

Análise vetorial de bioimpedância e estado nutricional de idosas de acordo com o índice de massa corporal

Bioelectrical impedance vectorial analysis and nutritional status of older women according to body mass index

Sandra Maria Lima Ribeiro^{1,3}
Marcia Val Miyamoto²
Camila Maria de Melo²
Joseph Kehayias³

Resumo – O objetivo do presente estudo foi comparar e discutir o estado nutricional de idosas, de acordo com diferentes categorias de IMC. Adicionalmente, objetivou-se introduzir a análise vetorial de bioimpedância (BIVA) como ferramenta na avaliação do estado nutricional. Trinta e duas mulheres (60 anos ou mais, fisicamente independentes e nível moderado de atividade física), foram distribuídas em três grupos de acordo com a classificação do IMC: G1 (IMC<23kg/m²); G2 (23<IMC<28Kg/m²); e G3 (IMC>28Kg/m²). Foram analisados como indicadores do estado nutricional: massa corporal e estatura para cálculo do IMC, circunferência da cintura (CC), circunferência do quadril (CQ) e relação cintura quadril (RCQ); bioimpedância elétrica (por BIVA); - gasto energético de repouso (GER); variáveis plasmáticas indicadoras do estado nutricional (glicose, colesterol total e frações, IGF-1 e leptina). Os grupos foram comparados por ANOVA e pelo teste Hotelling's T² para análise vetorial. Como principais resultados, o posicionamento do vetor na bioimpedância apontou menor reactância e maior resistência para G1. O G3 apresentou os maiores valores de CC e leptina, e também menor GER. Portanto, os maiores valores de IMC, ao mesmo tempo em que apontam melhor massa celular, apontam também maior risco de desenvolvimento de doenças crônicas. Por sua vez, os menores valores de IMC indicaram redução da massa corporal livre de gordura. Os resultados ratificam a busca por classificação específica do IMC para idosos e apontam a BIVA como uma alternativa viável na avaliação física e nutricional.

Palavras-chave: Composição corporal; Estado nutricional; IMC; Saúde do idoso.

Abstract – The objective of the present study was to compare and discuss the nutritional status of older women according to different categories of BMI. Additionally, the study was aimed at introducing the bioelectrical impedance vector analysis (BIVA) as a tool to assess the nutritional status. Thirty-two women (60 years or older, physically independent, and with moderate level of physical activity) were divided into three groups according to BMI classification: G1 (BMI<23 Kg/m²); G2 (23<BMI<28 Kg/m²); and G3 (BMI>28 Kg/m²). The following variables were analyzed as indicators of nutritional status: body mass and height to calculate BMI, waist circumference (WC), hip circumference (HC), waist-hip ratio (WHR), bioelectrical impedance (BIVA), resting energy expenditure (REE), biochemical markers of nutritional status (glucose, total cholesterol, and fractions, IGF-1, and leptin). The groups were compared using ANOVA and the Hotelling's T² test for vector analysis. The main findings based on vector displacement showed lower reactance and higher resistance in G1. G3 showed the highest values of CC and leptin, and also lower REE. Therefore, higher BMI suggested at the same time higher cell mass and higher risk of developing chronic diseases. In turn, lower BMI values suggested reduced fat-free body mass. These results confirm the search for specific classification of BMI for the elderly and suggest the BIVA as a viable alternative in physical and nutritional assessment.

Key words: BMI; Body composition; Elderly health; Nutritional status.

1. Universidade de São Paulo. Escola de Artes, Ciências e Humanidades. São Paulo, SP. Brasil.

2. Universidade São Judas Tadeu. São Paulo, SP. Brasil.

3. Unites States Department of Agriculture - Human Nutrition Research Center on Aging at TUFTS University. Boston, MA. USA.

