

FABIANE APARECIDA CANAAN REZENDE

**COMPARAÇÃO DE MÉTODOS PARA ESTIMATIVA DE
PESO, ALTURA E COMPOSIÇÃO CORPORAL DE
HOMENS ADULTOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2006**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

R467c
2006

Rezende, Fabiane Aparecida Canaan, 1980-
Comparação de métodos para estimativa de peso,
altura e composição corporal de homens adultos / Fabiane
Aparecida Canaan Rezende. – Viçosa : UFV, 2006.
xx, 120f. : il. ; 29cm.

Inclui anexos.

Orientador: Lina Enriqueta Frandsen Paez Lima
Rosado.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Nutrição - Avaliação. 2. Corpo humano - Medição.
3. Corpo – Composição. 4. Antropometria. I. Universidade
Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 613.2

FABIANE APARECIDA CANAAN REZENDE

**COMPARAÇÃO DE MÉTODOS PARA ESTIMATIVA DE PESO, ALTURA E
COMPOSIÇÃO CORPORAL DE HOMENS ADULTOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Aprovada em 21 de fevereiro de 2006:

Prof^a. Sylvia do Carmo Castro Franceschini
(Conselheira)

Prof. Gilberto Paixão Rosado
(Conselheiro)

Prof. João Carlos Bouzas Marins

Prof. Jorge Roberto Perrout Lima

Prof^a. Lina Enriqueta Frandsen Paez Lima Rosado
(Orientadora)

DEDICATÓRIA

*À Deus.
Aos meus pais Caetano e Aparecida,
à minha irmã Janaina,
ao meu namorado Fellipe.*

AGRADECIMENTOS

À Deus, que sempre esteve por perto me auxiliando e me orientando em todos os momentos da minha vida.

Aos meus pais Maria Aparecida e Caetano pelo apoio incondicional, pelo incentivo e pela confiança depositada em mim em todos os momentos da minha vida.

À minha irmã Janaina pelo companheirismo e pela amizade.

Ao meu namorado Fellipe, pelo apoio, paciência e companheirismo em todos os momentos.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição, os quais permitiram a realização do Curso de Pós-Graduação.

A CAPES pela concessão da bolsa de mestrado.

Aos voluntários, sem os quais a realização deste trabalho seria impossível.

Aos funcionários da Divisão de Saúde pela amizade e pela colaboração dada para a realização deste trabalho.

À Prof^a. Lina Enriqueta Frandsen Paez Lima Rosado, pela dedicação, participação, incentivo e seriedade com que conduziu a orientação deste trabalho e pela confiança depositada em mim.

À Prof^a. Sylvia do Carmo Castro Franceschini pelas valiosas sugestões dadas ao trabalho.

Ao Prof. Gilberto Paixão Rosado pelas contribuições e pela amizade.

Aos professores João Carlos Bouzas Marins e Jorge Roberto Perrout Lima por terem aceitado, gentilmente, participar da banca de defesa de tese.

Às amigas do mestrado, Michele, Ana Cristina, Kiriaque, Carol, Luciana, Ellencristina pela amizade e pelo apoio.

Às amigas Sueli, Renata, Daniela, Ivana, Poliana, Aline, Sara e Cristiane pela amizade, incentivo e companheirismo!

Aos amigos Fred, Rafael, Denis, Vinícius, Betânia, Isis e Aline pela convivência e pelos momentos que estivemos juntos!

A todos que, de alguma maneira, contribuíram para a realização deste trabalho.

**"Nós nos transformamos
naquilo que
praticamos com freqüência".
(Aristóteles)**

BIOGRAFIA

Fabiane Aparecida Canaan Rezende, filha de Caetano Moreira Rezende e de Maria Aparecida Canaan Silva Rezende, nasceu no dia 18 de outubro de 1980 na cidade de Belo Horizonte, MG.

Graduou-se em Nutrição pela Universidade Federal de Viçosa em Janeiro de 2004.

Ingressou no curso de Mestrado em Ciência da Nutrição na Universidade Federal de Viçosa em Março de 2004, concentrando seus estudos na área de Nutrição nas Enfermidades Agudas, Crônicas e Degenerativas.

Defendeu sua dissertação aos 21 de fevereiro de 2006 para a obtenção do título de *Magister Scientiae*.

ÍNDICE

LISTA DE QUADROS	XI
LISTA DE FIGURAS	XII
LISTA DE TABELAS.....	XIV
ABREVIATURAS E SIGLAS.....	XVI
RESUMO	XVII
ABSTRACT	XX
INTRODUÇÃO.....	1
OBJETIVOS	8
<i>Objetivo Geral</i>	8
<i>Objetivos específicos</i>	8
MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL: ANTROPOMETRIA, INTERACTÂNCIA DE INFRAVERMELHO PRÓXIMO E BIOIMPEDÂNCIA ELÉTRICA.....	9
<i>Resumo</i>	9
1. <i>Introdução</i>	10
2. <i>Metodologia</i>	11
3. <i>Revisão de Literatura</i>	11
Antropometria.....	13
Bioimpedância Elétrica	19
Interactância de Infravermelho Próximo	22
4. <i>Considerações Finais</i>	25
5. <i>Referências Bibliográficas</i>	26
COMPARAÇÃO DAS ESTIMATIVAS DE GORDURA CORPORAL OBTIDAS POR MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS, BIOIMPEDÂNCIA ELÉTRICA E INTERACTÂNCIA DE INFRAVERMELHO EM HOMENS ADULTOS.....	41
<i>Resumo</i>	41

1. Introdução	43
2. Metodologia	46
2.1. Casuística	46
2.2. Avaliação antropométrica e da composição corporal	46
2.3. Análises Estatísticas	54
3. Resultados e Discussão	55
4. Conclusão	68
APLICABILIDADE DO ÍNDICE DE MASSA DE CORPORAL NA AVALIAÇÃO DO EXCESSO DE GORDURA CORPORAL E DA OBESIDADE ABDOMINAL.	75
Resumo	75
1. Introdução	77
2. Metodologia	79
2.1. Casuística	79
2.2. Avaliação antropométrica e da composição corporal	79
2.3. Análises Estatísticas	82
4. Conclusão	89
5. Referências Bibliográficas	91
Resumo	94
1. Introdução	96
2. Metodologia	97
2.1. Casuística	97
2.2. Avaliação antropométrica	98
2.3. Análises Estatísticas	101
3. Resultados e Discussão	102
4. Conclusão	109
INTRODUÇÃO	1
OBJETIVOS	8
<i>Objetivo geral</i>	8
<i>Objetivos específicos</i>	8

**ARTIGO 1: MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL:
ANTROPOMETRIA, INTERACTÂNCIA DE INFRAVERMELHO PRÓXIMO E
BIOIMPEDÂNCIA ELÉTRICA.....9**

<i>Resumo</i>	9
1. <i>Introdução</i>	10
2. <i>Metodologia</i>	11
3. <i>Revisão de Literatura</i>	11
Antropometria.....	13
Bioimpedância Elétrica.....	19
Interactância de Infravermelho Próximo.....	22
4. <i>Considerações Finais</i>	25
5. <i>Referências Bibliográficas</i>	26

**ARTIGO 2: COMPARAÇÃO DAS ESTIMATIVAS DE GORDURA CORPORAL
OBTIDAS POR MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS, BIOIMPEDÂNCIA
ELÉTRICA E INTERACTÂNCIA DE INFRAVERMELHO EM HOMENS
ADULTOS.....41**

<i>Resumo</i>	41
1. <i>Introdução</i>	43
2. <i>Metodologia</i>	46
2.1. Casuística	46
2.2. Avaliação antropométrica e da composição corporal.....	46
2.3. Análises Estatísticas.....	54
3. <i>Resultados e Discussão</i>	55
4. <i>Conclusão</i>	68
5. <i>Referências Bibliográficas</i>	69

**ARTIGO 3: APLICABILIDADE DO ÍNDICE DE MASSA CORPORAL NA
AVALIAÇÃO DO EXCESSO DE GORDURA CORPORAL E DA OBESIDADE
ABDOMINAL.....75**

<i>Resumo</i>	75
1. <i>Introdução</i>	77

2. Metodologia.....	79
2.1. Casuística	79
2.2. Avaliação antropométrica e da composição corporal	79
2.3. Análises Estatísticas.....	82
3. Resultados e Discussão.....	83
4. Conclusão	89
5. Referências Bibliográficas.....	91
ARTIGO 4: AVALIAÇÃO DA APLICABILIDADE DE FÓRMULAS PREDITIVAS DE PESO E ESTATURA EM HOMENS ADULTOS.	94
Resumo.....	94
1. Introdução	97
2. Metodologia.....	97
2.1. Casuística	97
2.2. Avaliação antropométrica.....	98
2.3. Análises Estatísticas.....	101
3. Resultados e Discussão.....	102
4. Conclusão	109
5. Referências Bibliográficas.....	111
ANEXOS.....	113

