

Validação cruzada de equações de bio-impedância em mulheres brasileiras por meio de absorptometria radiológica de dupla energia (DXA)

Cross-validation of bioimpedance equations in Brazilian women using dual-energy x-ray absorptiometry (DXA)

Martim Bottaro Marques
Vivian Heyward
Claudio Escobar Paiva

Resumo

[1] Marques, M.B., Heyward, V., Paiva, C.E., Validação cruzada de equações de bio-impedância em mulheres brasileiras por meio de absorptometria radiológica de dupla energia (DXA). Rev. Bras. Ciên. e Mov. 8 (4): 14-20, 2000.

O objetivo deste estudo foi o de determinar a aplicabilidade e a precisão da avaliação da composição corporal de 44 mulheres brasileiras (20 a 40 anos) do analisador de Bio-impedância (BI) dos membros superiores (OMRON™) e das equações, previamente publicadas, do tradicional BI. O DXA (DPX-IQ, Versão 4,6 A) foi usado na obtenção da gordura relativa (%G) e da massa corporal magra (MCM) de referência. A resistência dos membros superiores foi medida com o OMRON™ (HBF - 300), e a resistência corporal total foi medida com o Biodynamics ® (Modelo - 310). Foram analisadas as equações: de Lohman (1992), de Gray et al. (1989), de Segal et al. (1988), modificada por Stolarczyk et al. (1997) e a do OMRON™ (1998). Os resultados encontrados foram: o coeficiente de validade (r) do Biodynamics variou de 0,84 (Lohman) a 0,92 (Stolarczyk); o erro de estimativa-padrão (EPE) e o erro total (E) variaram de 1,61kg (Stolarczyk) a 2,51kg (Gray). O r, o EPE e o E do BI dos membros superiores (OMRON™) foram 0,87, 2,96%G, e 4,92%G, respectivamente. A equação de Stolarczyk e a de Lohman forneceram estimativas aceitáveis tanto da média da MCM, quanto do EPE (1,93 e 2,63kg respectivamente). A equação de Gray superestimou, de forma significativa, a MCM (D = -1,1kg), e a equação do OMRON™ subestimou o %G (D= 4,92%). Baseado nesses resultados, é recomendável o uso da equação de Stolarczyk et al. (1997) ou a de Lohman (1992) na estimativa da composição corporal de mulheres brasileiras jovens e saudáveis.

PALAVRAS-CHAVE: composição corporal, equações e % gordura.

Universidade Católica de Brasília
Laboratório de Avaliação Física e Treinamento (Lafit)

Endereço para correspondência:
Martim Bottaro Marques
SQSW 105 bloco B Apt 108
70670-422 – Brasília DF

Abstract

[2] Marques, M.B., Heyward, V., Paiva, C.E., Cross-validation of bioimpedance equations in Brazilian women using dual-energy x-ray absorptiometry (DXA). Rev. Bras. Ciên. e Mov. 8 (4): 14-20, 2000

The purpose of this study was to determine the applicability and predictive accuracy of the new upper-body BI analyzer (OMRON™) and previously published total-body resistance BIA equation for estimation of body composition of 44 Brazilian women (20 to 40 years old). A DXA (DPX-IQ, Version 4.6 A) was used to obtain reference measures of relative body fat (%BF) and fat free-mass (FFM). Upper-body impedance was measured with an OMRON™ Body Logic Analyzer (Model HBF-300), and total-body resistance was measured with a Biodynamics ® (Model-310) analyzer. The BI equations of Lohman (1992), Gray et al. (1989), Stolarczyk et al. (1997) modification of Segal et al. (1988), and OMRON™ (Loy et al. 1988) were cross-validated. The results were as follows: the validity coefficients (r) from the Biodynamics ranged from 0.84 (Lohman equation) to 0.92 (modified Segal equation); the prediction errors (SEE and E) ranged from 1.61 kg (Stolarczyk) to 2.5 kg (Gray). The r, SEE, and E from the upper-body BI (OMRON™) were 0.87, 2.96 %BF, and 4.92 %BF respectively. The Stolarczyk and Lohman equations accurately estimated average FFM with an acceptable prediction error (SEE = 1.93 and 2.63 kg, respectively). The Gray equation significantly overestimated average FFM by 1.61 kg; whereas, the OMRON equation significantly underestimated relative body fat by 4.92% BF. Based on these results, we recommend using the Stolarczyk et al. (1997) modification of the Segal et al. (1988) fatness-specific equations, or the Lohman (1992) age-specific equations to estimate body composition of young, healthy, Brazilian women.