Recebido em 06/05/11
Revisado em 18/07/11
Aprovado em 08/09/11



INTRODUÇÃO

O fenômeno crescente do envelhecimento populacional demanda estudos sobre as condições de saúde e estado nutricional de idosos¹. Entende-se como estado nutricional o equilíbrio entre ingestão de energia e nutrientes, e a utilização destes pelo corpo. A avaliação do estado nutricional inclui medidas antropométricas e de composição corporal, marcadores bioquímicos, avaliação da dieta e do gasto de energia. No intuito de tornar mais abrangente a interpretação do estado nutricional, atualmente, tem se procurado expandir as possibilidades de medidas, incluindo, por exemplo, testes funcionais, força muscular, metabolismo da glicose, capacidade de trabalho, avaliações moleculares e genéticas, entre outros².

A avaliação do estado nutricional de idosos pode ser considerada um desafio, tendo em vista todas as alterações decorrentes do envelhecimento. Por exemplo, a massa livre de gordura é reduzida periféricamente, e a gordura corporal tende a aumentar na região abdominal. Vários estudos investigam essas mudanças, entretanto, as razões e os melhores métodos e técnicas para identificá-las ainda precisam ser compreendidos pelas pesquisas em composição corporal^{3,4}.

Dentre os diferentes métodos e técnicas existentes para a análise da composição corporal, a bioimpedância elétrica (BIA) é considerada prática, não invasiva, e de fácil operação⁵. Contudo, em determinadas populações ou condições, a BIA apresenta limitações quanto ao desenvolvimento de equações específicas⁶. Procurando minimizar esse tipo de problema, foi proposta a análise vetorial da BIA (BIVA), na qual a interpretação dos dados é realizada simplesmente a partir do gráfico da resistência (R) e da reactância (Xc) [divididas pela estatura (H)], e do vetor resultante. Não há necessidade do uso de equações nesse tipo de interpretação^{7,8}.

A análise por BIVA tem recebido atenção como uma ferramenta valiosa para analisar o estado de hidratação e a massa celular^{7,8}, e tem demonstrado valor prognóstico em condições como pré-operatório, câncer, infecção por vírus de imunodeficiência ou na doença de Alzheimer⁹⁻¹¹. Como conceito fundamental para interpretação dos dados, considera-se Xc como o efeito resistivo produzido pelas interfaces dos tecidos e membranas celulares. Por sua vez, R é a oposição pura à corrente elétrica e o ângulo de fase (vetor resultante) reflete a capacitância. Buffa et al.¹² sugerem que o

uso de BIVA é capaz de avaliar mudanças típicas de compartimentos corporais no envelhecimento.

Na investigação de métodos e técnicas de composição corporal e envelhecimento, as medidas antropométricas e suas relações merecem, também, alguns comentários. O índice de massa corporal ($IMC = \text{massa corporal} / \text{estatura}^2$) apresenta correlação significativa com a massa de gordura corporal e com o desenvolvimento de doenças crônicas. Valores elevados de IMC são relacionados, portanto, a maior morbidade e risco de mortalidade¹³. Por sua vez, alguns estudos têm apontado maiores taxas de sobrevivência em maiores valores de IMC¹⁴⁻¹⁶. Argumenta-se que as reservas de energia na velhice são importantes para enfrentar situações de estresse físico e psicológico^{14,15}.

Um estudo transversal multicêntrico com idosos da América Latina (projeto Saúde e Bem Estar no Envelhecimento-SABE)¹⁷, planejado com a participação da Organização Panamericana da Saúde (OPAS), utilizou, na coleta e análise dos dados, os seguintes intervalos de IMC: baixo (≤ 23); normal ($23 < IMC < 28$); alto ($28 < IMC < 30$) e obesidade (≥ 30). Nota-se, portanto, que nesse estudo o intervalo classificado como “normalidade” é diferenciado, comparativamente aos conhecidos pontos de corte para adultos jovens (que é de 18,50 a 24,99 Kg/m²)¹⁸.