LISTA DE QUADROS

ARTIGO 2: COMPARAÇÃO DAS ESTIMATIVAS DE GORDURA CORPORAL OBTIDAS POR MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS, BIOIMPEDÂNCIA ELÉTRICA E INTERACTÂNCIA DE INFRAVERMELHO EM HOMENS ADULTOS.....	41
Quadro 1 – Coeficientes C e M para a soma das quatro dobras cutâneas, segundo DURNIN & WORMERSLEY.....	49
Quadro 2 – Equações de regressão generalizadas para predição da densidade corporal (DC) de homens adultos com idade entre 18 e 61 anos.....	50
Quadro 3 – Equações de predição da gordura corporal.....	51
Quadro 4 - Protocolo para a realização do teste de impedância.....	51
Quadro 5 – Classificação do tipo de estrutura óssea.....	53
ARTIGO 3: APLICABILIDADE DO ÍNDICE DE MASSA DE CORPORAL NA AVALIAÇÃO DO EXCESSO DE GORDURA CORPORAL E DA OBESIDADE ABDOMINAL.....	75
Quadro 1 - Protocolo para a realização do teste de impedância.....	80
Quadro 2 – Pontos de corte adotados para classificação dos indivíduos de acordo com indicadores antropométricos e composição corporal.....	81
ARTIGO 4: AVALIAÇÃO DA APLICABILIDADE DE FÓRMULAS PREDITIVAS DE PESO E ALTURA EM HOMENS ADULTOS.....	95
Quadro 1 - Protocolo para a realização do teste de impedância.....	101

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 2: COMPARAÇÃO DAS ESTIMATIVAS DE GORDURA CORPORAL OBTIDAS POR MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS, BIOIMPEDÂNCIA ELÉTRICA E INTERACTÂNCIA DE INFRAVERMELHO EM HOMENS ADULTOS.....43

Figura 1 – Bioimpedância elétrica tetrapolar Biodynamics modelo 310®.....	52
Figura 2 – Bioimpedância elétrica bipolar Tanita modelo TBF-531®.....	52
Figura 3 – Analisador de interactância de infravermelho Futrex-5000®.....	53
Figura 4 - Diferenças individuais contra a média do percentual de gordura corporal estimado por BIA e pelo Futrex-5000® (A) e Tanita TBF-531® (B).....	62
Figura 5 - Diferenças individuais contra a média do percentual de gordura corporal estimado por BIA e pela equação de DEURENBERG et al. (1980) (A) e de GALLAGHER et al. (2000) (B).	63
Figura 6 - Diferenças individuais contra a média do percentual de gordura corporal estimado por BIA e pela equação de DURNIN & WORMERSLEY Generalizada (1974) (A) e de DURNIN & WORMERSLEY Específica (1974) (B).....	63
Figura 7 - Diferenças individuais contra a média do percentual de gordura corporal estimado por BIA e pela equação de GUEDES (1985) (A) e de PETROSKI (1995) (B).....	64
Figura 8 - Diferenças individuais contra a média do percentual de gordura corporal estimado por BIA e pela equação de JACKSON & POLLOCK (n°1) (1978) (A) e de JACKSON & POLLOCK (n°2) (1978) (B).....	64
Figura 9 - Diferenças individuais contra a média do percentual de gordura corporal estimado por BIA e pela equação de JACKSON & POLLOCK (n°3) (1978) (A) e de JACKSON & POLLOCK (n°4) (1978) (B).....	65
Figura 10 - Diferenças individuais contra a média do percentual de gordura corporal estimado por BIA e pela equação de LEAN et al. (1996).....	65

ARTIGO 3: APLICABILIDADE DO ÍNDICE DE MASSA DE CORPORAL NA AVALIAÇÃO DO EXCESSO DE GORDURA CORPORAL E DA OBESIDADE ABDOMINAL.....75

Figura 1 – Correlação entre IMC e CC (A), entre IMC e %GCBIA (B) entre IMC e RCQ (C), entre CC e RCQ (D) entre CC e %GCBIA (E) e entre RCQ e %GCBIA (F) em homens adultos.....84

Figura 2 – Percentis de circunferência da cintura segundo categorias do índice da massa corporal em homens adultos.88

Figura 3 – Percentis de relação cintura-quadril segundo categorias do índice da massa corporal em homens adultos.88

Figura 4 – Percentis de percentual de gordura corporal mensurado por bioimpedância elétrica tetrapolar segundo categorias do índice da massa corporal em homens adultos.....89

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 2: COMPARAÇÃO DAS ESTIMATIVAS DE GORDURA CORPORAL OBTIDAS POR MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS, BIOIMPEDÂNCIA ELÉTRICA E INTERACTÂNCIA DE INFRAVERMELHO EM HOMENS ADULTOS.....41

Tabela 1 – Características antropométricas e composição corporal de homens adultos.55

Tabela 2 – Médias \pm desvio-padrão e medianas de percentual de gordura corporal e correlação entre métodos de avaliação da composição corporal utilizando a bioimpedância elétrica tetrapolar como método de referência.....56

Tabela 3 – Diferenças médias e erro padrão da estimativa dos métodos de avaliação da composição corporal utilizando a bioimpedância elétrica tetrapolar como método de referência.58

Tabela 4 – Variáveis preditivas dos métodos de avaliação da composição corporal e erro padrão da estimativa em homens adultos.....60

ARTIGO 3: APLICABILIDADE DO ÍNDICE DE MASSA DE CORPORAL NA AVALIAÇÃO DO EXCESSO DE GORDURA CORPORAL E DA OBESIDADE ABDOMINAL.....75

Tabela 1– Características antropométricas e de estilo de vida de homens adultos.83

Tabela 2 – Média e desvio-padrão, mínimo e máximo de variáveis antropométrica e composição corporal segundo categorias do IMC em homens adultos.....86

Tabela 3 – Sensibilidade, Especificidade, Valor Preditivo Positivo e Valor Preditivo Negativo para circunferência da cintura, relação cintura-quadril e percentual de gordura corporal elevados de acordo com o índice de massa corporal.....86

ARTIGO 4: AVALIAÇÃO DA APLICABILIDADE DE FÓRMULAS PREDITIVAS DE PESO E ALTURA EM HOMENS ADULTOS.	95
Tabela 1 – Características antropométricas de homens adultos.	103
Tabela 2 – Correlação das medidas recumbentes utilizadas por CHUMLEA et al. (1987) nas estimativas de peso e altura em homens adultos.	104
Tabela 3 – Correlação entre as medidas de peso e de altura reais e estimadas em homens adultos.....	104
Tabela 4 – Comparação entre as médias de peso e de altura reais e estimadas em homens adultos.....	105
Tabela 5 – Teste de comparação de médias entre valores de IMC real e IMC estimado por medidas recumbentes em homens adultos.....	107
Tabela 6 – Classificação do estado nutricional de homens adultos, utilizando os valores de IMC real e de IMC estimados por medidas recumbentes.....	108

ABREVIATURAS E SIGLAS

AJ: altura do joelho
BIA: bioimpedância elétrica tetrapolar
CB: circunferência do braço
CC: circunferência da cintura
CPA: circunferência da panturrilha
DAB: dobra cutânea abdominal horizontal
DAM: dobra cutânea axilar média
DB: dobra cutânea bicipital
DC: densidade corporal
DCX: dobra cutânea da coxa
DEXA: absorção do raio X de dupla energia
DPA: dobra cutânea da panturrilha
DSE: dobra cutânea subescapular
DSI: dobra cutânea supra-ílica
DT: dobra cutânea tricípital
DTO: dobra cutânea torácica
D&W ES: equação de Durnin & Wormersley específica
D&E GE: equação de Durnin & Wormersley generalizada
ENVERG: envergadura
EPE: erro padrão da estimativa
ES: especificidade
IC: intervalo de confiança
IMC: índice de massa corporal
J&P: equação de Jackson & Pollock
MM: massa magra obtida por bioimpedância elétrica tetrapolar
NIR: interactância de infravermelho próximo
OR: odds ratio
P: percentil
RCQ: relação cintura-quadril
SE: sensibilidade
SEM: semi-envergadura
VPN: valor preditivo negativo
VPP: valor preditivo positivo
%GC: percentual de gordura corporal

RESUMO

REZENDE, Fabiane Aparecida Canaan. M.S. Universidade Federal de Viçosa. Fevereiro. 2006. **Comparação de métodos para estimativa de peso, altura e composição corporal de homens adultos**. Orientadora: Lina Enriqueta Frandsen Paez Lima Rosado. Conselheiros: Sylvia do Carmo Castro Franceschini, Gilberto Paixão Rosado e Rita de Cássia Lanes Ribeiro.