KEYWORDS: body composition, equations and % of body fat.

Introdução

No primeiro momento, pode parecer que a preocupação com a composição corporal é primeiramente reservada a atletas, pois a performance atlética é parcialmente influenciada pela proporção entre gordura corporal (GC) e massa corporal magra (MCM). Porém, a composição corporal é um importante aspecto na saúde dos indivíduos, independente de idade, sexo e origem. De acordo com o Colégio Americano de Medicina do Exercício (1), obesidade está associada a aumento no risco de desenvolver doenças cardiovasculares, hipertensão, diabetes, certos tipos de câncer e outras doenças crônicas.

Tradicionalmente, o modelo clássico de dois componentes (4, 25), que separa a massa corporal total (MCT) em gordura corporal (GC) e em massa corporal magra (MCM), vem sendo usado na obtenção de medidas de referência de composição corporal. O modelo de dois componentes é baseado nas seguintes suposições: a) a densidade da gordura é de 0,901 g/cc; b) a densidade da MCM é de 1,100 g/cc; c) a MCM contém 73,8% de água, 19,4% de proteína e 6,8% de mineral.

Sabe-se que a proporção de água, proteína e mineral na MCM varia de acordo com idade, sexo, etnia, níveis de gordura corporal e níveis de atividade física e, conseqüentemente, varia a densidade da massa corporal magra (dMCM) (2, 29, 31). Qualquer variação do valor assumido pela dMCM (1,100 g/cc) pode resultar em erro sistemático na estimativa da gordura corporal relativa. Portanto, enquanto o modelo de dois componentes fornece uma estimativa precisa da gordura relativa, em homens brancos, esse modelo pode não ser ideal para subgrupos populacionais, nos quais a dMCM é diferente do valor assumido.

Etnia é uma das características que viola as suposições do modelo de dois componentes. Por exemplo: a dMCM de mulheres negras (1,106 g/cc) e homens negros (1,113 g/cc) é maior que 1,100 g/cc, devido a uma maior densidade óssea (7, 19, 22). A maioria das equações de predição de composição corporal, usadas atualmente, foram desenvolvidas na população norte americana. Portanto, em populações de outras etnias ou origens raciais, essas equações podem não ser válidas. Conhecedores do campo da composição corporal (10, 14) recomendam o uso de equações de regressão de composição corporal somente quando essas equações forem validadas em subgrupos específicos da população.

Nos Estados Unidos, grupos raciais são relativamente bem definidos, e equações específicas de raça foram desenvolvidas, para estimar composição corporal em índios americanos, japoneses e negros (11, 17, 21, 28). No Brasil, esses subgrupos não são bem definidos. A maioria dos brasileiros são uma mistura de europeus, africanos e descendentes de índios. Eles são “um produto de três continentes fundidos... para formar uma nação mais homogênea do que qualquer outra de tamanho comparável” (5).

No Brasil, os métodos de Bio-impedância (BI) de membros superiores e de corpo inteiro vêm sendo usados na estimativa da MCM e do percentual de gordura (%G).

Esses métodos, porém, não foram adequadamente validadas em certos subgrupos de brasileiros. Utilizando pesagem hidrostática, como referência, Carvalho e Pires Neto (6) validaram algumas equações de BI de corpo inteiro, em mulheres brasileiras, porém não mediram volume residual (VR) de forma direta. A estimativa do VR aumenta o erro associado à pesagem hidrostática (32). Katch e Katch (12) reportaram-se a que uma diferença de 600 ml no VR pode gerar um erro de 8% no %G. Portanto, o objetivo do presente estudo foi o de avaliar a precisão e a aplicabilidade de equações preditivas de dois tipos de BIA, em mulheres brasileiras, utilizando DXA como método de referência.

