

COMPARAÇÃO E VALIDAÇÃO CRUZADA DE EQUAÇÕES ANTROPOMÉTRICAS E DE IMPEDÂNCIA BIOELÉTRICA PARA ESTIMAR A MASSA CORPORAL MAGRA DE ALUNOS DO NPOR

Orivaldo Florencio de SOUZA*
Cândido Simões PIRES NETO*
Fernando José de Sá Pereira GUIMARÃES*

RESUMO

Este estudo objetivou comparar e realizar a validação cruzada da predição da massa corporal magra (MCM) proveniente de equações antropométricas e da impedância bioelétrica, utilizando a MCM obtida após a densidade corporal, MCM_{DEN} , de alunos do Núcleo de Preparação de Oficiais da Reserva (NPOR), como variável critério. A amostra foi composta por 18 alunos (\bar{x} idade = $18,5 \pm 0,4$ anos) e as variáveis analisadas foram: massa corporal (MC), estatura (E), perímetro abdominal umbilical (pabu), dobra cutânea abdominal horizontal (dcabh) e densidade corporal pelo peso hidrostático. O aparelho Valhalla 1990B gerou a MCM_{VALH} , a resistência e reatância. A estatística constou da correlação de Pearson, coeficiente de determinação, regressão linear simples e teste t dependente. As equações antropométricas de Wilmore & Behnke (1969) (WB1 e WB2) e a de Slaughter & Lohman (1980) (SLA), as equações de impedância bioelétrica de Lohman (1992) (LOH), de Segal et alii (1988) (SEG) e a MCM_{VALH} informada pelo Valhalla 1990B, foram utilizadas como variáveis preditoras. Somente a equação antropométrica WB2 ($MCM = 44,636 + 1,0817*MC - 0,7396*pabu$) apresentou validação cruzada em relação a MCM_{DEN} . As equações WB1, LOH, SEG e MCM_{VALH} não foram validadas por apresentarem diferenças significativas com a MCM_{DEN} , e a de SLA por elevado erro padrão de estimativa.

UNITERMOS: Massa corporal magra; Antropometria; Impedância bioelétrica; Validação cruzada.

INTRODUÇÃO

A massa corporal magra (MCM) é constituída essencialmente pelos componentes massa muscular, massa óssea e massa residual (Brozek, Grande, Anderson & Keys, 1963). O interesse na estimativa da MCM ocorre por haver relação com morbidade, requerimentos calóricos e desempenho físico. Vários procedimentos foram desenvolvidos e aprimorados para a estimativa da MCM, como: antropométrico, impedância bioelétrica, técnicas nucleares e métodos

radiográficos. Para Slaughter & Lohman (1980) a quantidade da MCM é um fator importante na determinação da aptidão física. Porém, a densidade da MCM, dependente da relativa proporção do conteúdo mineral e água corporal, varia quantitativamente nos diversos grupos humanos de acordo como idade, sexo, raça e nível da aptidão física (Heyward & Stolarczyk, 1996), sendo que o nível de alterações da MCM referente à atividade física depende de frequência, duração e

* Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal de Santa Maria - RS.

intensidade dos exercícios.

Através das técnicas antropométricas e de impedância bioelétrica, equações de regressão foram desenvolvidas para estimar a MCM. Essas equações foram elaboradas a partir de amostras generalizadas ou específicas, sendo que em ambos os casos, estas equações devem ser utilizadas apenas em sujeitos com características de valores antropométricos muito próximos ou semelhantes àqueles que deram origem às validações. Assim, a determinação da precisão de estimativa de uma equação de regressão sobre uma amostra diferente daquela que originou a equação é evidenciada pela validação cruzada (Baumgartner & Jackson, 1987). Heyward & Stolarczyk (1996) relatam a necessidade de realizar-se a validação cruzada para determinar a aplicabilidade e equivalência das equações preditivas em outros grupos de sujeitos.

