pela equação de Gray et al.⁸, somente 9% teve a MLG estimada dentro de um erro aceitável, enquanto que, pela equação Valhalla, 82%. Esta equação apresentou validade concorrente para as idosas com sobrepeso e obesidade.

Palavras-chave: Composição corporal; Estudos de validação; Idoso; Impedância elétrica; Validade dos testes.

Abstract – Older adults, especially women, show a higher level of functional dependence and disability because of muscle and bone mass loss and of a progressive increase in body fat mass. These changes in body composition components have been observed by different techniques. The aim of this study was to analyze the concurrent validity of bioelectrical impedance equations obtained with the Valhalla device⁷ and those proposed by Gray et al.⁸ for the estimation of fat-free mass (FFM) in Brazilian elderly women. The sample (n=34; 60-71 years old, height of 140-162 cm) was divided into two groups (n=17) according to relative body fat (%BF) obtained by DXA: %BF ≤41 and %BF >41. DXA was used as the gold standard. All correlation coefficients were satisfactory (r>0.79). FFM_{Valhalla} (%BF ≤41: 36.1±3.4 kg; %BF >41: 39.3±3.2 kg) did not differ (p>0.01) from FFM_{DXA} (38.7±3.7 kg) in either group. However, the standard error of the estimate (SEE) was slightly higher (2.114 kg) than the recommended one in the %BF >41 group. FFM_{Gray} differed (p<0.01) from FFM_{DXA} in the two groups, although the SEE was satisfactory (<1.8 kg) in the %BF ≤41 group. The residual scores indicated the absence of agreement between FFM_{Gray} and FFM_{DXA}, reaching 7.08 kg. Only 9% of the subjects had FFM estimated within an acceptable error when the equation of Gray et al.⁸ was used, while this percentage was 82% when the Valhalla equation was used. The latter equation showed concurrent validity for overweight and obese older women.

Key words: Body composition; Electrical impedance; Older adult; Test validity Validation studies.

1 Universidade Católica de Brasília.
Programa de Pós-Graduação
Stricto Sensu em Gerontologia.
Brasília – DF, Brasil.

2 Universidade Estadual de
Londrina. Centro de Educação
Física e Esportes. Departamento
de Educação Física. Londrina – PR,
Brasil.

Recebido em 15/07/15
Revisado em 05/08/15
Aprovado em 17/08/15



Licença
Creative Commons

INTRODUÇÃO

Seguindo uma tendência mundial, observa-se no Brasil, desde os anos 80, dois processos que têm produzido importantes mudanças no perfil das doenças ocorrentes em sua população. Um denominado “Transição Demográfica”, com significativa diminuição das taxas de fecundidade, natalidade e aumento progressivo na expectativa de vida. Como resultado, verifica-se o progressivo aumento da proporção de idosos em relação aos demais grupos etários, tendência essa que deverá se ampliar nas próximas décadas. Outro, caracterizado por importante mudança no perfil de morbimortalidade, denominado de “Transição Epidemiológica” com diminuição de ocorrência de doenças infecciosas e o crescimento da morbidade e da mortalidade por doenças crônicas não transmissíveis¹. Essa transição é decorrente de vários fatores como a urbanização, o acesso a serviços de saúde e mudanças significativas no estilo de vida.

Neste contexto, entre inúmeros outros fatores, os idosos têm apresentado maior dependência funcional e incapacidade², principalmente as mulheres, em decorrência da redução da massa muscular³ e óssea⁴ e do aumento progressivo da gordura corporal⁵. Nesta circunstância, ocorre maior risco para quedas, fraturas, hospitalização recorrente e mortalidade.

Estas alterações nos componentes da composição corporal têm sido observadas por meio de diferentes técnicas. A absorptometria de raio X de dupla energia (DEXA: do inglês *Dual Energy X-ray Absorptiometry*) tem sido usada para a estimativa dos diferentes componentes corporais. Evidências têm apontado sua validade para estimar a massa livre de gordura (MLG) em idosos⁶. Dado ao elevado custo, tempo gasto, radiação, técnico bem treinado, entre outros, não se torna uma opção para aplicabilidade em larga escala. Em contrapartida, a praticidade e baixo custo da impedância bioelétrica (IB) facilitam as medidas em grandes grupos amostrais, podendo, inclusive, ser empregada em coletas de campo. Além disso, foram desenvolvidas equações que têm variáveis preditoras obtidas por meio de medidas antropométricas e de IB, possibilitando estimativas mais acuradas da MLG em função de determinadas características físicas, etárias, sexuais e étnicas.