Sintetizando, alguns estudos sugerem que idosos com maiores valores de IMC apresentam maiores chances de sobrevivência. A partir dessa afirmação, o presente estudo hipotetiza que maiores valores de IMC são relacionados a um melhor estado de saúde, o que pressupõe um melhor estado nutricional. Para confirmação de um melhor estado nutricional, o maior número de variáveis possível deve ser investigado.

Desta forma, o objetivo do presente estudo é comparar e discutir o estado nutricional de idosas, de acordo com diferentes categorias de IMC. Como objetivo adicional, pretende-se introduzir a análise por BIVA na avaliação do estado nutricional.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Participantes

O estudo foi realizado em um Centro de Convivência de Idosos na Zona Leste de São Paulo- SP-Brasil. O recrutamento de voluntários foi feito a partir de cartazes e palestras explicativas. Tratou-se, portanto, de uma amostra não probabilística e de conveniência. Foram incluídas apenas mulheres acima de 60 anos, com nível moderado de

atividade física. Foram excluídas as mulheres que referiram o uso de medicamentos que pudessem modificar a taxa metabólica basal (por exemplo, medicamentos para emagrecimento ou hormônios da tireóide), ou ainda, que relatassem doenças agudas ou crônicas que pudessem interferir nas coletas de dados. Cabe destacar que não foram excluídas as idosas que referiram diabetes tipo II, hipertensão ou hipercolesterolemia, uma vez que essas doenças são altamente prevalentes na população idosa.

Todas as participantes assinaram um termo de consentimento esclarecido, e o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade São Judas Tadeu, protocolo número 048/2004.

Coleta dos dados

As participantes foram submetidas a uma análise ampla do estado nutricional, conforme variáveis descritas e justificadas a seguir.

Dados gerais

Doenças agudas e crônicas, assim como grandes variações de peso corporal podem ser indicadoras de desbalanços no estado nutricional². Para obter essas informações, as participantes foram indagadas a respeito de variação de peso corporal nos últimos seis meses e histórico de doenças agudas e crônicas. Foram, também, questionados aspectos demográficos.

Nível de atividade física

O sedentarismo está associado a uma série de doenças crônicas e a um pior estado nutricional¹⁹. Portanto, com a finalidade de controlar algumas variáveis, foram incluídas mulheres com nível de atividade física moderado, classificado a partir do *International Physical Activity Questionnaire-IPAQ*²⁰, versão curta.

Medidas antropométricas

A determinação do estado nutricional inclui, também, indicadores antropométricos². A massa corporal (MC; Balança Filizola, 0,1 g de precisão) e a estatura (H; estadiômetro Secca, intervalo de 0,1 cm) foram avaliados para cálculo do índice de massa corporal (IMC, em Kg/m²). Foram medidas as circunferências da cintura (CC) e do quadril (CQ), e foi calculada a relação cintura quadril (RCQ)²¹. Todos os procedimentos para tomada das medidas antropométricas foram fundamentados em Lohman, Roche, Martorell²² e as medidas foram realizadas por um único avaliador.

Análise por bioimpedância elétrica com análise vetorial (BIA e BIVA)

Postulamos no presente estudo que a análise da integridade e hidratação celulares avaliados a partir da BIA pode constituir importante ferramenta na avaliação do estado nutricional. A análise por BIA foi realizada pela manhã, após uma noite de repouso e antes da ingestão de alimentos. As participantes chegaram ao laboratório entre 07h00min e 09h00min, e foram previamente orientadas a não realizarem exercício físico intenso e nem modificarem seu padrão alimentar no dia anterior, e a ingerirem água nas quantidades habituais. A análise (Biodynamics 450e®) foi realizada com as participantes na posição supinada, em uma superfície não condutora, com os eletrodos posicionados nas mãos e pés, sempre do lado direito. Todos os procedimentos para medida por bioimpedância foram realizados pelo mesmo avaliador. Os dados de resistência (R) e reactância (Xc) foram plotados em um gráfico R/H Xc/H, com software específico²³.