Metodologia

Amostra

Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética da University of New Mexico. Foi estudada uma amostra de 44 mulheres (20 a 40 anos de idade). Todas eram de Brasília e participaram do estudo de forma voluntária. Foram informadas do objetivo do estudo, dos procedimentos, dos possíveis desconfortos, riscos e benefícios do estudo, antes de assinarem o termo de consentimento. As participantes não seriam incluídas no estudo, caso apresentassem as seguintes contra-indicações: certos tipos de câncer, hipertensão, doenças cardiovasculares, doenças do fígado e/ou dos rins e distrofia muscular.

Procedimentos

Impedância Bioelétrica (BI)

O método de BI vem sendo bastante usado, por ser um método relativamente barato, rápido e não-invasivo (16). Neste estudo, foram avaliados dois diferentes métodos de BI: 1) BIA de corpo inteiro; 2) BI dos membros superiores (OMRON™). No método de BIA de corpo inteiro, a resistência corporal total (R) e a reactância (Xc) foram medidas com aparelho de bio-impedância, marca Biodynamics, modelo 310. As medidas foram feitas com o indivíduo deitado, na posição supina, com braços e pernas abduzidos a 45 graus, a partir do corpo. Imediatamente antes da colocação dos eletrodos, as áreas de contato foram limpas com álcool. Um eletrodo emissor foi colocado próximo à articulação metacarpo-falangea da superfície dorsal da mão direita e o outro distal do arco transversal da superfície superior do pé direito. Um eletrodo detector foi colocado entre as proeminências distais do rádio e da ulna do punho direito e o outro, entre os maléolos medial e lateral do tornozelo direito, seguindo as recomendações do fabricante.

Para a avaliação da resistência dos membros superiores, foi utilizado o aparelho OMRON™, modelo HBF-300. As medidas foram feitas com o participante de pé, segurando nos sensores metálicos do aparelho, com os cotovelos estendidos e os braços formando um ângulo de 90 graus, em relação ao tronco.

Absortometria radiológica de dupla energia (DXA)

A absortometria radiológica de dupla energia (DXA) é uma tecnologia relativamente nova, que vem sendo reconhecida como método de referência na análise da composição corporal (9, 13, 18, 27). Durante a utilização desse instrumento (Modelo DPX – IQ versão 4.6 A), o participante permaneceu deitado em decúbito dorsal, com os braços ao longo do corpo, desprovido de qualquer metal que pudesse interferir no resultado do teste. Os testes compreenderam uma varredura completa do corpo do participante, o que fornece medida da densidade óssea, da massa de gordura e da massa magra. Foi feita uma série de escaneamentos transversais ao eixo longitudinal do corpo, com durações de 10 e 20 minutos.

Desenho da Pesquisa e Análise Estatística

Este estudo utilizou uma abordagem correlacional, para avaliar a relação entre as medidas obtidas com o método de referência (DXA), e as medidas obtidas pelas equações de regressão. Os métodos de Bio-impedância foram validados por meio da análise de regressão [Statistical Package for the Social Sciences (SPSS 8.0)] das medidas de composição corporal, obtidas pelo método de absortometria radiológica de dupla energia (DXA). Os critérios de validação, utilizados na determinação da precisão dos métodos de campo selecionados, foram os propostos por Lohman (14) e resumidos por Heyward e Stolarczyk (10). Eles incluem: a) teste *dependente t de Student*, para avaliar as diferenças entre as médias dos valores obtidos pelo método de referência e os valores preditos pelos métodos de campo; b) avaliação do coeficiente de correlação ($r_{yy'}$) e da variância dividida (r^2) entre o método de referência e as medidas preditas; c) análise do erro-padrão de estimativa (EPE) e do erro total (E); d) análise dos escores residuais individuais de cada método e suas equações, pelo método de Bland e Altman (3).