Dentre as equações existentes que englobam idosos, observa-se que duas delas, recomendadas em referências clássicas, não tiveram sua validade concorrente testada em idosos brasileiras – equações Valhalla⁷ e de Gray *et al.*⁸. Considerando isso, adicionado ao previamente exposto, esta pesquisa foi desenvolvida com o propósito de analisar a validade concorrente dessas equações para estimar a MLG em idosos brasileiras.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Amostra

A amostra foi composta por 34 mulheres com idades oscilando de 60 a 71 anos, residentes em diferentes cidades satélites de Brasília – DF. Todas as idosos do estudo migraram de diferentes regiões do nordeste e centro-oeste

para Brasília. Elas se voluntariaram para participar do estudo. Foram informadas sobre o seu propósito e procedimentos adotados durante a coleta de dados. Leram e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, depois de sanadas todas as dúvidas sobre o procedimento envolvido. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Católica de Brasília / DF (04/2005).

De acordo com Pedhauzer⁹, em estudos de validação cruzada, o número necessário de sujeitos deve corresponder a 20%, ou mais, ao tamanho da amostra que deu origem à equação. Assim, a amostra mínima, no presente estudo é de 13 sujeitos para a equação de Gray *et al.*⁸, e de 15 sujeitos para a equação Valhalla⁷.

Coleta de dados

Previamente a realização de todas as medidas, as voluntárias foram orientadas a seguir o seguinte protocolo: estar em jejum de 4 h; não ingerir café e bebidas alcoólicas 24 h antes; não realizar atividade física extenuante e não fazer uso de nenhum diurético; esvaziar a bexiga e os intestinos antes da mensuração. No ato da coleta, foi questionado se as orientações foram seguidas. Em caso de uma ou mais serem ignoradas, a coleta foi realizada em outro dia.

Todas as medidas foram realizadas no mesmo dia por uma única pessoa. Inicialmente, foram medidas a massa corporal e a estatura, posteriormente, foi feito o exame de DEXA e, por último, a IB. A temperatura ambiente durante a coleta variou de 20 a 26°C. Toda amostra estava em condições normais de hidratação (IB: *Biodynamics* 310).

A estatura foi mensurada com unidade de medida de 0,5 cm e a massa corporal com unidade de medida de 100g conforme procedimentos descritos por Gordon *et al.*¹⁰.

A MLG e a gordura relativa, via DEXA, foram medidas por um aparelho com tecnologia *pencil-beam*, do fabricante Hologic (QDR-1500, *software* v.5.67). Desconhecem-se os algoritmos que estão no *software* do aparelho, por meio dos quais são obtidos os valores dos componentes da composição corporal. Foram seguidos os procedimentos descritos no manual que acompanha o referido aparelho. Foi realizado um exame de corpo inteiro, estando a voluntária imóvel em posição supina, com os cotovelos e joelhos estendidos. Para assegurar a qualidade das medidas foram realizados dois tipos de calibração do aparelho, uma semanal e outra diária. Para a calibração semanal, foi realizado um exame de *phantom* e, para a calibração diária, foi realizado o teste de segurança de qualidade. Ambas as calibrações seguiram os procedimentos descritos no manual do referido equipamento.

A resistência foi estimada por meio da IB (*Biodynamics* 310), seguindo as instruções contidas no manual do referido equipamento. Este aparelho vem acompanhado de um *software* que fornece os valores dos componentes da composição corporal, porém são desconhecidos os algoritmos que a estimam. Os valores da resistência (R), massa corporal (MC) e estatura (ES) foram usados nas equações de Gray *et al.*⁸ e em outra, apresentada em Lohman⁷. No entanto, ela é apresentada no corpo de uma tabela, cujo título indica “*equações de impedância bioelétrica usadas em analisadores de bioimpedância*”

Valhalla”. Por suposto, esta é uma equação do fabricante Valhalla e não de Lohman. Daqui por diante, passará a ser denominada de “equação Valhalla”.