Gasto energético de repouso (GER)

Alguns estudos, como revisito por Manini²⁴, descrevem redução no gasto energético de repouso (GER) com o envelhecimento, o que pode estar associado a alterações no estado nutricional. No presente estudo, o GER foi avaliado imediatamente após as análises por BIA, sempre pelo mesmo avaliador. Utilizou-se o analisador metabólico VO2000 (Inbrasport®). As mulheres repousaram em uma maca por 30 minutos antes do teste. Elas foram instruídas a permanecer relaxadas, porém acordadas, a evitar tossir, falar ou movimentar-se durante todo o período de medida. O registro das medidas de troca gasosa só foi iniciado após a aclimatação, definido como o período de cinco minutos consecutivos no qual o coeficiente de variação (CV) fosse de, no máximo, 10% para o consumo de oxigênio (VO₂) e gás carbônico (VCO₂) e 5% para o QR (quociente respiratório). Alcançando essa aclimatação, as medidas foram registradas por um período de 30 minutos. O gasto energético de repouso para 24h foi estimado de acordo com a equação de Jequier & Shultz²⁵.

Análises bioquímicas

Indicadores bioquímicos são considerados sensíveis na avaliação do estado nutricional do estado nutricional, principalmente, por serem capazes de detectar desvios nutricionais em seus estados iniciais². A análise bioquímica no presente estudo foi realizada a partir do plasma sanguíneo. As amostras de sangue

foram coletadas no dia seguinte às análises de antropometria, BIA e GER. As coletas foram realizadas no período entre 08h00min e 10h00min, após um período de jejum de, no mínimo, 8 e no máximo 12 horas. As amostras foram analisadas para: glicose sanguínea, colesterol total, HDL e LDL [método enzimático (Doles® e Labtest®) e pela equação de Friedewald]. Foram ainda determinadas as concentrações dos hormônios: IGF-I [DSL (etanol ácido) IRMA 87/518 duplo anticorpo; com coeficiente de variação intra-análise (CV)= 6,3% e 4,9% para os controles mínimos e máximos respectivamente; e CV interanálise= 8,0 e 9,0% para os controles mínimo e máximo respectivamente]; leptina [por RIA, HL81 K Linco Research Inc®; CV entre análises de 1,2% e 3,0% para os controles mínimo e máximo respectivamente; CV entre análises de 8,6% e 4,2% para os controles mínimo e máximo respectivamente].

Grupos para análise dos dados

A partir dos resultados das medidas antropométricas, as mulheres foram distribuídas em três grupos, com base nas seguintes categorias de IMC: G1 (IMC<23kg/m²); G2 (23<IMC<28Kg/m²) e G3 (IMC>28Kg/m²). Essa atribuição de categorias é uma modificação do documento da OPAS- Projeto SABE¹⁷,

Análise estatísticas

Os dados estão apresentados em forma de média ± desvio padrão (DP); os três grupos de IMC foram comparados por *one way-ANOVA* seguida pelo teste Bonferoni como *post-hoc*. As análises foram realizadas com o Software Statistica 7.0 (Statsoft, Inc.). As diferenças significativas entre os vetores dos grupos pelo teste Hotelling's T² para análise vetorial, e a distância Mahalanobis (D), que é a distância entre dois grupos, foram analisadas com auxílio do software específico para BIVA²³. O nível de significância aceitável foi de p< 0,05 para todas as análises.

RESULTADOS

Foram incluídas no estudo 37 mulheres. A idade não diferiu significativamente entre os grupos: G1=68,7±5,1 anos; G2=68,4±7,5 anos; G3=67,7±5,0 anos (p=0,90). Com relação às informações gerais prestadas pelas participantes, 56,8% referiram não ter havido mudança na massa corporal nos últimos seis meses, 35,4% informaram ter reduzido a massa corporal intencionalmente e 8,1% não souberam responder à questão. Somente 16,2% relataram não fazer uso de nenhum medicamento, enquanto os outros 83,9% consumiam habitualmente medicamentos para controle de diabetes, hipertensão e hipercolesterolemia, todos com supervisão médica.