Resultados

A equação do BI de membros superiores, examinada para a validação cruzada, neste estudo, foi a generalizada, desenvolvida pelo fabricante OMRON™ (15). As três equações do BI de corpo inteiro examinadas foram: a específica de idade de Lohman (14); a específica de gordura de Segal et al. (23), modificada por Stolarczyk et al. (25) e a generalizada de Gray et al. (8). As características descritivas da amostra estão apresentadas na tabela I, e os resultados de validação cruzada das equações de ambos os BIs estão apresentados na tabela 2. A relação entre o método de referência DXA e a composição corporal, estimada pelas equações do BI de membros superiores (OMRON™) e a análise dos escores residuais estão apresentadas nas figuras 1 e 2. A relação entre o método de referência DXA e a composição corporal, estimada pelas equações do BIA de

corpo inteiro desenvolvidas por Segal et al. (23) e modificadas por Stolarczyk et al. (25), bem como a análise dos escores residuais estão apresentadas nas figuras 3 e 4. Os coeficientes de regressão variaram de 0,84 (equação de Lohman) a 0,92 (equação modificada de Segal). Com exceção da equação do OMRON™ ($E = 5,75\% G$), os erros-padrão de estimativa (EPE) e o erro total (E) não excederam o critério de 2,80kg de massa corporal magra (MCM). O EPE variou de 1,61kg (equação de Segal) a 2,51kg (equação de Gray).

A equação específica de gordura de Segal e a equação específica de idade de Lohman estimaram, de forma precisa, a média da MCM, medida pelo DXA; porém, a equação generalizada de Gray superestimou em 1,41kg, de forma significativa ($p < 0,05$), a média da MCM, medida pelo DXA; a equação do OMRON™ subestimou a gordura relativa em 4,92% G ($p < 0,05$). A MCM dos participantes foi estimada com um erro de $\pm 2,8$ kg para 77% (equação de Gray), 80% (equação de Lohman) e 93% (equação de Segal) da amostra. O aparelho OMRON™ subestimou a %G de toda a amostra, com exceção de um indivíduo; além disso, apenas 34% dos participantes dessa amostra tiveram sua gordura relativa estimada com um erro de $\pm 3,5\% G$.

TABELA I: Características físicas da Amostra (N=44)

Variável	Média \pm DP	Amplitude
IDADE	29.39 \pm 5.52	20 to 40
EST (cm)	163.20 \pm 5.85	152.5 to 174.5
MASSA CORP. (kg)	56.19 \pm 6.16	45.8 to 72.8
CINT./QUADRIL	0.795 \pm 0.045	0.701 to 0.868
BMD (g/cc)	1.152 \pm 0.0812	.988 to 1.314
TBM (kg)	3.09 \pm 0.44	2.19 to 4.03
TBM/MCM (%)	7.48 \pm 0.76	6.11 to 9.79
%G _{DXA}	26.25 \pm 5.87	14.60 to 39.60
%GO _{MROM}	21.33 \pm 4.37	13.00 to 29.50
MCM _{DXA} (kg)	41.27 \pm 4.13	32.99 to 51.41
MCM _{Lohman} (kg)	41.75 \pm 3.18	35.65 to 50.20
MCM _{Gray} (kg)	42.68 \pm 3.91	34.54 to 52.93
MCM _{Modified Segal} (kg)	41.61 \pm 3.48	34.36 to 50.72

TABELA II: Resultados da validação cruzada (N=44)

Equações	Ry, y'	EPE	E	D	t	± 2,8kg
<u>Equações de BIA</u>						
<u>Corpo Inteiro</u>						
Lohman (1992) Especifica de Idade	0.84**	2.27 kg	2.28 kg	-0.48 kg	-1.41	80%
Gray et al. (1989)	0.87**	2.10 kg	2.51 kg	-1.41 kg	-4.44**	77%
Modified Stolarczyk et al. (1977)	0.92**	1.61 kg	1.65 kg	-0.34 kg	-1.39	93%
<u>Membros Superiores</u>						
OMRON™ (Loy et al., 1998)	0.87**	2.96 %BF	5.75 %BF	4.92 %BF	10.83**	± 3,5%G34%