Equação de Gray *et al.*⁸

$$MLG_{kg} = 0,00151 (ES^2) - 0,0344 (R_{\rho}) + 0,14 (MC_{kg}) - 0,158 (idade_{anos}) + 20,387.$$

Equação Valhalla⁷

$$MLG_{kg} = 0,474 (ES^2_{cm} / R_{\rho}) + 0,18 (MC_{kg}) + 7,3.$$

Análise estatística

Inicialmente, foi realizado um teste de normalidade dos dados por meio do teste Komolgorov-Smirnov, apresentando os dados uma distribuição normal. A estatística descritiva foi usada para caracterizar a amostra e o teste *t* independente ($p \leq 0,05$) para comparar os dois grupos estratificados por quantidade de gordura corporal relativa (G%). Para verificar a concordância das equações Valhalla⁷ e de Gray *et al.*⁸ com a DEXA, para a estimativa da MLG em idosas, foram seguidos os critérios sugeridos por Lohman⁷: coeficiente de correlação linear de Pearson ($r > 0,79$); teste *t* pareado (*t*), onde $t_{calculado} < t_{tabelado}$ ($p > 0,01$); e, erro padrão de estimativa (EPE = $s \sqrt{1 - R^2}$) inferior a 1,8kg para a predição da MLG. Por fim, foi utilizada a análise dos escores residuais, baseada na proposta de Bland e Altman¹². Os dados foram analisados através do programa SPSS-IBM (*Statistical Package for the Social Sciences*), versão 22.0, com licença de uso.

RESULTADOS

Optou-se dividir a amostra em dois grupos, um com G% ≤ 41 e outro com G% > 41 . Para tanto, foi usada a mediana da própria amostra. Gray *et al.*⁸ mostraram que a MLG, estimada via IB, é superestimada em relação a obtida por meio da pesagem hidrostática nos sujeitos mais obesos, e que esta diferença diminui nos sujeitos com G% $< 41,1\%$. Considerando estes grupos, as características descritivas da amostra estão apresentadas na tabela 1. Destaca-se que os grupos são similares ($p > 0,05$) em idade e estatura e diferentes ($p \leq 0,05$) nas demais variáveis.

Na tabela 2, são apresentados os valores estatísticos referentes à comparação das equações de IB com a DEXA. Todos os coeficientes de correlação foram ($r > 0,79$) satisfatórios⁷. Nos dois grupos, a MLG obtida via equação Valhalla (G% ≤ 41 : $36,1 \pm 3,4$ kg; G% > 41 : $39,3 \pm 3,2$ kg) não diferiu ($p > 0,01$) da obtida via DEXA ($38,7 \pm 3,7$ kg), no entanto, o EPE (2,114 kg) foi um pouco acima do recomendado⁷ no grupo com maior G%. Obviamente, quando considerada toda a amostra ($n = 34$), foram atingidos os critérios⁷, sendo o EPE = 1,828 kg. A MLG obtida via equação de Gray *et al.*⁸ diferiu significativamente ($p < 0,01$) da MLG obtida por DEXA nos dois grupos, ainda que o EPE tenha sido satisfatório ($< 1,8$ kg) no grupo com G% ≤ 41 .

Tabela 1. Características descritivas das idosas estratificadas por nível de gordura relativa (G%).

Variáveis	Gordura % ≤41 (n= 17)			Gordura % >41 (n= 17)		
	\bar{x}	Mínimo	Máximo	\bar{x}	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	64,3 ± 3,3 ^a	60	71	64,6 ± 3,3 ^a	60	69
Estatura (cm)	151,1 ± 5,1 ^a	141	158	152,8 ± 6,1 ^a	140	162
MC (kg)	57,7 ± 6,1 ^a	48,2	71,5	70,8 ± 8,9 ^b	54,3	98,8
IMC (kg/m ²)	25,2 ± 2,2 ^a	22,8	29,8	30,4 ± 3,7 ^b	22,9	38,5
G% DEXA	35,6 ± 3,4 ^a	30,2	41,0	45,1 ± 3,4 ^b	41,1	50,9

MC= massa corporal; IMC= índice de massa corporal; DEXA= do inglês Dual Energy X-ray absorptiometry; médias com a mesma letra não diferem (p >0,05) – teste t independente.