Considerando que a densidade corporal seja a técnica padrão para estimar os componentes da composição corporal, alguns estudos têm demonstrado resultados conflitantes na comparação e validação dos valores das variáveis MCM, gordura corporal relativa e absoluta geradas pelos aparelhos de impedância bioelétrica em relação a essas mesmas variáveis mensuradas pela técnica padrão (Ainsworth, Mulssuman, Brown, Irwin & Berry, 1996; Carey & Serfass, 1996; Carvalho & Pires Neto, 1998a, b; Claessens, Philippaerts, Lefreve & Goris, 1996; Eckerson, Housh & Johnson, 1992; Guimarães, Souza & Pires Neto, 1996; Kremer, Latin, Berg & Stanek, 1998; Pires Neto, Souza & Gubiani, 1996; Shore & Taylor, 1986). Por essa razão, o uso inadequado de equações preditivas pode conduzir a erros sistemáticos na estimativa da MCM.

O objetivo deste estudo foi comparar e realizar a validação cruzada dos valores da MCM, de alunos do NPOR de Santa Maria, RS, obtidas através de duas equações antropométricas (Slaughter & Lohman, 1980; Wilmore & Behnke, 1969) e de duas equações da impedância bioelétrica (Lohman, 1992; Segal, van Logan, Fitzgerald, Hodgdon & van Italie, 1988) e pelo analisador Valhalla, utilizando como variável critério a MCM_{DEN}

MATERIAIS E MÉTODOS

A amostra foi composta por 18 jovens brancos, voluntários, do sexo masculino, com idades (I) entre 18 e 19 anos (\bar{x} idade = 18,5 \pm 0,4 anos), alunos do Núcleo de Preparação de Oficiais da Reserva (NPOR) da Artilharia do Regimento Mallet, de Santa Maria, RS, que participavam de atividades físicas em pelo menos uma hora por dia, cinco dias por semana. Todas as mensurações foram realizadas no período da manhã, estando os sujeitos em jejum. O número de alunos avaliados e a voluntariedade dos mesmos são limitações desse estudo.

As variáveis antropométricas mensuradas foram: massa corporal (MC, em kg) e estatura (E, em cm), conforme Gordon, Cameron Chumlea & Roche (1988); perímetro abdominal umbilical (pabu, em cm) e dobra cutânea abdominal horizontal (dcabh, em mm), segundo Behnke & Wilmore (1974).

O peso hidrostático (PH) foi obtido com o auxílio de um tanque de madeira com dimensões de 140 x 140 cm de lado e 150 cm de altura, e uma balança FILIZOLA com precisão de 5 g e capacidade de 6 kg.

Cada sujeito avaliado adotou a posição grupada para a pesagem hidrostática, conforme a descrição de Petroski & Pires Neto (1992), pois essa posição possibilita uma expiração máxima com menor esforço. Foi permitido que cada sujeito realizasse várias vezes os procedimentos do PH, até sentir-se confortável com a técnica. Após o período de adaptação, cada sujeito realizou de seis a 10 pesagens. A média das três últimas pesagens foi utilizado como o valor do peso hidrostático para cada sujeito. Quando esses valores eram diferenciados em mais de 100 g, novas tentativas foram realizadas até obter-se o equilíbrio entre as mensurações.

O volume residual (VR), em litros, foi determinado pela de equação de Goldman & Becklake (1959): $VR = 0,017 * (Idade, \text{anos}) + 0,027 * (Estatura, \text{cm})$.

A densidade da água foi obtida a partir da temperatura da mesma, que era anotada no início e ao final de cada período de pesagem individual. Depois era realizada a conversão da temperatura da água em densidade da água, conforme apresentado em Sinning (1975).

Na determinação da densidade

corporal (D) foi utilizada a equação apresentada em Behnke & Wilmore (1974) sendo, $D \text{ (g/ml)} = MC / ((MC - PH) / (Da - (VR + 0,1)))$, onde MC é a massa corporal em kg, PH é o peso hidrostático em kg, Da é a densidade da água, VR é o volume residual e 0,1 o volume de ar no trato gastrointestinal.

A MCM determinada a partir da densidade corporal (MCM_{DEN}) foi obtida através da seguinte seqüência:

a) calculou-se a gordura corporal relativa, $\%G = (495 / D) - 450$, (Siri, 1961);

b) transformou-se a $\%G$ em massa de gordura (MG, kg) pela equação: $MG = MC * (\%G / 100)$;

c) calculou-se a massa corporal magra (MCM, kg) pela fórmula $MCM = MC - MG$.

As recomendações feitas ao grupo de estudo nas reuniões que antecederiam cada avaliação foram: não exercitar-se 12 horas antes da avaliação, não consumir álcool 48 horas antes da avaliação, não alimentar-se antes de quatro horas da avaliação e urinar dentro de 30 minutos antes da avaliação. Nenhum dos alunos estava sob prescrição de diurético ou em tratamento médico.