* $p < .05$ ** $p < .01$

FIGURA 1:

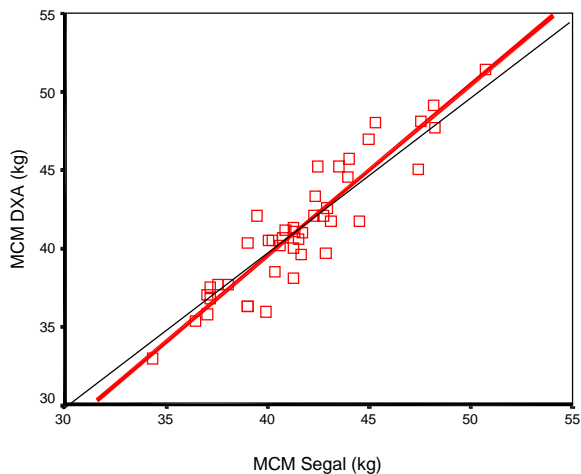


FIGURA 2:

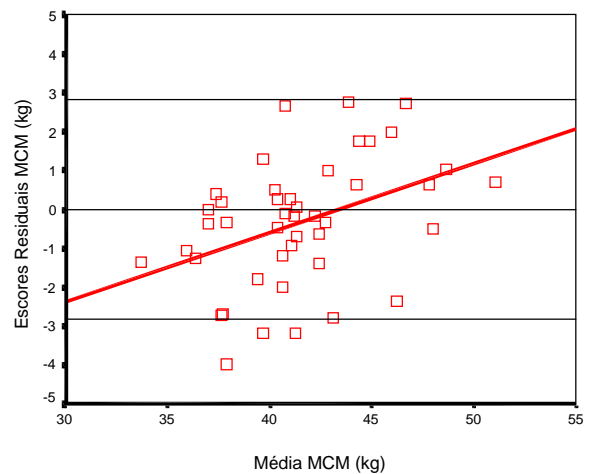


FIGURA 3:

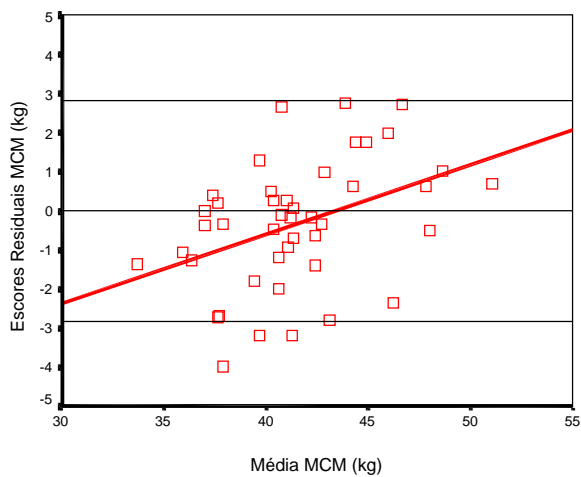
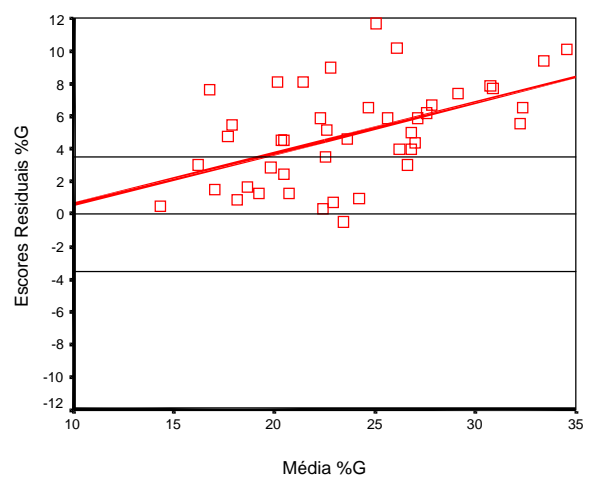