As variáveis antropométricas e de BIA estão descritas na Tabela 1. Observa-se que G3 apresentou maiores valores de CC, CQ, RCQ e reactância, e menor valor para resistência.

A Figura 1 descreve o posicionamento vetorial dos três grupos e também da população de referência para a faixa etária. G1, G2 e G3 apresentaram posicionamento significativamente diferente entre si; G1 apresentou menor Xc, maior R e consequentemente, menor ângulo de fase. A diferença dos três grupos foi significativa em relação à população de referência, mas observa-se que G3 foi o grupo que apresentou a menor distância dessa população (valor D).

De acordo com a Tabela 2, G3 apresentou o menor consumo de oxigênio e consequentemente, o menor gasto energético de repouso. Na Tabela 3, observa-se que G1 apresentou os maiores valores para glicemia de jejum, mas todos os valores foram situados dentro dos limites de referência. G3 apresentou os maiores valores de leptina. As demais variáveis não apontaram diferença entre os grupos.

Tabela 1. Variáveis antropométricas e de composição corporal (média± DP)*

Variáveis	G1	G2	G3
Medidas e índices antropométricos			
IMC (Kg/m ²)	20,6± 1,9 ^a	26,0± 1,3 ^b	31,6± 2,5 ^c
Circunferência da cintura (cm)	73,6± 3,4 ^a	78,4± 9,6 ^a	96,1± 7,1 ^b
Circunferência do quadril (cm)	92,4± 2,4 ^a	98,7± 3,9 ^b	111,3± 6,5 ^c
RCQ	0,79± 0,03 ^a	0,79± 0,09 ^a	0,86± 0,06 ^b
Variáveis da análise por bioimpedância			
R/H	466,0± 61,8 ^a	403,9±39,3 ^b	346,1± 35,0 ^c
Xc/H	42,5±12,0 ^a	44,0±4,8 ^a	36,3±5,1 ^b
Ângulo de fase (°)	5,2± 1,1	6,2± 0,5	6,0± 0,7

*letras sobrescritas representam a análise estatística: diferentes letras significam diferenças significativas, com p<0,05. IMC= índice de massa corporal; RCQ= relação cintura/quadril; R/H= resistência dividida pela altura; Xc/H= reactância dividida pela altura.

Tabela 2. Variáveis relativas ao gasto energético de repouso (média± DP)*

Variáveis	G1	G2	G3
Variáveis de trocas gasosas no repouso			
O ₂ (mL/Kg/min)	3,05± 1,05	3,03± 1,11	2,36± 0,88
O ₂ (mL/MLG/min)	0,09± 0,03 ^a	0,09± 0,04 ^a	0,05± 0,02 ^b
QR	0,898± 0,064	0,902± 0,089	0,900± 0,089
Estimativa do gasto energético de repouso			
GER (Kcal/dia)	1106± 295	1210± 381	1220± 545
GER (Kcal/Kg de MC/dia)	26,4± 6,7 ^a	22,3± 7,0 ^a	15,0± 6,5 ^b
GER (Kcal/Kg de MLG/dia)	35,6± 10,6	34,2± 12,5	27,2± 11,0

*letras sobrescritas representam a análise estatística entre os grupos; diferentes letras significam diferenças significativas, com $p < 0,05$. GER= gasto energético de repouso; MC= massa corporal; MLG= massa livre de gordura; QR= quociente respiratório.