O aparelho Valhalla, modelo 1990B, foi utilizado para gerar a MCM_{VALH} , como também os valores em Ohms (Ω) da resistência (R) e reatância (X_C). Combinações de valores de massa corporal, estatura, idade, resistência, reatância ou outra variável são solicitados por diferentes equipamentos e equações de regressão de impedância, conforme o protocolo da mesma, para obter-se a MCM específica a cada equação.

Os procedimentos de colocação dos eletrodos e posicionamento do avaliado foram os recomendados no manual do aparelho Valhalla Scientific (s/d). Para medir-se a impedância corporal, um cabo sensor conecta os eletrodos colocados no corpo do avaliado ao analisador. Quando ligado, o analisador emite um sinal de baixa intensidade e frequência fixa. No Valhalla 1990B, a intensidade do sinal é de 500 μA

(microamperes) e a frequência é de 50 khz (Valhalla Scientific, s/d).

Quatro eletrodos foram colocados em pontos anatômicos pré-determinados no pé, no tornozelo, na mão e no punho direitos do avaliado. Um eletrodo foi colocado 3 cm acima do dedo medial do pé direito em direção à articulação do tornozelo; o outro, 2 cm acima da falange medial no dorso da mão direita. Através desses eletrodos penetra o sinal elétrico. Os eletrodos colocados no punho (entre os processos estilóides) e no tornozelo (entre os maléolos) têm função de captar o sinal que transitou pelo corpo.

Para a avaliação, posicionou-se o avaliado em decúbito dorsal sobre uma mesa. Os braços não deveriam manter contato com o corpo e as pernas deveriam estar afastadas uma da outra. Depois, ligou-se o analisador, e a identificação do avaliado (nome), os valores referentes à massa corporal (kg), a estatura (cm), a idade (anos) e o sexo foram digitados no mesmo. O próximo passo foi pressionar a tecla de teste e, após cerca de cinco segundos, os valores de quantidade de água corporal total e a contida na massa magra, $\%$ de gordura relativa, massa da gordura, massa corporal magra, resistência e reatância, foram informados, à medida em que se pressionava a tecla correspondente à variável desejada, via mostrador no painel e/ou impressão. Cabe ressaltar que os equipamentos de impedância utilizam diferentes procedimentos matemáticos ou equações que são gravadas pelo fabricante no programa ou placa interna do analisador (Baumgartner, 1996; Heyward & Stolarczik, 1996; Valhalla Scientific, s/d).

No presente estudo, usou-se o valor gerado pelo programa gravado na placa interna do Valhalla 1990B para a MCM_{VAL} . Para a equação de Lohman (1992) e Segal et alii (1988), utilizou-se unicamente o valor de R fornecido pelo equipamento, além dos dados de estatura, massa corporal e idade. As equações utilizadas para a predição da MCM são apresentadas no QUADRO 1.

QUADRO 1 - Equações antropométricas e da impedância bioelétrica analisadas.

AUTOR	EQUAÇÃO	EPE (kg)
WB1 (Wilmore & Behnke, 1969)*	$MCM = 10,260 + 0,7927*MC - 0,3676*dcabh$	2,97
WB2 (Wilmore & Behnke, 1969)*	$MCM = 44,636 + 1,0817*MC - 0,7396*pabu$	2,81
SLA (Slaughter & Lohman, 1980)*	$MCM = 0,719*E - 63,9$	6,3
LOH (Lohman, 1992) **	$MCM = 0,485*(E^2 / R) + 0,338*MC + 5,32$	2,9
SEG (Segal et alii, 1988) **	$MCM = 0,00066360*E^2 - 0,02117*R$ $+ 0,62854*MC - 0,12380*I + 9,33285$	2,47

* Equações antropométricas.