FIGURA 4:



Discussão

A equação do BI de membros superiores subestimou, de forma consistente, a gordura relativa, medida pelo DXA em 4,92%G. A equação generalizada do OMRON™ foi desenvolvida por meio de pesagem hidrostática e utilizou a fórmula do modelo de dois componentes de Brozek et al. (4), para converter densidade corporal em %G. Semelhante à equação de modelo de dois componentes de Siri, a fórmula de Brozek supõe que a densidade da MCM é de 1,100 g/cc e que 6,8% da MCM é composta de minerais. No presente estudo a quantidade total encontrada de minerais, relativa à MCM foi de 7,5%, semelhante à encontrada por Stolarczyk et al. (26) em mulheres hispânicas, o que resulta em maior densidade da MCM (1,105 g/cc). Isso pode explicar, em parte, a sistemática subestimação do %G quando se utiliza o aparelho OMRON™ de membros superiores.

Além disto, a precisão da equação generalizada do OMRON™ pode ter sido afetada pelos diferentes faixas de idade e percentuais de gordura corporal das mulheres do presente estudo, quando comparadas às da amostra original, usada no desenvolvimento da equação. No presente estudo as mulheres são mais jovens ($29,4 \pm 5,5$ anos vs. $41,8 \pm 16,5$ anos), como também mais magras ($26,3 \pm 5,8$ %G vs. $29,4 \pm 10,0$ %G).

Segal et al. (23) desenvolveram a equação específica de gordura, utilizando uma grande amostra de mulheres (N = 498) não-obesas (< 30%G) e obesas (\geq 30%G). Baseados na análise de validação cruzada, Segal e colaboradores (23) reportaram-se a um bom erro de predição: 2,0kg para não obesos e 2,1kg, para obesos. Stolarczyk et al. (26) evidenciaram resultados similares em uma amostra (N = 29) de mulheres hispânicas (EPE = 2,0 kg e 2,1kg para as equações de não obesas e obesas). Quando utilizaram porém, a equação de Segal et al. (23) Stolarczyk et al. (1995) encontraram uma pequena (D = 0,80kg), mas significativa subestimação da MCM na sua amostra,

O uso clínico da equação específica de gordura de Segal et al. (23) vem sendo limitado pelo fato de que os clientes têm que ser categorizados como não obesos ou obesos, para selecionar a equação de gordura apropriada. Esse não é um problema para indivíduos que são obviamente não-obesos ou obesos. Entretanto, indivíduos intermediários podem causar dificuldade, na seleção da equação apropriada. Pensando neste problema, Stolarczyk et al. (25) desenvolveram uma modificação na qual se utiliza a média das equações de Segal et al. (23) para as mulheres que não são, obviamente, não-obesas ou obesas. Usando essa modificação, Stolarczyk et al. (25) testaram a precisão da equação específica de gordura de Segal em uma amostra (N = 372) multiétnica feminina (41% índias americanas, 16% hispânicas, 43% brancos), com idades de 37 ± 13 anos. Stolarczyk reportou-se a um coeficiente de validade de $r = 0,93$ e um EPE de 2,2kg.

No presente estudo, a modificação de Stolarczyk gerou excelentes resultados. O coeficiente de validação foi alto ($r = 0,92$), e o erro de predição foi baixo (EPE = 1,61kg).

Todas os critérios de validação cruzada foram atingidos. A média da MCM das mulheres brasileiras foi estimada com precisão (D = -0,34kg); além disto, a MCM de 93% dos sujeitos foi estimada com um erro de $\pm 2,8$ kg.

Como alternativa à modificação da equação específica de gordura de Segal, as equações específicas de idade de Lohman (14) parecem ser adequadas à estimativa na MCM das mulheres brasileiras deste estudo. Essas equações alcançaram todos os critérios de validação cruzada, com um erro-padrão de estimativa de 2,3kg; além disso, 80% dos participantes do estudo tiveram sua MCM estimada com um erro de $\pm 2,8$ kg. Stolarczyk et al. (25) reportaram de forma similar, a uma boa precisão de estimativa, quando as equações específicas de idade de Lohman (14) foram aplicadas em mulheres hispânicas jovens.