O estudo teve como objetivo comparar os resultados, da avaliação nutricional, obtidos a partir de medidas antropométricas e de composição corporal em homens adultos. A metodologia empregada foi do tipo transversal, realizado na Divisão de Saúde da Universidade Federal de Viçosa durante os meses de fevereiro a outubro de 2005 e A amostra foi constituída de 98 homens saudáveis com idade entre 20 e 58 anos. A avaliação foi feita pela manhã e recomendou-se aos voluntários, jejum de 10h, não consumir álcool nas 48h anteriores ao teste e não praticar atividade física 12h anteriores ao teste. A avaliação antropométrica incluiu medidas de peso, altura, circunferências e dobras cutâneas. A composição corporal foi avaliada por equações antropométricas preditivas, por meio de interactância de infravermelho próximo (Futrex-5000[®]), bioimpedância elétrica bipolar (Tanita TBF-531[®]) e tetrapolar (Biodynamics modelo 310[®]). Utilizou-se a bioimpedância elétrica tetrapolar como método de referência para comparação com os outros métodos utilizados na avaliação da composição corporal. As estimativas de peso e altura foram obtidas por meio de equações preditivas com base em medidas recumbentes, tais como, altura do joelho, envergadura e semi-envergadura. As análises estatísticas incluíram testes de comparação de médias, correlação, teste de Bland & Altman (1986) e Odds Ratio (OR). Adotou-se como nível de significância estatística o valor de $p < 0,05$. Com relação aos métodos de avaliação da composição corporal constatou-se que os

métodos que apresentaram melhor desempenho nas estimativas de gordura corporal foram a equação de Jackson & Pollock (n°2) que utiliza o somatório de 7 dobras cutâneas, idade, circunferência da cintura e do braço e a Tanita TBF-531[®]. A circunferência da cintura (CC) foi a medida antropométrica que mais se correlacionou com o IMC ($r=0,884$; $p<0,01$) e com o percentual de gordura corporal ($r=0,779$; $p<0,01$). A sensibilidade do IMC para diagnosticar indivíduos com CC, relação cintura-quadril (RCQ) e percentual de gordura corporal elevados foi 94,4%, 100% e 86,6%, respectivamente. Baixos valores preditivos positivos foram encontrados: 47,2% para CC, 11,1% para RCQ e 36,1% para percentual de gordura corporal. A idade maior ou igual a 30 anos foi fator de risco para sobrepeso [OR=4,13; IC(95%): 1,71 – 9,95] e obesidade abdominal [OR=3,51; IC(95%): 1,14 – 10,89]. O peso estimado diferiu significativamente do peso real ($p<0,001$) apesar da forte correlação ($r=0,849$; $p<0,01$). Dos cinco métodos utilizados para estimar a altura, apenas a equação de Chumlea et al. (1994) validada para homens brancos adultos, se mostrou adequada. Tanto a medida de envergadura ($r=0,789$; $d=2,67$; $p<0,001$) quanto a semi-envergadura ($r=0,790$; $d=2,51$; $p<0,001$) resultaram em superestimação da altura. Ao utilizar o peso e a altura estimados por medidas recumbentes no cálculo do IMC verificou-se que a maioria dos valores estimados superestimou o número de indivíduos com baixo peso e eutróficos e subestimaram o sobrepeso, exceto quando a altura foi estimada pelas equações propostas para homens adultos. Conclui-se que a equação validada por Chumlea et al. (1994) em homens brancos adultos foi mais adequada para estimar a altura. Diante dos resultados aqui apresentados, verifica-se a necessidade de mais estudos de validação de medidas antropométricas e de métodos de avaliação da composição corporal em nossa população, já que a maioria das estimativas diferiu significativamente

entre métodos freqüentemente utilizados na prática clínica e em estudos populacionais.

ABSTRACT

REZENDE, Fabiane Aparecida Canaan. MS. Universidade Federal de Viçosa. February. 2006. **Comparison of methods for estimates of the weight, height and body composition of the men adults.** Adviser: Lina Enriqueta Frandsen Paez Lima Rosado. Committee members: Sylvia do Carmo Castro Franceschini, Gilberto Paixão Rosado and Rita de Cássia Lanes Ribeiro.

The study had as objective to compare the results, of the nutritional evaluation, from anthropometric and body composition measurements in adult men. The study was cross-sectional and conducted at the Division of Health of the Federal University of Viçosa during the months of February and October 2005. The sample it was constituted of 98 healthy men with age between 20 and 58 years. Anthropometric and body composition measurements were performed in the morning after the subjects fasted for at least 10h. All subjects abstained from vigorous exercise for at least 12h and from alcoholic beverage for least 48h. The anthropometric evaluation included measured of weight, height, circumferences and skinfolds. The body composition was evaluated by anthropometry-based equations, near infrared interactance (Futrex-5000®), leg-to-leg bioelectrical impedance (Tanita Tbf-531®) and tetrapolar bioelectrical impedance (Biodynamics model 310®). Tetrapolar bioelectrical impedance was used as a frame of reference for comparison with the other methods used in the evaluation of the body composition. Indirect estimates of weight and height were calculated using prediction equations based on knee height, arm span, half arm span. Statistical analysis included paired t-test for means, correlation coefficient analysis, test of Bland & Altman (1986) and Odds Ratio (OR). For all analysis, significance level was set at $p \leq 0.05$. The equation of the Jackson & Pollock that included 7 skinfolds, age, waist and arm circumference and leg-to-leg bioelectrical impedance displayed the highest agreement with tetrapolar

bioelectrical impedance. The waist circumference was the index that was correlated more strongly with IMC ($r=0,884$; $p<0,01$) and with the percentage fat ($r=0,779$; $p<0,01$). The sensitivity of the IMC to identify subjects with waist circumference, waist: hip ratio and percentage fat elevated was 94.4%, 100% and 86.6%, respectively. Positive predictive value was low: 47,2% for waist circumference, 11.1% for waist:hip ratio and 36.1% for percentage fat. Subjects with age higher than 30 years was risk factor for overweight [OR=4,13; IC(95%): 1,71 - 9,95] and abdominal obesity [OR=3,51; IC(95%): 1,14 - 10,89]. Difference between actual and predicted weight were significant ($r=0,849$; $p<0,01$). Of the five used methods to estimate height, only the equation of Chumlea et al. (1994) validated for adult white men was adequate. Arm span ($r=0,789$; $d=2,67$; $p<0,001$) and half arm span ($r=0,790$; $d=2,51$; $p<0,001$) measurement overestimated the actual height. When the IMC was calculated with predicted weight and height by recumbent measurement to overestimate undernutrition and underestimated overweight, except for equations validated men adults. In conclusion, the equation validated by Chumlea et al. (1984) for adult white men was the most adequate to estimate height. Therefore, the results of the present study indicate that more validation studies are needed for our population, whereas the majority of the estimates obtained were significantly different on several methods frequently used in the practical clinic and population studies.

Introdução

Medidas antropométricas e de composição corporal são amplamente utilizadas na avaliação nutricional de indivíduos e populações e podem auxiliar tanto no diagnóstico e prevenção de doenças como no direcionamento de condutas clínico-nutricionais.

Atualmente, com o crescente aumento da prevalência de obesidade, a avaliação da composição corporal e da distribuição de gordura corporal tem recebido maior atenção na prática clínica e em estudos epidemiológicos devido ao aumento das taxas de morbi-mortalidade por doenças crônicas não transmissíveis (Ministério da Saúde, 2001; Carneiro et al., 2003; Cercato et al., 2004).

Tanto o excesso de peso quanto a desnutrição estão associados à maior mortalidade, principalmente em indivíduos acometidos por doenças, como câncer, doenças cardiovasculares e doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) (Wienpahl et al., 1990; Manson et al., 1995; Stevens et al., 1998; Baxter, 1999; Calle et al., 1999; Prescott et al., 2002; Gregg et al., 2003). Para a avaliação do estado nutricional existem vários métodos e medidas que podem ser utilizados e que variam segundo a complexidade de utilização, acurácia e custo dos mesmos.

Em indivíduos que por algum motivo são impedidos de se movimentar, por exemplo, as medidas recumbentes, tais como, altura do joelho e medida de envergadura, podem ser úteis para estimar tanto peso quanto altura, medidas fundamentais na avaliação do estado nutricional (Chumlea et al., 1987; Chumlea et al., 1994; Kwok & Writelow, 1991).

Sabe-se que a velocidade de perda ponderal e o estado nutricional prévio de um indivíduo permitem avaliar o risco de morbi-mortalidade (Baxter,

1999; Lankisch et al., 2001; Prescott et al., 2002; Gregg et al., 2003). Estudos demonstram que indivíduos que necessitam de hemodiálise apresentam maior risco de mortalidade quando o IMC é inferior a 20kg/m² (Leavey et al., 2001). A perda de peso, representada por uma redução de 3 unidades do IMC aumentou o risco de mortalidade em 70% em indivíduos portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica (Prescott et al., 2003).

Para o diagnóstico da obesidade, tanto métodos antropométricos quanto de avaliação da composição corporal são frequentemente utilizados. No caso da antropometria, o índice de massa corporal é o parâmetro mais utilizado juntamente com a circunferência da cintura e/ou relação cintura-quadril que permitem a avaliação da obesidade abdominal e o risco de alterações metabólicas (Kannel et al., 1990; Lean et al., 1995; Guedes & Guedes, 1998; Gus et al., 1998; Pereira et al., 1999; Siani et al., 2002).

Métodos como dobras cutâneas também são utilizados, mas exigem um maior grau de treinamento do avaliador e são de difícil utilização em indivíduos com elevada quantidade de gordura corporal. Mais de 100 equações estão disponíveis na literatura, entretanto, fatores como raça, idade, nível de atividade física e obesidade podem interferir na validade das estimativas (Lukaski, 1987; Heyward & Stolarczyk, 2000).