Tabela 2. Validação de equações para estimar a massa livre de gordura (MLG) em idosas estratificadas por nível de gordura relativa.

Variáveis	Gordura % ≤41 (n= 17)					
	\bar{x}	r ^a	R	t	p	EPE
MLG DEXA (kg)	37,0 ± 3,3					
MLG Valhalla ⁷ (kg)	36,1 ± 3,4	0,916	0,84	2,733	0,015	1,360
MLG Gray <i>et al.</i> ⁸ (kg)	32,3 ± 4,1	0,927	0,86	11,881	0,000	1,274
Gordura % >41 (n= 17)						
MLG DEXA (kg)	38,7 ± 3,7					
MLG Valhalla ⁷ (kg)	39,3 ± 3,2	0,838	0,70	-1,171	0,259	2,114
MLG Gray <i>et al.</i> ⁸ (kg)	35,5 ± 4,0	0,787	0,62	5,238	0,000	2,390

a= p < 0,0005; r= correlação de Pearson; t= teste t; p= valor do p (probabilidade); EPE= erro padrão de estimativa; DEXA= do inglês Dual Energy X-ray Absorptiometry.

A análise dos resíduos (figura 1) reforça os resultados apresentados na tabela 2, demonstrando que através da equação de Gray *et al.*⁸ somente nove por cento (9%) teve a MLG estimada dentro de um erro aceitável⁷, enquanto que, pela equação Valhalla, 82% da amostra teve a sua MLG estimada com excelente acurácia.

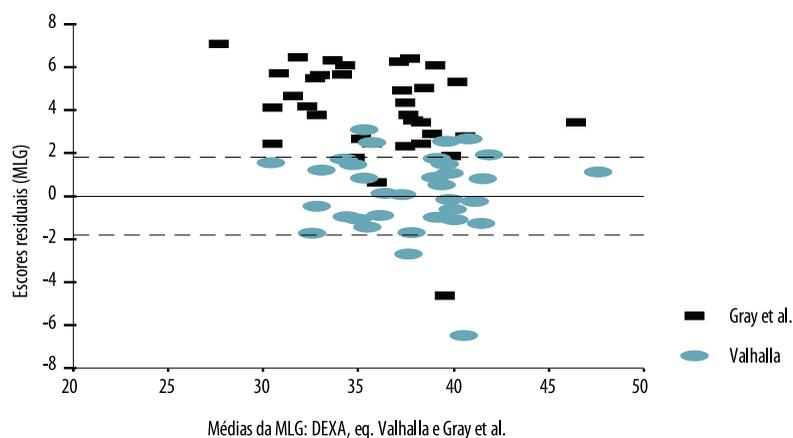


Figura 1. Análise dos escores residuais da MLG (massa livre de gordura) obtida pela DEXA (absortometria de raio x de dupla energia) e pelas equações de Gray *et al.*⁸ e Valhalla⁷. As linhas pontilhadas superior e inferior representam o limite para validação (EPE < 1,8kg).

DISCUSSÃO

Buscar um método acurado e de aplicabilidade em larga escala é primordial para o monitoramento da MLG em idosas. Nesse sentido, tendo como parâmetros os critérios propostos por Lohman⁷, os resultados do presente estudo indicam que a equação Valhalla apresenta validade concorrente para estimar a MLG tanto em idosas com sobrepeso ($G\% \leq 41$) quanto com obesidade ($G\% > 41$).

A equação de Gray *et al.*⁸ tem sido recomendada em livros clássicos da área^{7,13}. Entretanto, para a presente amostra, não foi evidenciada a sua validade concorrente, dado o fato de haver diferença ($p \leq 0,01$) entre as médias da MLG estimada por esta equação e a DEXA. A análise dos resíduos indicou grandes diferenças individuais entre os dois procedimentos. Estas evidências corroboram as de Stolarczyk *et al.*¹¹, tendo a pesagem hidrostática como “padrão ouro”.