No mesmo estudo, Stolarczyk et al. (26) avaliaram a equação generalizada de Gray et al. (8). Esta equação subestimou a média da massa corporal magra da amostra de Stolarczyk et al. (26), embora a diferença tenha sido pequena (D = 0,90 kg). Todos os critérios de validação cruzada foram atingidos. O coeficiente de validação foi de 0,89, o EPE foi 2,0 kg, e a MCM foi estimada com um erro de $\pm 2,8$ kg em 90 % da amostra de Stolarczyk.

Em contraste, a equação de Gray et al. (8) superestimou, de forma significativa a média da MCM das mulheres brasileiras deste estudo em 1,41 kg. Um fator que contribui para precisão, em equações de predição, é a estabilidade dos coeficientes de regressão de cada variável. A estabilidade desses coeficientes é altamente dependente do número de sujeitos que foram usados no desenvolvimento da equação de predição original (25). Os coeficientes de regressão são mais estáveis, quando a relação sujeitos/variável é de 20:1 (20). Em comparação, Gray utilizou uma relação 10:1, quando desenvolveu sua equação. Isto pode explicar, em parte, por que a equação generalizada de Gray superestimou, de forma significativa, a MCM das mulheres, no presente estudo.

Como pode ser visto, a amostra deste estudo é bastante homogênea, em termos de idade e níveis de gordura corporal, o que pode explicar por que as equações específicas de idade (Lohman) e as específicas de gordura (Segal) tiveram uma melhor precisão, quando comparadas às equações generalizadas do BIA de corpo inteiro (Gray) e do BI de membros superiores (OMRON™), analisadas neste estudo.

Conclusão

Baseados nestes resultados, recomenda-se que sejam usadas, na avaliação da composição corporal de mulheres brasileiras jovens, as equações específicas de gordura de Segal et al. (23), modificadas por Stolarczyk et al. (25), ou as equações específicas de idade de Lohman (14), - ambas do BI de corpo inteiro. A equação do BI de membros superiores (OMRON™), entretanto, precisa ser analisada em uma amostra adicional da população brasileira, para se estabelecer, de uma forma mais precisa, sua precisão e aplicabilidade.