Outros métodos como bioimpedância elétrica e interactância de infravermelho próximo podem ser utilizados para análise da composição corporal. Entretanto, mesmo com esta variedade de métodos, sabe-se que os mesmos, assim como as equações de dobras cutâneas, necessitam primeiramente de uma validação na população que se pretende avaliar para verificar se as estimativas obtidas são acuradas (Conway et al., 1984; Segal et

al., 1988; Stolarczyk et al., 1997; Román et al., 1999; Kyle et al., 2001b; Sun et al., 2003).

No Brasil, trabalhos de validação ainda são limitados pelo fato de se basearem em amostras pequenas e/ou muito homogêneas dificultando a aplicação de métodos e/ou equações em grupos mais heterogêneos com diferenças de idade, nível de atividade física e estado nutricional. Conseqüentemente observa-se a utilização de diversos métodos e equações que foram validados em amostras e grupos populacionais com características bem diferentes da nossa população.

Além disso, não só os métodos, mas também os pontos de corte precisam de uma avaliação a fim de se conhecer a adequação dos mesmos. Conhecer a aplicabilidade dos métodos e seus princípios é fundamental para se obter diagnóstico adequado, bem como para se estabelecer condutas individuais e políticas de saúde populacionais.

Referências Bibliográficas

Baxter JP. Problems of nutritional assessment in acute setting. Proc Nutr Soc. 1999; 58:39-46.

BRASIL. Ministério da Saúde. Anuário estatístico de saúde do Brasil. 2001.

Disponível em:

<http://portal.saude.gov.br/portal/aplicacoes/anuario2001/index.cfm>

Calle EE, Thun MJ, Petrelli JM, Rodriguez C, Heath CW. Body-mass index and mortality in a prospective cohort of U.S. adults. N Engl J Med. 1999; 341(5):1097-105.

Carneiro G, Faria NA, Filho FFR, Guimarães A, Lerário D, Ferreira SRG, Zanella MT. Influência da distribuição da gordura corporal sobre a prevalência de hipertensão arterial e outros fatores de risco cardiovascular em indivíduos obesos. Rev Assoc Med Bras. 2003; 49(3):306-11.

Cercato C, Mancini MC, Arguello AMC, Passos VQ, Villares SMF, Halpern A. Systemic hypertension, diabetes mellitus, and dyslipidemia in relation to body mass index: evaluation of a Brazilian population. Rev Hosp Clin Fac Med Sao Paulo. 2004; 59(3):113-8.

Chumlea WA, Roche AF, Mukherjee D. Nutritional assessment of the elderly through anthropometry. Ross Laboratories: Columbus, Ohio. 1987.

Chumlea WC, Guo SS, Steinbaugh ML. Prediction of stature from knee height for black and White adults and children with application to mobility impaired or handicapped persons. J Am Diet Assoc. 1994; 94:1385-88.

Conway JM, Norris KH, Bodwell CE. A new approach for the estimation of body composition: infrared interactance. *Am J Clin Nutr.* 1984; 40:1123-30.

Gregg EW, Gerzoff RB, Thompson TJ, Williamson DF. Intentional weight loss and death in overweight and obese U.S. adults 35 years of age and older. *Ann Intern Med.* 2003; 138:383-9.

Guedes DP, Guedes JERP. Distribuição de gordura corporal, pressão arterial e níveis de lipídeos-lipoproteínas plasmáticas. *Arq Bras Cardiol.* 1998; 70(2):93-8.

Gus M, Moreira LB, Pimentel M, Gleisener ALM, Moraes RS, Fuchs FD. Associação entre diferentes indicadores de obesidade e prevalência de hipertensão arterial. *Arq Bras Cardiol.* 1998; 70(2):111-4.

Heyward V, Stolarczyk LM. Avaliação da composição corporal aplicada. São Paulo: Editora Manole; 2000.

Kannel WB, Cupples A, Ramaswami R, Stokes J, Kreger BE, Higgins M. Regional obesity and risk of cardiovascular disease; the Framingham Study. *J Clin Epidemiol.* 1990; 44(2):183-90.

Kwok T, Writelow MN. The use of armspan in nutritional assessment of the elderly. *J Am Geriatr Soc.* 1991; 9(5):455-547.

Kyle UG, Genton L, Karsegard L, Slosman DO, Pichard C. Single prediction equation for bioelectrical impedance analysis in adults aged 20-94 years. *Nutrition.* 2001_b; 17(3):248-53.

Lankisch PG, Gerzmann MJ, Gerzmann F, Lehnick D. Unintentional weight loss: diagnosis and prognosis. The first prospective follow-up study from a secondary referral centre. *J Intern Med.* 2001; 249:41-6.

Lean MEJ, Han TS, Morrison CE. Waist circumference as a measure for indicating need for weight management. *Br Med J.* 1995; 311:158-61.

Leavey SF, McCullough K, Hecking E, Goodkin D, Port FK, Young EW. Body mass index and mortality in 'healthier' as compared with 'sicker' haemodialysis patients: results from the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS). *Nephrol Dial Transplant.* 2001; 17(6):1151-2.

Lukaski HC. Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. *Am J Clin Nutr.* 1987; 46:537-56.

Manson JE, Willett WC, Stampfer MJ, Colditz GA, Hunter DJ, Hankinson SE, Hennekens CH, Speizer FE. Body weight and mortality among women. *N Engl J Med.* 1995; 333(11):677-85.

Pereira RA, Sichieri R, Marins VMR. Razão cintura/quadril como preditor de hipertensão arterial. *Cad Saude Publica.* 1999; 15(2):333-44.

Prescott E, Almdal T, Mikkelsen KL, Tofteng CL, Vestbo J, Lange P. Prognostic value of weight change in chronic obstructive pulmonary disease: results from the Copenhagen City Heart Study. *Eur Respir J.* 2002; 20:539-44.

Román MC, Torres SP, Bellido MC. Bases físicas del análisis de la impedancia bioeléctrica. *Vox Paediatr.* 1999; 7(2):139-43.

Segal KR, Loan MV, Fitzgerald PI, Hodgdon JA, Italie TBV. Lean body mass estimation by bioelectrical impedance analysis: a four-site cross-validation study. *Am J Clin Nutr.* 1988; 47:7-14.

Siani A, Cappuccio FP, Barba G, Trevisan M, Farinaro E, Iacone R, Russo O, Russo P, Mancini M, Strazzullo P. The relationship of waist circumference to blood pressure: The Olivetti Herat Study. *Am J Hypertens.* 2002; 15(9):780-6.

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 Eng J Med.* 1998; 338(1):1-7.

Stolarczyk LM, Heyward VH, Loan MDV, Hicks VL, Wilson WL, Reano LM. The fatness-specific bioelectrical impedance analysis equations of Segal et al: are they generalizable and practical? *Am J Clin Nutr.* 1997; 66:8-17.

Sun SS, Chumlea WC, Heymsfield SB, Lukaski HC, Schoeller D, Friedl K, Kuczmarski RJ, Flegal KM, Johnson CL, Hubbard VS. Development of bioelectrical impedance analysis prediction equations for body composition with the use of a multicomponent model for use in epidemiologic surveys. *Am J Clin Nutr.* 2003; 77:331-40.

Wienpahl J, Ragland DR, Sidney S. Body mass index and 15-year mortality in a cohort of black men and women. *J Clin Epidemiol.* 1990; 43(9):949-60.

Objetivos

Objetivo Geral

- Comparar os resultados, da avaliação nutricional, obtidos a partir de medidas antropométricas e de composição corporal em homens adultos.

Objetivos específicos

- Comparar o percentual de gordura corporal de homens adultos obtido por diferentes métodos de avaliação da composição corporal, utilizando a bioimpedância elétrica tetrapolar como método de referência.

- Verificar a capacidade do IMC em identificar indivíduos com excesso de gordura corporal e obesidade abdominal, bem como, identificar a influência da idade sobre o estado nutricional de homens adultos.

- Avaliar a validade de fórmulas preditivas de peso e de altura em homens adultos.

Métodos de avaliação da composição corporal: antropometria, interactância de infravermelho próximo e bioimpedância elétrica.

Resumo

A avaliação da composição corporal é de extrema importância para o diagnóstico do estado nutricional individual e populacional e para o estabelecimento de condutas clínico-nutricionais adequadas. Com o aumento da prevalência da obesidade e das doenças crônicas não-transmissíveis, a avaliação da gordura corporal tem recebido destaque por influência da mesma no aparecimento de alterações metabólicas. Apesar de existirem diversos métodos para análise da composição corporal é importante conhecer a limitação de cada um deles e a validade dos mesmos para que as estimativas obtidas sejam confiáveis e interpretadas corretamente. Este trabalho tem como objetivo revisar a aplicabilidade de alguns indicadores do estado nutricional e de métodos de avaliação da composição corporal, tais como, índice de massa corporal, circunferência da cintura e relação cintura-quadril, medidas de dobras cutâneas, bioimpedância elétrica e interactância de infravermelho próximo.

Palavras-chave: composição corporal, antropometria, bioimpedância elétrica, interactância de infravermelho próximo.

1. Introdução

A avaliação da composição corporal tem recebido importância cada vez maior devido ao papel dos componentes corporais na saúde humana. O excesso de gordura corporal e sua distribuição centralizada se destacam pela influência sobre o aparecimento das doenças crônicas não transmissíveis, principalmente as doenças cardiovasculares (Carneiro et al., 2003; Cercato et al., 2004).