**Equações da impedância bioelétrica.

Os dados coletados foram processados no SPSS/PC+ e constou da estatística descritiva, correlação de Pearson (r), coeficiente de determinação (R^2), regressão linear simples, erro padrão de estimativa (EPE) e, teste t de "Student" para amostras dependentes. Para a realização da validação cruzada foi utilizada a MCM_{DEN} como a variável critério. Como variáveis preditoras foram utilizados os valores da MCM obtidos através das equações antropométricas propostas por Wilmore & Behnke (1969) e Slaughter & Lohman (1980), e pelas equações decorrentes da impedância bioelétrica desenvolvidas por Lohman (1992) e Segal et alii (1988), ver QUADRO 1, bem como pelo valor da MCM obtido através do equipamento de impedância (MCM_{VALH}). A validação cruzada

foi realizada conforme os critérios sugeridos em Heyward & Stolarczyk (1996), ou seja: a) a correlação deve ser $\geq 0,80$; b) não deve haver diferença estatística significativa, $p > 0,05$, entre os valores preditos e critério; e, c) o EPE deve ser menor do que 3,5 kg.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores descritivos das características físicas, da composição e impedância corporal dos alunos do NPOR estão apresentados na TABELA 1.

TABELA 1 - Valores descritivos das variáveis antropométricas, da composição corporal e impedância bioelétrica dos alunos do NPOR.

VARIÁVEIS	Média	SD	Min. - Máx.
ESTATURA (CM)	175,8	5,3	170,6 - 190,8
MASSA (KG)	69,6	7,5	57,10 - 84,0
DCABH (MM)	11,17	4,10	3,68 - 17,4
PABU (CM)	77,43	3,98	72,1 - 86,0
% G_{DEN}	9,89	2,24	6,68 - 15,58
MCM_{DEN}	62,65	5,80	51,79 - 73,40
$R \Omega^*$	484,11	32,69	419 - 533
$X_c \Omega^*$	59,17	12,12	44 - 84

* R = Resistência, Ω (Ohms); X_c = Reatância, Ω (Ohms).

Os valores descritivos da MCM estimada e critério estão na TABELA 2. Analisando-se percentualmente os valores da MCM estimada em relação ao valor da MCM critério, observa-se que a equação antropométrica

de WB2 superestimou a MCM em 0,08%, equivalente a 0,05 kg, que representa a menor diferença percentual observada. A equação da impedância corporal de LOH subestimou a MCM em 4,22%, o que representa 2,64 kg, sendo esta a

maior diferença percentual encontrada. A MCM calculada pela equação antropométrica de SLA foi

subestimada em 0,22% em relação a MCM_{DEN} , o equivalente a 0,14 kg.

TABELA 2 - Valores médios e diferença % entre a MCM estimada e critério (kg).

Equação	Média, kg	SD	Dif. %*	Min. - Máx.
WB1	61,36	5,83	- 2,06	53,54 - 70,85
WB2	62,70	7,33	+ 0,08	54,50 - 72,37
SLA	62,51	3,84	- 0,23	58,76 - 73,29
LOH	60,01	5,47	- 4,21	51,38 - 70,55
SEG	61,08	6,13	- 2,51	51,10 - 72,29
MCM_{VALH}	61,96	4,84	- 1,11	54,20 - 71,30
MCM_{DEN}	62,65	5,80		51,79 - 73,40

* Dif. % = Diferença em % entre as médias da MCM predita e a MCM_{DEN} critério.

A TABELA 3 mostra a validação cruzada da massa corporal magra proveniente das equações antropométricas, equações de impedância bioelétrica e a gerada pelo aparelho de impedância bioelétrica Valhalla 1990B em relação a MCM_{DEN} , predita pela densidade corporal. Os mais elevados coeficientes de correlação encontrados foram da equação de SEG ($r = 0,986$) e da MCM_{VALH} ($r = 0,984$), e o menor pela equação de SLA ($r = 0,759$), representando os valores extremos de reprodutibilidade dos valores da MCM_{DEN} , sendo todos significativos a nível de

$p < 0,01$.

Os elevados e significativos valores da correlação das equações de SEG e LOH estão de acordo com Diaz, Immink & Gonzales (1989), onde estes inferem que a utilização de variáveis antropométricas nas equações de impedância melhoram a reprodutibilidade dos componentes corporais, assim como aos valores relatados por Lukaski, Johnson, Bolochuk & Lykken (1985), na verificação da confiabilidade da impedância bioelétrica na estimativa da composição da corporal.

TABELA 3 - Validação das equações preditivas da MCM pela MCM_{DEN} .