Os EPEs obtidos para a equação Valhalla são inferiores ao da equação original (2,8 kg). As correlações são de alta magnitude e o coeficiente de determinação aponta que 70 e 84% da MLG estimada em sobrepesadas e obesas, respectivamente, é explicada pela IB, apontando a validade concorrente desta equação para as mulheres de 50 a 71 anos, com $G\%_{DEXA}$ de 30 a 51%. Os desvios padrões indicam que a amostra é representada em toda a sua magnitude em relação à DEXA. Agregado a isso, a análise dos resíduos (figura 1) aponta que 82% das mulheres tiveram a sua MLG estimada com excelente acuracidade, com um EPE inferior a 1,8 kg. Isto demonstra que esta equação apresenta excelente validade concorrente. O mesmo não pode ser afirmado sobre a equação de Gray *et al.*⁸, cujos resíduos indicam que a maioria (91%) teve a MLG estimada com um EPE entre 2 a 7,5 kg - fato inaceitável.

A estabilidade do coeficiente de regressão, para cada variável preditora no modelo, pode contribuir sobremaneira para a determinação da validade concorrente. A estabilidade deste coeficiente, de uma população para outra, é largamente dependente do número de sujeitos usados no desenvolvimento da equação de predição original. São conseguidos coeficientes muito estáveis quando a razão de sujeitos para cada variável preditora é de no mínimo 20:1⁹. Na equação Valhalla foi usada uma proporção de 25:1, em uma amostra de mulheres de 50 a 70 anos, enquanto que, Gray *et al.*⁸ usaram 15:1. Desta forma, a homogeneidade etária da amostra original e a elevada proporção de mulheres para cada variável preditora favoreceu largamente para que a equação Valhalla apresentasse validade concorrente para a amostra da presente análise. Enquanto que, a heterogeneidade etária (22 a 74 anos) na amostra original, a ampla variação da $G\%$ (19,5 a 59%) e a baixa proporção de sujeitos (15:1) para cada variável preditora, também contribuíram para que a equação de Gray *et al.*⁸ não obtivesse a validade concorrente.

Outro aspecto que pode ter contribuído para que a equação Valhalla apresentasse validade concorrente, é o fato de ser usada a ES^2/R , a qual é uma preditora melhor do que a ES^2 e a R isoladas. A ES^2/R tem-se mostrado com grande poder preditivo tanto da MLG^{14-15} quanto da massa muscular

esquelética¹⁶. A IB é baseada no princípio de que a resistência oferecida à passagem da corrente elétrica é relacionada ao volume de condutores ao quadrado do seu comprimento. Nesse sentido, Hoffer *et al.*¹⁴ e Lukaski *et al.*¹⁵ mostraram que o volume de água corporal total apresenta correlação com a ES^2/R em seres humanos. No presente estudo, isto foi ratificado novamente, haja vista que a equação Valhalla que tem como coeficiente de regressão a ES^2/R apresentou validade, enquanto que a de Gray *et al.*⁸ tem a ES^2 e a R como predictoras isoladas. Ainda, o nível de hidratação pode ter contribuído, já que com o avanço da idade ela tende a diminuir¹⁷, se refletindo sobre o coeficiente de regressão da resistência, dado as características das amostras originais e a do presente estudo.

Em relação ao efeito da quantidade de G% nos erros de estimativa da MLG, via equações em relação à DEXA, observa-se que naquelas com G% >41 os erros tendem a ser maiores (EPE= 2,114 kg) do que nas com G% ≤41 (EPE= 1,360 kg). Estes resultados são corroborados pelo evidenciado no estudo de Glaner¹⁸, onde foi testada a validade concorrente de equações de IB a partir do modelo tetrapolar, em relação a DEXA, e também pelos resultados quando comparada a IB bipolar em relação a DEXA¹⁹.