Existe uma série de métodos utilizados na avaliação da composição corporal, que variam segundo suas bases físicas, custo, acurácia, facilidade de utilização e de transporte do equipamento. Os métodos mais sofisticados e considerados mais precisos, como a pesagem hidrostática e a absorção do raio X de dupla energia (DEXA) permitem quantificar os componentes corporais, sendo que a tomografia computadorizada e a ressonância magnética permitem quantificar a gordura localizada. Todos eles possuem uso limitado na avaliação de grupos populacionais devido ao elevado custo e complexidade, e têm utilização restrita a laboratórios e em situações clínicas muito específicas (Ellis, 2000; Heyward, 2001).

Em estudos populacionais, indicadores antropométricos, como índice de massa corporal (IMC), circunferência da cintura e relação cintura-quadril, e métodos de avaliação da composição corporal menos complexos, como medidas de dobras cutâneas e bioimpedância elétrica são amplamente empregados devido à praticidade e baixo custo, apesar dos mesmos não fornecerem uma avaliação tão acurada e detalhada da composição corporal, já que são utilizados na maioria das vezes sem uma prévia validação na população que se pretende avaliar.

Considerando-se que o excesso de gordura corporal está relacionado ao aumento da morbi-mortalidade, principalmente em adultos; são necessários métodos precisos e confiáveis para a avaliação da composição corporal; além de baixo custo e aplicabilidade em estudos populacionais e na prática clínica.

Este trabalho teve como objetivo revisar a aplicabilidade de alguns indicadores do estado nutricional e de métodos de avaliação da composição corporal, tais como, índice de massa corporal, circunferência da cintura e relação cintura-quadril, medidas de dobras cutâneas, bioimpedância elétrica e interactância de infravermelho próximo.

2. Metodologia

O material bibliográfico utilizado neste trabalho de revisão foi obtido nas seguintes bases científicas de dados: <http://www.highwire.org>; <http://www.sciencedirect.com>; <http://www.scielo.br>; com as seguintes palavras-chave: *body composition, anthropometric, leg-to-leg, foot-to-foot, bioelectrical impedance, waist circumference, waist-to-hip ratio, body mass index, skinfold thickness, near-infrared interactance, validity.*

3. Revisão de Literatura

A associação entre excesso de peso corporal e aumento da morbi-mortalidade tem sido demonstrada em vários estudos epidemiológicos (Wienpahl et al., 1990; Manson et al., 1995; Stevens et al., 1998; Calle et al., 1999). Dados da *World Health Organization* (WHO, 1998) mostram que a doença isquêmica do coração e o acidente vascular cerebral estão em primeiro

lugar entre as causas de mortalidade. Diante desta estimativa e do fato de a obesidade ser fator de risco importante para doenças crônicas não transmissíveis; o seu diagnóstico é de fundamental importância para o direcionamento das ações de saúde e redução da morbi-mortalidade.

Análises dos dados do *National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES) confirmam mudanças na distribuição do IMC na população americana com um aumento médio de 4,6 pontos entre os anos de 1890 e 2000 em homens com idade entre 40 e 49 anos e de 6,3 pontos, neste mesmo período, em homens na faixa etária de 60 a 69 anos, resultando em aumento da prevalência de obesidade de 3,4% para 35% (Helmchen & Henderson, 2004). No Brasil, observa-se também a crescente prevalência de obesidade em todas as regiões do país e principalmente nos estratos de renda mais baixa (Filho & Rissin, 2003).

Normalmente, os métodos e pontos de corte utilizados no diagnóstico da obesidade são propostos por comitês internacionais, como a *World Health Organization*, entretanto, a prevalência de obesidade varia consideravelmente segundo o método e o ponto de corte utilizado. Esta variação ocorre porque, na maioria das vezes, a população que está sendo avaliada apresenta características bastante diferentes da amostra na qual o método e/ou ponto de corte foi validado. Além da variabilidade biológica, a adoção de protocolos e de metodologias diferentes, normalmente, contribui para as diferenças nas estimativas relatadas na literatura.

Estudos no sentido de identificar métodos mais adequados e pontos de corte capazes de prever o risco de alterações metabólicas têm sido desenvolvidos em todo o mundo (Megnier et al., 1999; Sargent et al., 2002; Martins & Marinho, 2003; Arden et al., 2004; Shiwaku et al., 2004; Pan et al.,

2004). Entretanto, em nosso país, estudos de representatividade nacional são inexistentes, e normalmente os estudos desta natureza envolvem grupos específicos da população, além de serem escassos (Pereira et al., 1999, Velásquez-Meléndez et al., 2002; Pitanga & Lessa, 2005), observando-se assim o uso de métodos e de pontos de corte validados em outras populações, com aplicabilidade muito limitada devido a uma série de diferenças relacionadas à etnia, nível de atividade física e idade.

A adoção de pontos de corte arbitrários, aliada a utilização de métodos que não foram validados para a população brasileira, faz com que sejam estabelecidas estimativas errôneas da composição corporal resultando tanto em diagnósticos, quanto em medidas de intervenção equivocadas em relação ao estado nutricional de indivíduos e populações.

Antropometria

IMC, Circunferência da Cintura e Relação Cintura-Quadril.

Até 1980, os padrões de peso ideal eram baseados em tabelas de peso e altura específicas para cada sexo elaboradas pelo *Metropolitan Life Insurance Company*. Posteriormente, o IMC passou a ser utilizado e, desde então, vem sofrendo modificações no que diz respeito aos pontos de corte e número de categorias para diagnósticos por diferentes organizações como *World Health Organization*, *National Center of Health Statistics/Centers for Disease Control and Preventions* e *National Heart, Lung, and Blood Institute* (Kuczmarski & Flegal, 2000).

O IMC é atualmente um dos indicadores antropométricos mais utilizados na avaliação do estado nutricional de populações e em estudos

epidemiológicos com a finalidade de explorar a associação entre obesidade e várias doenças, principalmente as cardiovasculares (Guedes & Guedes, 1998; Gus et al., 1998; Siani et al., 2002). Entretanto, existem muitas limitações com relação ao seu uso, já que ele não é capaz de fornecer informações sobre a composição corporal e a distribuição da gordura corporal (Garn et al., 1986). No estudo de Yao et al. (2002), por exemplo, mais de 30% dos indivíduos que apresentaram excesso de gordura corporal foram classificados como eutróficos pelo IMC, demonstrando sua baixa sensibilidade na identificação do excesso de gordura corporal.

A sua utilização se torna bastante prejudicada principalmente quando a população que será avaliada apresenta um padrão de atividade física mais intenso. Pessoas com elevada quantidade de massa muscular podem apresentar elevado IMC mesmo que a gordura corporal não seja excessiva (Witt & Bush, 2005).

Além disso, os pontos de corte propostos para o IMC para avaliação do estado nutricional são aplicados em uma faixa etária muito ampla, desconsiderando-se sexo e etnia. Sabe-se que ao longo das décadas ocorrem alterações fisiológicas na composição corporal, com aumento da quantidade de tecido adiposo e/ou redução da massa magra (Bembem et al., 1995; Guo et al., 1999) e redução da massa óssea (Lim et al., 2004), especialmente entre as mulheres que tem a composição corporal diretamente afetada pelas alterações hormonais observadas na menopausa (Lins & Sichieri, 2001).

Adicionalmente, como demonstrado por Deurenberg-Yap et al. (2000), a relação entre IMC e gordura corporal difere significativamente entre grupos étnicos, além de outros estudos demonstrarem a presença de alto risco cardiovascular em indivíduos com IMC normal (Vikram et al., 2003). Na

população asiática os pesquisadores sugerem pontos de corte de IMC mais baixos, em torno de 27 kg/m², para diagnóstico de obesidade (Pan et al., 2004; Woo et al., 2004).

Muitos autores, ao fazerem críticas ao uso do IMC, propõem o uso do índice de massa de gordura e do índice de massa livre de gordura, e pontos de corte baseados na distribuição destes indicadores em percentis, porém, para a obtenção destes índices, é necessária avaliação da composição corporal, o que dificulta relativamente a sua utilização (Pichard et al., 2000; Costa, 2001; Frankenfield et al., 2001; Kyle et al., 2001_a; Kyle et al., 2003).

Outros parâmetros antropométricos, como circunferência da cintura, relação cintura-quadril e medida de dobras cutâneas têm se mostrado mais sensíveis que o IMC na identificação de indivíduos com excesso de gordura corporal e alterações metabólicas (Booth et al., 2000; Cameron et al., 2003; Chan et al., 2003; Sönmez et al., 2003; Janssen et al., 2004; Glaner, 2005).

A circunferência da cintura permite avaliar a distribuição central da gordura corporal, sendo uma medida qualitativa e não quantitativa. Atualmente, esta medida tem recebido importante atenção na avaliação do risco cardiovascular pelo fato de ser forte preditora da quantidade de gordura visceral, a principal responsável pelo aparecimento de alterações metabólicas e de doenças cardiovasculares (Kannel et al., 1990; Lean et al., 1995; Pereira et al., 1999; Rankinen et al., 1999; Chan et al., 2003).