Equação	r	R ²	EPE	Inclinação	Dif. Média, kg	t
WB1	0,975*	0,950	1,33	0,97001*	- 1,28	4,19*
WB2	0,956*	0,913	1,75	0,75609*	+ 0,05	- 0,09
SLA	0,759*	0,576	3,88	1,14654*	- 0,14	0,16
LOH	0,978*	0,956	1,22	1,03685*	- 2,64	9,31*
SEG	0,986*	0,972	0,98	0,93278*	- 1,57	6,43*
MCM_{VALH}	0,984*	0,968	1,05	1,17980*	- 0,69	2,20**

* $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; Inclinação = Inclinação da reta de regressão; Dif. Média = diferença média, em kg, entre as médias da MCM predita e MCM critério.

O erro padrão de estimativa (EPE), que representa o afastamento dos escores individuais da linha de regressão, quando classificado nos padrões propostos por Lohman (1992) para o sexo masculino (classificações: excelente = 2,0 kg; ótimo = 2,5 kg; muito bom = 3,0 kg; bom = 3,5 kg) na avaliação dos erros de predição, com exceção da equação de SLA, verificou-se que as demais equações e a gerada MCM_{VALH} apresentaram valores excelentes de EPE, abaixo de 2,0 kg, com exceção da equação de

SLA que apresentou um valor elevado, acima de 3,5 kg. Os EPE provenientes das equações de WB1, WB2, SLA, LOH, SEG e MCM_{VALH} , para a amostra do presente estudo (TABELA 3), mostraram-se menores do que os EPE encontrados nos estudos originais (QUADRO 1), sendo 2,97; 2,81; 6,3; 2,9 e 2,47 kg, respectivamente. O EPE da equação SLA foi o mais elevado tanto no estudo atual (3,88 kg) como no original (6,3 kg).

O pressuposto matemático infere que para existir uma excelente relação entre as

variáveis critério e preditoras, é necessário que a inclinação da reta de regressão seja significativamente diferente de zero. Neste estudo, a inclinação da reta de regressão de todas as equações preditivas da MCM_{VALH} apresentaram diferenças significativas de zero e, ainda, indicaram um relacionamento concomitantemente positivo e significativo entre as variáveis critério e preditoras.

Os valores preditos da MCM pelas equações WB2 e SLA não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) em relação à MCM_{DEN} . As equações WB1, LOH, SEG e a gerada MCM_{VALH} apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$). Quantitativamente (TABELA 3), as equações WB2, SLA e MCM_{VALH} mostraram as menores diferenças médias em kg, entre as médias da MCM predita e MCM_{DEN} , sendo - 0,05 kg; 0,14 kg e 0,69 kg, respectivamente.

De acordo com as recomendações de Heyward & Stolarczyk (1996) para a validação cruzada - ser a correlação $\geq 0,80$, não haver diferença significativa ($p > 0,05$) entre os valores preditos e os valores critério, o EPE ser menor do que 3,5 kg - a única equação que atende esses requisitos e, portanto, alcançou a validação, foi a WB2, sendo esta uma equação antropométrica proveniente de universitários americanos. Apesar das equações WB1 e WB2 serem provenientes da mesma amostra, a equação WB1 não atingiu os critérios para validação por diferenciar-se estatisticamente ($p < 0,05$) da MCM_{DEN} . O melhor potencial de estimativa da equação WB2 pode ter ocorrido pela mesma utilizar como variável preditora a medida do perímetro abdominal, que apresentou correlação significativa ($p < 0,05$) de 0,596 com a MCM; enquanto a dobra cutânea abdominal usada na equação WB1 mostrou baixa e não significativa associação ($r = 0,191$, $p > 0,05$) com a MCM, conforme relatam Wilmore & Behnke (1969). Devido à amostra do presente estudo ser constituída por jovens fisicamente ativos, a validação da equação WB2 pode estar associada aos achados de Wilmore (1974), onde as alterações nos perímetros estão relacionadas aos incrementos da MCM - nesse caso, correspondendo ao componente massa muscular - provocada pela atividade física.