Tabela 3. Marcadores bioquímicos do estado nutricional (média± DP)*

Variáveis	G1	G2	G3
Glicemia (mL.dL ⁻¹)	98,8± 34,1 ^a	69,8± 8,5 ^b	80,0± 14,2 ^b
Colesterol total (mL.dL ⁻¹)	213,1± 34,8	185,9± 38,1	201,2± 29,7
HDL-Colesterol (mL.dL ⁻¹)	50,3± 14,8	42,4± 13,9	47,4± 11,3
LDL-Colesterol (mL.dL ⁻¹)	148,1± 36,3	125,5± 32,2	133,2± 29,2
VLDL-Colesterol (mL.dL ⁻¹)	14,7± 6,0	18,0± 7,7	20,6± 6,0
Triacilgliceróis (mL.dL ⁻¹)	73,6± 29,9	88,7± 40,4	103,2± 30,4
Leptina (ng.dL ⁻¹)	7,71± 7,26 ^{ab}	19,01± 12,38 ^a	28,22± 13,78 ^b
IGF-I (ng.dL ⁻¹)	449± 704	1119± 2020	686± 1134

*letras sobrescritas representam a análise estatística entre os grupos; diferentes letras significam diferenças significativas, com $p < 0,05$.

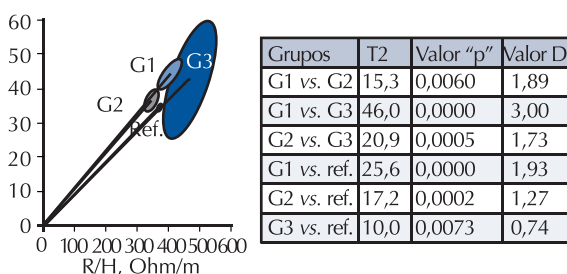


Figura 1. Posicionamento vetorial dos grupos. D= distância Mahalanobis entre dois grupos; R/H= resistência dividida pela altura; T²= teste de Hotelling; Xc/H= reactância dividida pela altura. Referência: população americana de mesma faixa etária, analisada no *National Health and Nutrition Examination Survey* (vide ref. 23)

DISCUSSÃO

O presente estudo comparou o estado nutricional de idosas, de acordo com diferentes valores de IMC, utilizando-se, entre outros indicadores, o da análise vetorial de bioimpedância elétrica. Foi possível observar menor massa magra nos valores de IMC abaixo de 23 Kg/m², e risco de desenvolvimento de doenças crônicas somado ao melhor estado celular nos valores de IMC acima de 28 Kg/m².

O grupo com maior valor de IMC apresentou maiores medidas antropométricas indicativas de risco de doenças crônicas. Adicionalmente, esse grupo também apresentou o menor gasto energético de repouso,

o que pode significar menor atividade metabólica, com consequente risco aumentado de desenvolvimento de doenças crônicas²⁶. A maior concentração plasmática de leptina nesse grupo pode também, indiretamente, sinalizar uma possível resistência leptínica, como tipicamente ocorre em obesos²⁷.

O eixo somatotrófico, avaliado no presente estudo pelo IGF-I, demonstrou uma tendência a menores valores em G1 (embora sem significância estatística). Menores valores de IGF-I podem indicar menor síntese protéica e consequentemente, uma possível relação com menor massa magra corporal²⁸. Em adição, nesse grupo com menor IMC, o vetor bioelétrico mostrou o menor ângulo de fase, refletindo redução na massa celular. Dados experimentais têm demonstrado ângulo de fase reduzido, com comprimento igual ou maior que os valores de referência, em idosos sarcopênicos^{9,11}. Esses resultados, portanto, podem ser indicadores de que G1, a despeito de ter apresentado melhores resultados relacionados à gordura corporal, apresentou menor massa corporal magra, o que pode significar um estado nutricional comprometido e um início do processo de sarcopenia.