Em termos gerais, tem-se observado que poucas equações desenvolvidas em outros países apresentam validade concorrente para sujeitos brasileiros. Também, destaca-se que, em um estudo¹⁸ similar, a única equação que apresentou validade concorrente (em relação a DEXA) para homens adultos foi a equação específica para indivíduos com elevada gordura (G% ≥20%). Por um lado, isto demonstra que o método da IB deve considerar, nos modelos de estimativa, o nível de G% dos indivíduos para uma predição mais acurada. Parece que no presente estudo isto é ratificado, dado o fato da amostra também apresentar G% elevada (30 a 51%). Por outro lado, estudos indicam que a DEXA tende a superestimar a G% em relação à tomografia computadorizada²⁰, à pletismografia²¹, ao modelo de quatro componentes^{22,23}, à pesagem hidrostática^{22,24}, à antropometria²⁵ e à IB²⁶. Estes dois pontos críticos deixam lacunas, apontando a necessidade de mais evidências conclusivas: se realmente os modelos (via IB) para a MLG devem ser estruturados em função de grupos com características relativamente homogêneas quanto a G%, ou, se a DEXA é um método acurado somente para quantificar a densidade mineral óssea.

Uma limitação significativa deste estudo, e de qualquer outro nesta temática, na tentativa de buscar elucidar a validade concorrente destas equações, é a falta de um “padrão ouro” inquestionável. A DEXA vem sendo apontada na literatura científica como o método padrão ouro para quantificar a G% e MLG, no entanto, os próprios fabricantes destes aparelhos apontam, como tal, somente para quantificar a densidade óssea²⁷. Isto pode aumentar as chances de erro e diminuir a validade dos resultados. No entanto, experimentos *in vitro* indicam não haver diferenças ($p \geq 0,05$) na estimativa dos diferentes componentes corporais^{28,29}, fato que justifica o seu uso neste estudo.

CONCLUSÃO

A equação do fabricante Valhalla⁷ apresenta validade concorrente para estimar a MLG de mulheres brasileiras, com sobrepeso e obesidade, com as mesmas características demográficas que as da presente amostra. Por meio desta equação, a MLG foi estimada com erro aceitável (EPE <1,8kg) para 82% da amostra. Face ao exposto, fica evidente que a equação Valhalla é uma alternativa viável, de custo relativamente baixo, para estimar com acuracidade a MLG e em consequência, a G%, de mulheres brasileiras. A equação de Gray *et al.*⁸ não apresentou validade concorrente.

REFERÊNCIAS

1. Brasil. Ministério da Saúde. A vigilância, o controle e a prevenção das doenças crônicas não-transmissíveis/DCNT no contexto do Sistema Único de Saúde brasileiro. 2005. Available from: <<http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/DCNT.pdf>> [2012 Jul 12].
2. Souza CC, Valmorbida LA, Oliveira, JP; Borsatto AC, Lorenzini M, Knorst MR, et al. Mobilidade funcional em idosos institucionalizados e não institucionalizados. *Rev Bras Geriatr Gerontol* 2013; 16(2):285-93.
3. Yu S, Umapathysivam K, Visvanathan, R. Sarcopenia in older people. *Int J Evid Based Health care* 2014;12(4):227-43.
4. Sapir-Koren R, Livshits G. Is interaction between age-dependent decline in mechanical stimulation and osteocyte-estrogen receptor levels the culprit for postmenopausal-impaired bone formation? *Osteoporos Int* 2013;24(6):1771-89.
5. Kuchibhatla MN, Fillenbaum GG, Kraus WE, Cohen HJ, Blazer DG. Trajectory classes of body mass index in a representative elderly community sample. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2013;68(6):699-704.
6. Kim J, Wang Z, Heymsfield SB, Baumgartner RN, Gallagher D. Total body skeletal muscle mass: estimation by a new dual-energy x-ray absorptiometry method. *Am J Clin Nutr* 2002;76(2):378-83.
7. Lohman TG. Advances in body composition assessment. Current issues in exercise sciences series. Champaign: Human Kinetics; 1992.
8. Gray DS, Bray GA, Gemayel N, Kaplan K. Effect of obesity on bioelectrical impedance. *Am J Clin Nutr* 1989;50(2):255-60.
9. Pedhazuer EJ. Multiple regression in behavioral research. New York: CBS College Publishing, 1982.
10. Gordon CC, Chumlea WC, Roche AF. Stature, recumbent length, weight. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R, editors. Anthropometric standardizing reference manual. Champaign: Human Kinetics Books; 1988. p. 3-8.
11. Stolarczyk LM, Heyward VH, Van Loan MD, Reano LM. The fatness-specific bioelectrical impedance analysis equations of Segal et al: are they generalizable and practical? *Am J Clin Nutr* 1997;66(1):8-17.
12. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurements. *Lancet* 1986;1(8476):307-10.
13. Heyward VH, Stolarczyk LM. Avaliação da composição corporal aplicada. São Paulo: Manole; 2000.
14. Hoffer EC, Meador CK, Simpson DC. Correlation of whole-body impedance with total body water volume. *J Appl Physiol* 1969;27(4):531-4.
15. Lukaski HC, Johnson PE, Bolonchuk WW, Lykken JGI. Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body. *Am J Clin Nutr* 1985;41(4):810-7.
16. Rech CR, Salomons E, Lima LRA, Petroski EL, Glaner MF. Estimativa da massa muscular esquelética em mulheres idosas: validade da impedância bioelétrica. *Rev Bras Med Esporte* 2010;16(2):95-8.