Referências Bibliográficas

- 1) AMERICAN COLLEGE OF SPORT MEDICINE. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription, 1995, (5th ed.). Media, PA: Williams & Wilkins.
- 2) BAUMGARTNER, R. N. et al.. Body composition in elderly people: effect of criterion estimates on predictive equations. *American Journal of Clinical Nutrition*, 1991, 53:1-9.
- 3) BLAND, J.M., & ALTMAN, D.G.. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurements. *The Lancet*, 1986, 12:307-310
- 4) BROZEK, J., et al.. Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. *Annals of New York Academy of Sciences*, 1963, 110:113-140.
- 5) BURNS, B. E. A history of Brazil, (2nd ed.). New York, NY; Columbia University Press, 1980.
- 6) CARVALHO, A. B. R. e PIRES, C. N. Desenvolvimento e validação de equações para estimativa da massa corporal magra através de impedância bioelétrica em mulheres. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*, 1998; 3 (5) : 5-12.
- 7) COTE, K. D., e ADAMS, W. C. Effect of bone density on body composition estimates in young adult black and white women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1993; 25:290-296.
- 8) GRAY, D. S. et al. Effect of obesity on bioelectrical impedance. *American Journal of Clinical Nutrition*, 1989; 50, 255-260.
- 9) HANSEN, J. N. et. Prediction of body composition in pre-menopausal females from dual-energy x-ray absorptiometry. *Journal of Applied Physiology*, 1993; 75(4):1637-1641.
- 10) HEYWARD, V. H., & STOLARCZYK, L. M. Applied body composition assessment. Champaign, IL; Human Kinetics, 1996.
- 11) HICKS, V L. et al. Validation of near-infrared interactance (NIE) and skinfold (SKF) methods for estimating body composition of American Indian women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1993; 25:S152. (Abstract)
- 12) KATCH, F.I., & KATCH, V.L. Measurement and prediction errors in body composition assessment and the search for the perfect prediction equation. *Research Q. Exerc. Sport*, 1980; 51 (1):249-260.
- 13) KOHRT, W. Body composition by DXA: tried and true? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1995; 10, 1349-1353.
- 14) LOHMAN, T. G. Advances in body composition assessment. Champaign, IL: Human Kinetics, 1992.
- 15) LOY, S. P. et al. Easy grip on body composition measurements. *ACSM's Health and Fitness Journal*, 1998; 2 (5):16-19.
- 16) LUKASKI, H. D. Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. *American Journal of Clinical Nutrition*, 1987; 46:537-556.
- 17) NAGAMINE, S., & SUZUKI, S. Anthropometry and body composition of Japanese young men and women. *Human Biology*, 1964; 36:8-15.
- 18) NOTELOVITZ, M. et al. Comparison of techniques for measuring body composition in women: influence of age and fatness. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1991; 23: S89. (Abstract)
- 19) ORTIZ, O. et al. Differences in skeletal muscle and bone mineral mass between black and white females and their relevance to estimates of body composition. *American Journal of Clinical Nutrition*, 1992; 55: 8-13.
- 20) PEDHAZER, E. J. Multiple regression in behavioral research. New York: CBS College Publishing, 1996.
- 21) RISING, R. et al. Body composition in Pina Indians: validation of bioelectrical resistance. *American Journal of Clinical Nutrition*, 1991; 53:594-598.
- 22) SCHUTTE, J. E. et al. Density of lean body mass is greater in blacks than in whites. *Journal of Applied Physiology*, 1984; 56:1647-1649.
- 23) SEGAL, K. R. et al. Lean body mass estimation by bioelectrical impedance analysis: a four-site cross-validation study. *American Journal of Clinical Nutrition*, 1988; 47:7-14.
- 24) SIRI, W. E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In J. Brozek, & A. Henschel, (Eds.). *Techniques for measuring body composition* (p. 223-244). Washington, DC; National Academy of Sciences, 1961.
- 25) STOLARCZYK, L. M. et al. The fatness-specific bioelectrical impedance analysis equations of Segal et al.: are they generalizable and practical?. *American Journal of Clinical Nutrition*, 1997; 66:8-17.
- 26) STOLARCZYK, L. M. et al. Predictive accuracy of bioimpedance equations in estimating fat-free mass of Hispanic women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1995; 10:1450-1456.
- 27) VAN LOAN, M. D., e MAYCLIN, P. L. Body composition assessment: dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) compared to reference methods. *European Journal of Clinical Nutrition*, 1992; 46:125-130.
- 28) VICKERY, M. C., CURETON, K. J., e COLLINS, M. A. Prediction of body density from skinfolds in black and white young men. *Human Biology*, 1988; 60:135-149.
- 29) WANG, J. et al. Body fat from body density: underwater weighing versus dual-photon absorptiometry. *American Journal of Physiology*, 1989; 256: E829-E834.
- 30) WANG, Z., PIERSON, R. N., HEYMSFIELD, S. B. The five model: a new approach to organizing body composition research. *American Journal of Clinical Nutrition*, 1992; 56:19-28.
- 31) WILLIAMS, D. P. et al. Aqueous and mineral fraction of the fat-free body and their relation to body fat estimates in men and women aged 49-82 years. In K. J.

Ellis, & J. D. Eastman, (Eds.): Human body composition in vivo: methods, models and assessment, (pp. 109-113). New York, NY; Plenum, 1993.

32) WILMORE J. H. The use of actual, predicted and constant residual volumes in the assessment of body composition by underwater weighing. *Medicine Science in Sports and Exercise*, 1969; 1:87-90.