A MCM estimada pelas equações WB1, LOH, SEG e MCM_{VALH} (TABELA 3) apresentaram significativos valores de correlação,

coeficiente de determinação e excelentes EPE, conforme classificação de Lohman (1992), porém, os valores médios dessas equações foram diferenciados estatisticamente ($p < 0,05$), quando comparados com a MCM_{DEN} . De maneira semelhante, Eckerson et alii (1992) verificaram que o valor da MCM obtida através do aparelho RJL de impedância diferenciou-se estatisticamente em relação a MCM_{DEN} . Quando analisaram 50 militares da Força Aérea americana, com idades entre 19 e 47 anos, Kremer et alii (1998), relataram uma correlação de $r = 0,84$ e um EPE relativo de 3,25%, e sugeriram cautela na tomada de decisões sobre a carreira desses militares baseado nos resultados desse método, apesar do grupo ser formado por sujeitos com diferentes faixas etárias e de aptidão física.

As amostras que deram origem às equações de SEG e LOH foram heterogêneas, com idades de 17 a 62 anos e de 18 a 30 anos, respectivamente, sendo provenientes de várias regiões dos Estados Unidos. Alguns autores (Aloia, Cohn, Babu, Abesamis, Kalici & Ellis, 1978; Nilsson & Westlin, 1971) observaram que sujeitos fisicamente ativos e atletas possuem grande quantidade de conteúdo mineral, massa muscular e elevada densidade corporal, onde, provavelmente, esses valores são mais elevados do que aqueles encontrados na população sedentária. Wilmore (1983) relata que a atividade física moderada provoca perda de peso e leve ganho de MCM. Assim, pelo fato de a amostra do presente estudo ser constituída por sujeitos homogêneos quanto à idade e à atividade física diária, poderá ter conduzido à ocorrência da sistemática e significativa diferença na MCM estimada pelas equações generalizadas de LOH e SEG (provenientes de amostras constituídas por diferentes etnias, idades, níveis de gordura corporal e de atividade física) quando comparado pela MCM_{DEN} .

A equação de SLA, derivada de vários estudos de amostras de universitários norte-americanos, apresentou características mais homogêneas do que as equações de SEG e LOH. Esse fato pode ter levado à não ocorrência de diferença significativa ($p > 0,05$) da equação de SLA em relação à MCM_{DEN} . Todavia, o valor do EPE da equação de SLA (TABELA 3) indicou uma dispersão elevada em relação ao valor obtido pela MCM_{DEN} , resultando em baixa potencialidade

de predição daquela equação para a amostra do presente estudo.

A validação da equação antropométrica WB2, em detrimento de nenhuma outra equação de impedância bioelétrica, é coincidente aos achados de Clark, Kuta & Sullivan (1994) na validação cruzada do percentual de gordura em universitários atletas de futebol americano, e contraria os achados de Deurenberg & van der Koog (1989) onde relataram que existem vantagens nas equações de impedância bioelétrica com medidas antropométricas como variável preditora, em relação às equações puramente antropométricas. Baumgartner, Cameron, Chumlea & Roche (1990) também relataram que as equações de impedância bioelétrica que utilizam a resistência e medidas antropométricas como variáveis preditoras, apresentam valores aceitáveis na estimativa da composição corporal, mas não se pode inferir que sejam melhores em relação às equações antropométricas. Por outro lado, Carvalho & Pires Neto (1998b) enfatizaram a praticidade da equação que utiliza uma variável da impedância (resistência) e duas variáveis antropométricas (estatura e massa corporal) como variáveis

preditoras, em detrimento de um maior número de variáveis. Talvez, as características heterogêneas dos grupos que deram origem às equações de LOH e SEG tenham contribuído para a não validação dessas equações quando aplicadas a um grupo com características homogêneas.

CONCLUSÃO

Considerando as limitações inerentes a este tipo de estudo, como o número de sujeitos envolvidos e a voluntariedade dos mesmos, pode-se concluir que:

a) somente a equação antropométrica WB2 apresentou validação cruzada em relação a MCM_{DEN} desses alunos do NPOR;

b) por não atenderem aos critérios, as equações antropométricas de WB1 e SLA, bem como as da impedância de LOH, SEG e a MCM_{VALH} não foram validadas. Em decorrência das conclusões acima, sugere-se considerar o tipo de atividade física desenvolvida pelos avaliados para o desenvolvimento e validação de equações preditivas da MCM via impedância corporal.