17. Wang Z, Deurenberg P, Wang W, Pietrobelli A, Baumgartner RN, Heymsfield SB. Hydration of fat-free body mass: new physiological modeling approach. *Am J Physiol* 1999;276(6):995-1003.
18. Glaner MF. Validação cruzada de equações de impedância bioelétrica em homens. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2005;7(1):05-11.
19. Rech CR, Glaner MF. Acuracidade da estimativa de gordura corporal por meio da impedância bioelétrica bipolar em homens. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2011;13(2):1-7.
20. Salamone LM, Fuerst T, Visser M, Kern M, Lang T, Dockrell M, et al. Measurement of fat mass using DEXA: a validation study in elderly adults. *J Appl Physiol* 2000;89(1):345-52.
21. Sardinha LB, Lohman TG, Teixeira PJ, Guedes DP, Scott B. Comparison of air displacement plethysmography with dual-energy X-ray absorptiometry and 3 field methods for estimating body composition in middle-aged men. *Am J Clin Nutr* 1998;68(4):786-93.
22. Clasey JL, Kanaley JA, Wideman L, Heymsfield SB, Teates CD, Gutgesell ME, et al. Validity of methods of body composition assessment in young and older men and women. *J Appl Physiol* 1999;86(5):1728-38.
23. Wong WW, Hergenroeder AC, Stuff JE, Butte NF, Smith EO, Ellis KJ. Evaluating body fat in girls and female adolescents: advantages and disadvantages of dual-energy X-ray absorptiometry. *Am J Clin Nutr* 2002;76(2):384-9.
24. Clark RR, Kuta JM, Sullivan JC. Prediction of percent body fat in adult males using dual energy x-ray absorptiometry, skinfolds, and hydrostatic weighing. *Med Sci Sports Exer* 1993;25(4):528-35.
25. Glaner MF, Rosário WC. Validação cruzada de técnicas antropométricas para a estimativa da gordura corporal em homens. *Lect Educ Fís Deportes (B. Aires)* 2005;10(82).
26. Newton Junior RL, Alfonso A, York-Crowe E, Walden H, White AM, Ryan D et al. Comparison of body composition methods in obese African-American women. *Obesity* 2006;14(3):415-22.
27. Glaner MF. Absortometria de raio X de dupla energia In: Petroski EL, Pires Neto CS, Glaner MF, organizadores. *Biométrica*. Jundiaí: Fontoura. 2010. p. 229-47.
28. Svendsen OL, Haarbo J, Hassager C, Christiansen C. Accuracy of measurements of body composition by dual energy X-ray absorptiometry in vivo. *Am J Clin Nutr* 1993;57(5):605-8.
29. Makan S, Bayley HS, Webber CE. Precision and accuracy of total body bone mass and body composition measurements in the rat using X-ray-based dual photon absorptiometry. *Can J Physiol Pharmacol* 1997;75(1011):1257-61.

Endereço para correspondência

Gislane Ferreira de Melo
Universidade Católica de Brasília
EPCT – QS07 – Lote 01
Bloco G – Sala 119
E-mail: gmelo@ucb.br