Assim como o IMC, a medida de circunferência da cintura também tem aumentado nos últimos anos na população americana. Segundo o estudo de Ford et al. (2003) realizado a partir de dados do NHANES, a mediana da circunferência da cintura passou de 94,4 cm para 97,1 cm entre os anos de 1988 e 2000, confirmando rápido aumento da obesidade abdominal.

Segundo Han et al. (1995), os pontos de corte validados por Lean et al. (1995) e atualmente preconizados pela WHO (1998) foram capazes de identificar indivíduos com alto risco de doenças crônicas e apresentaram alta sensibilidade e especificidade em identificar indivíduos classificados com sobrepeso e obesidade pelo IMC. Outros estudos demonstram a validade destes pontos de corte em prever alterações metabólicas e doenças como, diabetes mellitus e hipertensão arterial (Sargeant et al. 2002; Siani et al., 2002; Janssen et al., 2004).

A relação cintura-quadril é um outro indicador associado com aumento do risco de doenças crônicas não transmissíveis e que também tem aumentado significativamente nos últimos anos (Megnien et al., 1999). No estudo de Lahti-Koski et al. (2000), referente a um período de 10 anos, a RCQ passou de 0,907 para 0,925 em homens adultos.

Os estudos demonstram que a RCQ é capaz de prever a incidência de diabetes na mesma magnitude que outros índices, como IMC e circunferência da cintura (Sargent et al., 2002) e associa-se inversamente melhor com baixos níveis de HDL do que a circunferência da cintura (Martins & Marinho, 2003).

A RCQ também tem apresentado maior capacidade preditiva para hipertensão arterial que a circunferência da cintura em homens e mulheres acima de 20 anos (Pereira et al., 1999), sendo que no estudo de Gus et al. (1998) esta associação foi verificada somente em mulheres.

As variáveis antropométricas também têm sido utilizadas em equações de predição da gordura corporal oferecendo maior facilidade e baixo custo para as estimativas do percentual de gordura corporal em adultos. Deurenberg et al. (1990) desenvolveram equações baseadas no IMC, idade e sexo utilizando a pesagem hidrostática como método referência. Gallagher et al. (2000) também

desenvolveram fórmulas para estimar a gordura corporal pelo IMC e outras variáveis como idade, sexo e etnia utilizando o DEXA e o modelo de quatro compartimentos como métodos de referência.

Além do IMC, a circunferência da cintura também tem sido utilizada para prever a gordura corporal em adultos. Lean et al. (1996) validaram equações de predição da gordura corporal tanto para homens, quanto para mulheres baseadas apenas na circunferência da cintura e idade; utilizando a pesagem hidrostática como método de referência. A inclusão de medidas de dobras cutâneas foi avaliada pelos autores, entretanto, observou-se que, as estimativas apresentaram maiores erros comparadas àquelas obtidas apenas por meio da circunferência da cintura.

A vantagem de se utilizar equações baseadas no IMC ou circunferência da cintura reside no fato de que a estimativa do percentual de gordura é menos dependente de erros intra e inter-avaliador comparado às dobras cutâneas, método amplamente utilizado na avaliação da composição corporal.

Medidas de Dobras Cutâneas

As medidas de dobras cutâneas tem sido o método mais utilizado na determinação da gordura corporal em razão do baixo custo operacional e da relativa simplicidade de utilização em relação aos outros métodos de avaliação da composição corporal. Na literatura são documentadas mais de 100 equações para estimar a gordura corporal que utilizam as medidas de dobras cutâneas e, normalmente, são divididas em específicas, validadas em grupos mais homogêneos, e generalizadas, baseadas em amostras com características heterogêneas (Lukaski, 1987; Heyward & Stolarczyk, 2000).

Normalmente, a pesagem hidrostática é o método mais utilizado como referência para validação das equações envolvendo medidas de dobras cutâneas (Durnin & Wormersley, 1974; Jackson & Pollock, 1978; Jackson et al., 1980; Sinning et al., 1984; Guedes, 1985; Petroski, 1995; Wang & Deurenberg, 1996). Entretanto, nos últimos anos a sua utilização como método “padrão-ouro” vem sendo questionada e outros métodos como o DEXA e o modelo de quatro compartimentos têm sido utilizados em estudos de validação (Field et al., 2001; Bottaro et al., 2002; Peterson et al., 2003; Lintsi et al., 2004).

É importante ressaltar que as estimativas de gordura corporal obtidas por equações já existentes na literatura são válidas somente na população em que as mesmas foram validadas e, para que sejam aplicadas em outras populações, é necessária prévia validação para verificar a acurácia das equações.

Estudos verificando a validade de equações já existentes, como as Durnin & Wormersley (1974) e de Jackson & Pollock (1980) em outros grupos populacionais, têm demonstrado baixa acurácia das mesmas devido a diferenças inerentes à etnia (Brandon, 1998; Irwin et al., 1998; Jackson et al., 2002), nível de atividade física (Sinning et al., 1985) e quantidade de gordura corporal (Bottaro et al., 2002).

No Brasil, dois estudos validaram equações baseadas em dobras cutâneas utilizando a pesagem hidrostática como método de referência, sendo que um deles envolveu 206 estudantes universitários do Sul do país (Guedes, 1985) e o outro avaliou adultos, com idade entre 18 e 60 anos, desta mesma região brasileira (Petroski, 1995).

Costa (2001) estudou uma amostra representativa da cidade de Santos (SP), e descreveu o comportamento da quantidade e distribuição da gordura

corporal de acordo com o sexo e idade por meio de curvas de percentis, definindo como faixa normal de gordura corporal, os valores dispostos entre os percentis 25 e 75, e como categoria de maior risco cardiovascular, o percentil acima de 90.

Outros estudos, envolvendo a população brasileira, têm realizado a validação de diversas equações, entretanto, observa-se que, na maioria das vezes, as amostras são pequenas ou envolvem grupos muito específicos da população, como militares, universitários e mulheres pós-menopausa (Guedes, 1986; Souza et al., 1998; Glaner & Rodriguez-Añez, 1999; Salem et al., 2004; Rech et al., 2005).

Apesar de existirem equações validadas em nosso País, observa-se ainda o predomínio da utilização das equações de Jackson & Pollock (1978) e Durnin & Wormersley (1980). Segundo o estudo de Petroski (1995), para os homens brasileiros, apenas 3 das 8 equações elaboradas por Jackson & Pollock (1978), foram válidas, sendo que, as equações específicas e generalizada de Durnin & Wormersley (1974) subestimaram significativamente o percentual de gordura corporal mensurado por pesagem hidrostática.

Bioimpedância Elétrica

A análise da composição corporal por meio da bioimpedância elétrica (BIA) é baseada na condução de uma corrente elétrica indolor, de baixa intensidade, aplicada ao organismo por meio de cabos conectados a eletrodos ou superfícies condutoras que são mantidos em contato com a pele. A impedância, dada pelos valores de reactância e resistência, é baixa no tecido magro onde se encontram, principalmente, os líquidos intracelulares e eletrólitos, e, alta no tecido adiposo (Román et al., 1999).

A BIA, apesar de sua facilidade técnica e alta reprodutibilidade, pode resultar em estimativas menos precisas nas situações, em que, o balanço hidroeletrolítico está alterado. Portanto, fatores como, ingestão de álcool e atividade física intensa realizada previamente ao teste, e presença de edema ou retenção hídrica em certos períodos do ciclo menstrual, devem ser avaliados (Kushner et al., 1996). Além disso, outros fatores como, ingestão de refeições (Slinde & Rossander-Hulthén, 2001) e obesidade (Gray et al., 1989; Deurenberg, 1996; Baumgartner et al., 1998) também podem prejudicar a acurácia do teste.

Os aparelhos disponíveis para este tipo de avaliação fornecem os valores de massa de gordura, massa magra e água corporal por meio de equações preditivas ajustadas para, sexo, idade, peso, altura e nível de atividade física. Entretanto, as equações de predição variam segundo o aparelho, e da mesma maneira que as equações de dobras cutâneas, apresentam validade apenas para a população de origem, necessitando, portanto, de validação cruzada em outros grupos populacionais.

Estudos de desenvolvimento e de validação de equações de BIA vêm sendo desenvolvidos (Kyle et al., 2001_b; Sun et al., 2003) e diversos aparelhos de BIA bipolar (mensuração em membros inferiores ou superiores) e tetrapolar (corpo inteiro) estão disponíveis no mercado. Entretanto, apesar da facilidade técnica, alta reprodutibilidade e de ser um método de custo relativamente baixo e não invasivo, estudos têm demonstrado valores de composição corporal significativamente diferentes dos obtidos por pesagem hidrostática ou DEXA (Panotopoulos et al., 2001; Sun et al., 2005), enquanto outros não (Segal et al., 1988; Stolarczyk et al., 1997; Biaggi et al., 1999).

As controvérsias existentes entre os estudos podem ser devidas à

variabilidade das equações e dos equipamentos utilizados, adoção de diferentes protocolos e frequências, diferenças étnicas e de composição corporal entre as populações, além de influências no estado de hidratação, citadas anteriormente.

Estudos envolvendo a comparação de métodos demonstram que comparada às equações antropométricas, como as de Durnin & Wormersley (1974) e as de Jackson & Pollock (1978), a BIA tetrapolar produz estimativas com menores erros (Stolarczyk et al., 1997; Sardinha et al., 1998).