ABSTRACT

COMPARISON AND CROSS-VALIDATION OF ANTHROPOMETRIC AND BIOELECTRIC IMPEDANCE EQUATIONS TO ESTIMATE LEAN BODY MASS OF CTRO STUDENTS

The objective of this study was to compare and validate the estimation of lean body mass (LBM) in students from the Centre for Training of Reserve Officers by means of a body impedance device, anthropometric and body impedance regression equations. Eighteen men aged 18-19 years took part in the study. Anthropometric measurements consisted of weight (kg), height (cm), abdominal girth (abg, cm), horizontal abdominal skinfold (mm) and body density (BD) by means of hydrostatic weighting. Resistance, reactance and MCM_{VALH} values were obtained from a Valhalla 1990B equipment. Pearson correlation, coefficient of determination, linear simple regression, standard error of estimate and, Student paired t-test were used for data analysis. LBM_{DEN} was obtained after BD and was used as criteria and the anthropometric equations of Wilmore and Behnke (1969), Slaughter and Lohman (1980) and BIA equations for LBM developed by Lohman (1992), Segal et alii (1988) and LBM_{VALH} were the predictor. It was found that only the equation of Wilmore and Behnke, WB1, where, $LBM = 44.636 + 1.0817 * weight - 0.7396 * abg$, was validated for the estimation of the LBM_{DENS} of the present sample.

UNITERMS: Lean body mass; Anthropometric impedance; Bioelectrical impedance; Equations; Cross-validation.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AINSWORTH, B.; MULSSUMAN, L.; BROWN, M.; IRWIN, M.; BERRY, C. Prediction of fat free mass using bioelectrical impedance analysis, anthropometry, and physical activity data in African American women. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, v.67, p.A-29, 1996. Supplement.
- ALOIA, J.; COHN, S.; BABU, T.; ABESAMIS, C.; KALICI, N.; ELLIS, K. Skeletal mass and body composition in marathon runners. *Metabolism*, v.27, p.1793-6, 1978.
- BAUMGARTNER, J.A. Electrical impedance and total body electrical conductivity. In: ROCHE, A.F.; HEYMSFELG, S.B.; LOHMAN, T.G. *Human body composition*. Champaign, Human Kinetics, 1996. p.79-107.
- BAUMGARTNER, R.; CAMERON CHUMLEA, W.; ROCHE, A. Bioelectric impedance for body composition. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, v.18, p.193-224, 1990.
- BAUMGARTNER, T.; JACKSON, A. *Measurement for evaluation in physical education and exercise science*. 3.ed. Iowa, Wm.C.Brown, 1987.
- BEHNKE, A.; WILMORE, J. *Evaluation and regulation of body build and composition*. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1974.
- BROZEK, J.; GRANDE, F.; ANDERSON, J.; KEYS, A. Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. *Annals of the New York Academy of Sciences*, v.110, p.113-40, 1963.
- CAREY, D.; SERFASS, R. Comparison of the validity of three methods for assessing body composition in college football. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.27, p.S120, 1996. Supplement.
- CARVALHO, A.B.C.; PIRES NETO, C.S. Desenvolvimento e validação de equações para a estimativa da massa corporal magra através da impedância bioelétrica em mulheres. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*, v.3, n.1, p.5-13, 1998a.
- _____. Desenvolvimento e validação de equações para a estimativa da massa corporal magra através da impedância bioelétrica em homens. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*, v.3, n.2, p.5-12, 1998b.
- CLAESSENS, A.; PHILIPPAERTS, R.; LEFREVE, J.; GORIS, M. Estimating body composition in active young adults by means of bioelectrical impedance: a comparison between two types of apparatus. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.27, p.S119, 1996. Supplement.
- CLARK, R.; KUTA, J.; SULLIVAN, J. Cross-validation of methods to predict body fat in African and Caucasian collegiate football players. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, v.65, p.21-30, 1994.
- DEURENBERG, P.; van der KOOG, K. Bioelectrical impedance or anthropometric? *European Journal of Clinical Nutrition*, v.43, p.503-4, 1989.
- DIAZ, E.; IMMINK, M.; GONZALES, T. Bioimpedance or anthropometric? *European Journal of Clinical Nutrition*, v.43, p.129-37, 1989.
- ECKERSON, J.; HOUSH, T.; JOHNSON, G. Validity of bioelectrical impedance equations for estimating fat-free weight in lean males. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.24, p.1298-302, 1992.
- GOLDMAN, H.; BECKLAKE, M. Respiratory function tests. *American Review of Respiratory Disease*, v.79, p.457-67, 1959.
- GORDON, C.; CAMERON CHUMLEA, W.; ROCHE, A. Stature, recumbent length, and weight. In: LOHMAN, T.; ROCHE, A.; MARTORELL, R. *Anthropometric standardization reference manual*. Champaign, Human Kinetics, 1988. p.3-8.
- GUIMARÃES, F.; SOUZA, O.F.; PIRES NETO, C.S. Comparação entre duas técnicas de avaliação da composição corporal em homens jovens. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO: esporte, educação e saúde no movimento humano, 3., Foz do Iguaçu, 1996. *Coletânea*. Campinas, UNICAMP, 1996. p.683.
- HEYWARD, V.; STOLARCZYK, L. *Applied body composition assessment*. Champaign, Human Kinetics, 1996.
- KREMER, M.M.; LATIN, R.W.; BERG, K.E.; STANEK, K. Validity of bioelectrical impedance analysis to measure body fat in Air Force member. *Military Medicine*, v.163, p.781-5, 1998.
- LOHMAN, T. *Advances in body composition assessment*. Champaign, Human Kinetics, 1992.
- LUKASKI, H.; JOHNSON, P.; BOLOCHUK, W.; LYKKEN, G. Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurement of the human body. *American Journal of Clinical Nutrition*, v.41, p.810-7, 1985.
- NILSSON, B.; WESTLIN, N. Bone density in athletes. *Clinics Orthopaedics*, v.77, p.179-82, 1971.
- PETROSKI, E.L.; PIRES NETO, C.S. Análise do peso hidrostático nas posições sentada e grupada em homens e mulheres. *Kinesis*, v.10, p.49-62, 1992.
- PIRES NETO, C.S.; SOUZA, O.F.; GUBIANI, G.L. Estimativa da composição corporal entre aparelhos de impedância bioelétrica em volibolistas femininas. In: JORNADAS DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACION FÍSICA, Rio Cuarto, 1996. *Anais*. Rio Cuarto, 1996. p.11.