Outros resultados no presente estudo podem reforçar a possibilidade de menor massa magra em G1, em comparação aos outros grupos. Os maiores valores de glicemia podem significar o desenvolvi-

mento de processos de resistência insulínica. Dados na literatura demonstram associação entre sinalização insulínica e inflamação²⁹, e entre inflamação e sarcopenia³⁰. Em outras palavras, existe a possibilidade de que menores valores de IMC possam estar associados a um estado inflamatório crônico, maior resistência insulínica e como consequência, maior risco de redução de massa magra. Entretanto, essas informações são apenas especulativas, pois necessitariam de análises bioquímicas mais específicas.

Todas as informações obtidas nos dois grupos extremos- menores e maiores classificações de IMC, levam a supor, a partir dos resultados do presente estudo, um intervalo de normalidade no grupo intermediário (G2), com valores entre 23 e 28kg/m². Esse intervalo corrobora publicações anteriores^{16,17}.

Cabe, neste ponto, destacar as limitações do presente estudo. Só foram incluídas mulheres, e não se pode afirmar que os resultados são representativos da população de idosos do Brasil. Ademais, como já afirmado anteriormente, a utilização de marcadores bioquímicos plasmáticos (glicemia, leptina, IGF-I) não são suficientes para fundamentar alguns mecanismos moleculares discutidos. Com relação aos medicamentos ingeridos pelas participantes, existe a possibilidade destes terem gerado vieses de interpretação dos resultados. Finalmente, estudos com amostras probabilísticas e maiores, além da inclusão de outras variáveis de composição corporal como, por exemplo, o DEXA (raios-X de dupla energia, considerado padrão ouro), poderiam auxiliar na interpretação dos resultados.

CONCLUSÕES

O presente estudo mostrou diferenças no estado nutricional de acordo com o IMC em idosas, o que reforça a necessidade de pontos de corte específicos para esse grupo populacional. Adicionalmente, foi possível reconhecer a BIVA como uma análise coerente da composição corporal nesses indivíduos.

Agradecimentos

A. A. Piccoli and G. Pastori (Departamento de Ciências Médicas e Cirúrgicas, Universidade de Pádua, Itália) pelo fornecimento do software para análise por BIVA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cherry D, Lucas C, Decker SL. Population aging and the use of office-based physician services. *NCHS Data Brief* 2010;41:1-8.
- Gibson R. *Principles of Nutritional Assessment*. 2ª. Edition. New York: Oxford University Press; 2005.
- Ahmed T, Haboubi N. Assessment and management of nutrition in older people and its importance to health. *Clin Interv Aging* 2010;5:207-16.
- Nicklas BJ, Penninx BW, Cesari M, Kritchevsky SB, Newman AB, Kanaya AM et al. Health, Aging and Body Composition Study. Association of visceral adipose tissue with incident myocardial infarction in older men and women: the Health, Aging and Body Composition Study. *Am J Epidemiol* 2004; 160:741-9.
- Ellis KJ. Selected body composition methods can be used in field studies. *J Nutr* 2001;131(5):1589S-95S.
- Bussolotto M, Ceccon A, Sergi G, Giantin V, Beninca P, Enzi G. Assessment of body composition in elderly: accuracy of bioelectrical impedance analysis. *Gerontology* 1999;45:39-43.
- Piccoli A, Pittoni G, Facco E, Favaro E, Pillon L. Relationship between central venous pressure and bioimpedance vector analysis in critically ill patients. *Crit Care Med* 2000; 28:132-7.
- Toso S, Piccoli A, Gusella M, Menon D, Crepaldi G, Bononi A et al. Bioimpedance vector pattern in cancer patients without disease versus locally advanced or disseminated disease. *Nutrition* 2003;19:510-4.
- Norman K, Smoliner C, Valentini L, Lochs H, Pirlich M. Is bioelectrical impedance vector analysis of value in the elderly with malnutrition and impaired functionality? *Nutrition* 2007;23:564-9.
- VanderJagt DJ, Huang Y-S, Chuang L-T, Bonnett C, Glew R H. Phase angle and n-3 polyunsaturated fatty acids in sickle cell disease. *Arch Dis Child* 2002;87:252-4.
- Buffa R, Mereu RM, Putzu PF, Floris G, Marini E. Bioelectrical impedance vector analysis detects low body cell mass and dehydration in patients with Alzheimer's disease. *Nutr Health Aging* 2010;14:823-7.
- Buffa R, Floris G, Marini E. Migration of the bioelectrical impedance vector in healthy elderly subjects. *Nutrition* 2003;19:917-21.
- WHO. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series 854. Geneva: World Health Organization, 1995. 452p.
- Stevens J, Cai J, Pamuk ER, Williamson DF, Thun MJ, Wood JL. The effect of age on the association between body-mass index and mortality. *N Engl J Med* 1998;338:1-7.
- Cabrera MA, Wajngarten M, Gebara OC, Diament J. Relationship between body mass index, waist circumference, and waist-to-hip ratio and mortality in elderly women: a 5-year follow-up study. *Cad Saúde Pública* 2005;21:767-75.
- Troiano RP, Grongiollo EA Jr, Sobal J, Levitsky DA. The relation between body weight and mortality: a quantitative analysis of combined information from existing studies. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1996;20(1):63-75.
- Organización Panamericana de la Salud. División de Promoción y Protección de la Salud (HPP). Encuesta multicéntrica salud bienestar y envejecimiento (SABE) en América Latina: informe preliminar. Washington,