No Brasil, Marques et al. (2000) verificaram que a utilização das equações de Lohman (1992) e de Stolarczyk et al. (1997) é aceitável na avaliação da composição corporal de mulheres brasileiras jovens, sendo que, no estudo de Glaner (2005), somente a equação de Segal et al. (1988) desenvolvida para indivíduos com percentual de gordura corporal maior que 20% apresentou validade em homens militares brasileiros. Já no estudo de Carvalho & Pires-Neto (1999), também realizado no Brasil, constatou-se que, as estimativas de gordura corporal foram superestimadas tanto em homens, quanto em mulheres, pela bioimpedância elétrica.

Os três estudos brasileiros citados acima demonstram a dificuldade de se estabelecer alguma conclusão sobre a validade da BIA em brasileiros devido às diferenças entre os grupos avaliados, e pelo fato de diferentes equações terem sido utilizadas, além da escassez de estudos desta natureza no país.

Com relação à BIA bipolar, a maioria dos estudos demonstra resultados favoráveis ao uso da mesma. No estudo de Swartz et al. (2002) não houve nenhuma diferença significativa entre o percentual de gordura corporal obtido pela BIA bipolar (Tanita TBF-305®) e o determinado pela pesagem hidrostática

em homens quando a intensidade da atividade física foi levada em consideração. Entretanto, os autores demonstraram erros de estimativa em nível individual importantes.

Jebb et al. (2000) e Cable et al. (2001) também verificaram que a BIA bipolar (Tanita TBF-305 e TBF-105[®], respectivamente) foi válida na estimativa da composição corporal de homens adultos. Utter et al. (1999), estudando mulheres eutróficas e obesas, não encontraram diferenças significantes entre o percentual de gordura obtido por BIA bipolar (Tanita TBF-105[®]) e pesagem hidrostática nos dois grupos.

Já no estudo de Lukaski & Siders (2003), tanto a BIA bipolar superior (Omron HBF-301[®]) quanto inferior (Tanita TBF-105[®]) não foram adequadas para a avaliação da gordura corporal de homens e mulheres com idade entre 21 e 60 anos ao serem comparadas ao DEXA. Portanto, da mesma forma que a BIA tetrapolar, os estudos com BIA bipolar, apesar de indicarem sua validade na avaliação da composição corporal, necessitam de validação cruzada na população brasileira.

Interactância de Infravermelho Próximo

A interactância de infravermelho próximo (NIR) é baseada em diferentes densidades ópticas obtidas por meio da absorção e reflexão de comprimentos de onda dos raios infravermelhos emitidos pelo aparelho no tecido subcutâneo de um determinado local anatômico, normalmente, o bíceps (Conway et al., 1984).

Inicialmente, este método foi utilizado com a finalidade de avaliar a composição química de alimentos, e posteriormente, foi modificado e adaptado

a fim de permitir seu uso na avaliação da composição corporal em seres humanos. Apesar de ser também um método de baixo custo, não invasivo, fácil e portátil, sua aplicação é questionável pelo fato de ter sido validado em uma amostra muito pequena (n=17) e homogênea, e pelo fato de prever a gordura corporal a partir de um único local anatômico de depósito de gordura subcutânea. Além disso, os autores utilizaram apenas testes de correlação para verificar a concordância com o método de diluição de deutério utilizado como método referência no estudo (Conway et al., 1984).

Considerando os estudos de validação de métodos de avaliação da composição corporal, existem na literatura relativamente poucos trabalhos desta natureza com o método NIR. A reprodutibilidade das medidas fornecidas pelo Futrex-5000[®] foi avaliada no estudo de Schreiner et al. (1995) em que se verificaram diferenças estatisticamente significantes entre as medidas inter e intra-avaliador.

Os estudos têm demonstrado que o NIR tende a superestimar a gordura corporal em indivíduos com percentuais mais baixos de gordura corporal, e a subestimar em indivíduos com percentuais mais elevados (Smith et al., 1997; Vehrs et al., 1998, Panotopoulos et al., 2001). Em meta-análise de 11 estudos realizada por Fogelholm & Lichtenbelt (1997) constatou-se que o método NIR subestimou o percentual de gordura corporal em indivíduos com percentual de gordura corporal maior que 25%, sendo que, a subestimação foi maior em indivíduos obesos.

No estudo de Mclean & Skinner (1992) apenas 52% dos indivíduos avaliados se mantiveram $\pm 4\%$ da média de percentual de gordura corporal obtida pelo método de pesagem hidrostática. Já no estudo de Thomas et al. (1997) a subestimação média do NIR foi de 15%.

Hicks et al. (2000) avaliaram a validade do Futrex-5000[®] em prever a gordura corporal em mulheres com idade média de 34,4 anos e verificaram que o método NIR subestimou significativamente o percentual de gordura corporal em 4,4%. Uma das explicações para tal resultado foi o fato de 75% das mulheres terem sido obesas e, além disso, os autores discutem que diferenças na cor da pele podem afetar a mensuração da densidade óptica, sendo que, indivíduos com pele mais escura tendem a apresentar menores valores de densidade óptica.

4. Considerações Finais

Apesar dos numerosos métodos de avaliação da composição corporal, são poucos os estudos que avaliam a reprodutibilidade e acurácia dos mesmos em nossa população. Além disso, uma questão bastante discutida refere-se ao estabelecimento de pontos de corte de gordura corporal adequados para a identificação de indivíduos sob risco de alterações metabólicas. Portanto, há necessidade de se avaliar e propor métodos seguros e acurados, de baixo custo e de facilidade técnica que possam ser utilizados, amplamente, pelos profissionais de saúde na avaliação de indivíduos em centros de saúde, clínicas e em estudos populacionais a fim de garantir adequado direcionamento das medidas de intervenção e das políticas de saúde.

5. Referências Bibliográficas

Arden CI, Janssen I, Ross R, Katzmarzyk PT. Development of health-related waist circumference thresholds within BMI categories. *Obes Res.* 2004; 12(7):1094-103.

Baumgartner RN, Ross R, Heymsfield SB. Does adipose tissue influence bioelectric impedance in obese men and women. *J Appl Physiol.* 1998; 84(1):257-62.

Bemben MG, Massey BH, Bemben DA, Boileau RA, Misner JE. Age-related patterns in body composition for men aged 20-79 yr. *Med Sci Sports Exerc.* 1995; 27(2):264-9.

Biaggi RR, Vollman MW, Nies MA, Brener CE, Flakoll PJ, Levenhagen DK, Sun M, Karabulut Z, Chen KY. Comparison of air-displacement plethysmography with hydrostatic weighing and bioelectrical impedance analysis for the assessment of body composition in healthy adults. *Am J Clin Nutr.* 1999; 69:898-903.

Booth ML, Hunter C, Gore CJ, Bauman A, Owen N. The relationship between body mass index and waist circumference: implications for estimates of the population prevalence of overweight. *Int J Obes.* 2000; 24:1058-61.

Bottaro MF, Heyward VH, Bezerra RFA, Wagner DR. Skinfold method vs dual-energy x-ray absorptiometry to assess body composition in normal and obese women. *J Exer Physiol.* 2002; 5(2):11-8.

Brandon LJ. Comparison of existing skinfold equations for estimating body fat in African American and white women. *Am J Clin Nutr.* 1998; 67:1155-61.

Cable A, Mieman DC, Austin M, Hogen E, Utter AC. Validity of leg-to-leg bioelectrical impedance measurement in males. *J Sports Med Phys Fitness.* 2001; 41(3):411-4.

Calle EE, Thun MJ, Petrelli JM, Rodriguez C, Heath CW. Body-mass index and mortality in a prospective cohort of U.S. adults. *N Engl J Med.* 1999; 341(5):1097-105.

Carneiro G, Faria NA, Filho FFR, Guimarães A, Lerário D, Ferreira SRG, Zanella MT. Influência da distribuição da gordura corporal sobre a prevalência de hipertensão arterial e outros fatores de risco cardiovascular em indivíduos obesos. *Rev Assoc Med Bras.* 2003; 49(3):306-11.

Carvalho ABR, Neto CSP. Composição corporal através dos métodos da pesagem hidrostática e impedância bioelétrica em universitários. *Rev Bras Cine Des Hum.* 1999; 1(1):18-23.

Cercato C, Mancini MC, Arguello AMC, Passos VQ, Villares SMF, Halpern A. Systemic hypertension, diabetes mellitus, and dyslipidemia in relation to body mass index: evaluation of a Brazilian population. *Rev Hosp Clin Fac Med Sao Paulo.* 2004; 59(3):113-8.

Chan DC, Watts GF, Barret PHR, Burke V. Waist circumference, waist-to-hip ratio and body mass index as predictors of adipose tissue compartments in men. *Q J Med.* 2003; 96:441-7.

Conway JM, Norris KH, Bodwell CE. A new approach for the estimation of body composition: infrared interactance. *Am J Clin Nutr.* 1984; 40:1123-30.

Costa RF. Valores referenciais de somatórias de dobras cutâneas em moradores da cidade de Santos – SP, de 20 a 69 anos de idade. [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: USP; 2001.