- SEGAL, K.; van LOAN, M.; FITZGERALD, P.; HODGDON, J.; van ITALIE, T. Lean body mass estimation by bioelectrical impedance analysis: a four-site cross-validation study. *American Journal of Clinical Nutrition*, v.47, p.7-14, 1988.
- SHORE, P.; TAYLOR, W. The validity of bioelectric impedance analysis in body composition analysis in young adult males. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.12, p.S16, 1986. Supplement.
- SINNING, W.E. *Experiments and demonstrations in exercise physiology*. Philadelphia, W.B.Saunders, 1975.
- SIRI, W. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In: BROZEK, J.; HENSCHER, A. *Techniques for the measurement of body composition*. Washington, National Academy of Sciences, 1961. p.223-44.
- SLAUGHTER, M.; LOHMAN, T. An objective method for measurement of muscle-skeletal size to characterize body physique with application to the athletic population. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.12, p.170-4, 1980.
- SPSS. *SPSS/PC+*. Chicago, SPSS, 1988.
- VALHALLA SCIENTIFIC. *Valhalla 1990B: bio-resistance body composition analyzer operation manual*. San Diego, Valhalla Scientific, s/d.
- WILMORE, J. Alterations in strength, body composition and anthropometric measurements consequent to a 10-week weight training program. *Medicine and Science in Sports*, v.6, p.133-8, 1974.
- _____. Body composition in sport and exercise: directions for future research. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.15, p.21-31, 1983.
- WILMORE, J.; BEHNKE, A. Anthropometric estimation of body density and lean weight in young men. *Journal of Applied Physiology*, v.27, p.25-31, 1969.

AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos ao instrutor do Regimento Mallet e mestrando Milton Claivi Andrade Neves por auxiliar e possibilitar o acesso aos alunos do NPOR, bem como aos doutorandos Adair da Silva Lopes e Renato Shoey Yonamine, aos mestrandos Anatole Barreto Rodrigues de Carvalho, Beatriz Bolson, Valentina Cabada, Clarice Vaz dos Santos Arbelo, Gleci Gubiani e Orion Pezzeta pelo auxílio na coleta dos dados.

Recebido para publicação em: 20 ago. 1997
 Revisado em: 23 fev. 1999
 Aceito em: 05 mar. 1999

ENDEREÇO: Cândido S. Pires Neto
 Rua Tuiuti, 500 - apto. 501-A
 97015-660 - Santa Maria - RS – BRASIL
 piresnet@zaz.com.br