- D.C; Organización Panamericana de la Salud; 2001. 19 p.
18. Bauman A, Craig CL. The place of physical activity in the WHO Global Strategy on Diet and Physical Activity. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2005; 24(2):10.
 19. Matsudo S, Araújo T, Matsudo V, Andrade D, Oliveira LC, Braggion G. Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Rev Bras Ativ Fis Saúde* 2001;6:5-18.
 20. Lean MEJ, Hans TS, Morrison CE. Waist circumference as measure for indicating need for weight management. *Br J Med* 1995;311:158-61.
 21. Lohman T, Roche AF, Martorell R, editors. Anthropometric standardization reference manual. Champaign: Human Kinetics; 1988.
 22. Piccoli A Pastori G. BIVA Software. Department of Medical and Surgical Sciences, University of Padova, Italy, 2002
 23. Manini TM. Energy expenditure and aging. *Ageing Res Rev* 2010;9(1):1-11.
 24. Jequier E, Schutz Y. Long-term measurements of energy expenditure in humans using a respiration chamber. *Am J Clin Nutr* 1983;38:989-98.
 25. Polotsky HN, Polotsky AJ. Metabolic implications of menopause. *Semin Reprod Med* 2010;28:426-34.
 26. Ribeiro SM, dos Santos ZA, da Silva RJ, Louzada E, Donato J Jr, Tirapegui J. Leptin: aspects on energetic balance, physical exercise and athletic amenorrhea. *Arq Bras Endocrinol Metabol* 2007;51:11-24.
 27. Giovannini S, Marzetti E, Borst SE, Leeuwenburgh C. Modulation of GH/IGF-1 axis: potential strategies to counteract sarcopenia in older adults. *Mech Ageing Dev* 2008;129(10):593-601.
 28. Stenholm S, Sallinen J, Koster A, Rantanen T, Sainio P, Heliövaara M et al. Association between Obesity History and Hand Grip Strength in Older Adults—Exploring the Roles of Inflammation and Insulin Resistance as Mediating Factors. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2011;66A:341-8.
 29. Peake J, Della Gatta P, Cameron-Smith D. Aging and its effects on inflammation in skeletal muscle at rest and following exercise-induced muscle injury. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2010;298:R1485-95.

Endereço para correspondência

Sandra M L Ribeiro
Universidade de São Paulo.
Escola de Artes, Ciências e Humanidades
Av. Arlindo Bettio 1000
CEP 03800-000 - São Paulo, SP Brasil
E-mail: smlribeiro@usp.br