Dalton M, Cameron AJ, Zimmet PZ, Shaw JE, Jolley D, Dunstan DV, Welborn TA. Waist circumference, waist-hip ratio and body mass index and their correlation with cardiovascular disease risk factors in Australian adults. *J Intern Med.* 2003; 254(6):555-63.

Deurenberg P, Weststrate JA, Seidell JC. Body mass index as a measure of body fatness: age- and sex-specific prediction formulas. *Br J Nutr.* 1991; 65:105-14.

Deurenberg, P. Limitations of the bioelectrical impedance method for the assessment of body fat in severe obesity. *Am J Clin Nutr.* 1996; 64(Suppl):S449-52.

Deurenberg-Yap M, Schmidt G, Staveren WA, Deurenberg P. The paradox of low body mass index and high body fat percentage among Chinese, Malays and Indians in Singapore. *Int J Obes.* 2000; 24:1011-7.

Durnin JVGA, Wormersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr.* 1974; 32:77-97.

Ellis KJ. Human body composition: in vivo methods. *Physiol Rev.* 2000; 80:649-80.

Filho MB, Rissin A. A transição nutricional no Brasil: tendências regionais e temporais. *Cad Saude Publica.* 2003; 19(Suppl 1):S181-91.

Fogelholm M, Lichtenbelt WM. Comparison of body composition methods: a literature analysis. *Eur J Clin Nutr.* 1997; 51:495-503.

Ford ES, Mokdad AH, Giles WH. Trends in waist circumference among U.S. adults. *Obes Res.* 2003; 11(10):1223-31.

Frankenfield DC, Rowe WA, Cooney RN, Smith JS, Becker D. Limits of body mass index to detect obesity and predict body composition. *Nutrition.* 2000; 17(1):26-30.

Friedl KE, Westphal KA, Marchitelli LJ, Patton JF, Chumlea WC, Guo SS. Evaluation of anthropometric equations to assess body-composition changes in young women. *Am J Clin Nutr.* 2001; 73:268-75.

Gallagher D, Heymsfield SB, Heo M, Jebb SA, Murgatroyd PR, Sakamoto Y. Health percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *Am J Clin Nutr.* 2000; 72:694-701.

Garn SM, Leonard WR, Hawthorne VM. Three limitations of the body mass index. *Am J Clin Nutr.* 1986; 44:996-7.

Glaner MF, Rodriguez-Añez CR. Validação de equações para estimar a densidade corporal e/ou percentual de gordura para militares masculinos. *Treinamento Desportivo*. 1999; 4(1):29-36.

Glaner MF. Índice de massa corporal como indicativo da gordura corporal comparado às dobras cutâneas. *Rev Bras Med Esporte*. 2005; 11(4):243-6.

Glaner MF. Validação cruzada de equações de impedância bioelétrica em homens. *Rev Bras Cine Des Hum*. 2005; 7(1):5-11.

Gray DS, Bray GA, Gemayel N, Kaplan K. Effect of obesity on bioelectrical impedance. *Am J Clin Nutr*. 1989; 50:255-60.

Guedes DP, Guedes JERP. Distribuição de gordura corporal, pressão arterial e níveis de lipídeos-lipoproteínas plasmáticas. *Arq Bras Cardiol*. 1998; 70(2):93-8.

Guedes DP. Estudo da gordura corporal através da mensuração dos valores de densidade corporal e da espessura de dobras cutâneas em universitários. [Dissertação de Mestrado]. Santa Maria: UFSM; 1985.

Guedes DP. Gordura corporal: validação da equação proposta por Faulkner em jovens pertencentes a população brasileira. *Artus*. 1986; (1):10-4.

Guo SS, Zeller C, Chumlea WC, Siervogel R. Aging, body composition, and lifestyle: The Fels Longitudinal Study. *Am J Clin Nutr*. 1999; 70:405-11.

Gus M, Moreira LB, Pimentel M, Gleisener ALM, Moraes RS, Fuchs FD. Associação entre diferentes indicadores de obesidade e prevalência de hipertensão arterial. *Arq Bras Cardiol.* 1998; 70(2):111-4.

Han TS, Leer EM, Seidell JC, Lean MEJ. Waist circumference action levels in the identification of cardiovascular risk factors: prevalence study in a random sample. *Br Med J.* 1995; 311:1401-5.

Helmchen LA, Henderson RM. Changes in the distribution of body mass index of white US men, 1890-2000. *Ann Hum Biol.* 2004; 31(2):174-81.

Heyward V, Stolarczyk LM. Avaliação da composição corporal aplicada. São Paulo: Editora Manole; 2000.

Heyward V. ASEP methods recommendation: body composition assessment. *J Exer Physiol.* 2001; 4(4):1-12.

Hicks VL, Stolarczyk LM, Heyward VH, Baumgartner RN. Validation of near-infrared interactance and skinfold methods for estimating body composition of American Indian women. *Med Sci Sports Exerc.* 2000; 32(3):531-9.

Irwin ML, Ainsworth BE, Stolarczyk LM, Heyward VH. Predictive accuracy of skinfold equations for estimating body density of African-American women. *Med Sci Sports Exerc.* 1998; 30(11):1654-8.

Jackson AS, Pollock ML, Ward ANN. Generalized equations for predicting body density of women. *Med Sci Sports Exerc.* 1980; 12(3):175-82.

Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr.* 1978; 40:497-504.

Jackson AS, Stanforth PR, Gagnon J, Rankinen T, Leon AS, Rao DC, Skinner JS, Bouchard C, Wilmore JH. The effect of sex, age and race on estimating percentage body fat from body mass index: The Heritage Family Study. *Int J Obes.* 2002; 26:789-96.

Janssen I, Katzmarzyk PT, Ross R. Waist circumference and not body mass index explains obesity-related health risk. *Am J Clin Nutr.* 2004; 79:379-84.

Jebb SA, Cole TJ, Doman D, Murgatroyd PR, Prentice AW. Evaluation of the novel Tanita body-fat analyzer to measure body composition by comparison with a four-compartment model. *Br J Nutr.* 2000; 83:115-22.

Kannel WB, Cupples A, Ramaswami R, Stokes J, Kreger BE, Higgins M. Regional obesity and risk of cardiovascular disease; the Framingham Study. *J Clin Epidemiol.* 1990; 44(2):183-90.

Kuczmarski RJ, Flegal KM. Criteria for definition of overweight in transition: background and recommendations for the United States. *Am J Clin Nutr.* 2000; 72(5):1074-1081.

Kushner RF, Gudivaka R, Schoeller DA. Clinical characteristics influencing bioelectrical impedance analysis measurements. *Am J Clin Nutr.* 1996; 64:(Suppl):S423-7.

Kyle UG, Genton L, Karsegard L, Slosman DO, Pichard C. Single prediction equation for bioelectrical impedance analysis in adults aged 20-94 years. *Nutrition*. 2001_b; 17(3):248-53.

Kyle UG, Genton L, Slosman DO, Pichard C. Fat-free and fat mass percentiles in 5225 healthy subjects aged 15 to 98 years. *Nutrition*. 2001_a; 17(7-8):534-41.

Kyle UG, Schutz Y, Dupertuis YM, Pichard C. Body composition interpretation: contributions of the fat-free mass index and the body fat mass index. *Nutrition*. 2003; 19(7-8):597-604.

Lahti-Koski M, Pietinen P, Männistö S, Vartiainen E. Trends in waist-to-hip ratio and its determinants in adults in Finland from 1987 to 1997. *Am J Clin Nutr*. 2000; 72:1436-44.

Lean MEJ, Han TS, Deurenberg P. Predicting body composition by densitometry from simple anthropometric measurements. *Am J Clin Nutr*. 1996; 63:4-14.

Lean MEJ, Han TS, Morrison CE. Waist circumference as a measure for indicating need for weight management. *Br Med J*. 1995; 311:158-61.

Lim S, Joung H, Shin CS, Lee HK, Kim KS, Shin EK, Kim H, Lim M, Cho S. Body composition changes with age have gender-specific impacts on bone mineral density. *Bone*. 2004; 35:792-8.

Lins APM, Sichieri R. Influência da menopausa no índice de massa corporal. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2001; 45(3):265-70.

Lintsi M, Kaarma H, Kull I. Comparison of hand-to-hand bioimpedance and anthropometry equations versus dual-energy X-ray absorptiometry for the assessment of body fat percentage in 17-18-year-old conscripts. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2004; 24(2):85-90.

Lukaski HC, Siders WA. Validity and accuracy of regional bioelectrical impedance devices to determine whole-body fatness. *Nutrition*. 2003; 19(10):851-7.

Lukaski HC. Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. *Am J Clin Nutr*. 1987; 46:537-56.

Manson JE, Willett WC, Stampfer MJ, Colditz GA, Hunter DJ, Hankinson SE, Hennekens CH, Speizer FE. Body weight and mortality among women. *N Engl J Med*. 1995; 333(11):677-85.

Marques MB, Heyward V, Paiva CE. Validação cruzada de equações de bioimpedância em mulheres brasileiras por meio de absorptometria radiológica de dupla energia (DXA). *Rev Bras Ciên e Mov*. 2000; 8(4):14-20.

Martins IS, Marinho SP. O potencial diagnóstico dos indicadores da obesidade centralizada. *Rev Saude Publica*. 2003; 37(6):760-7.

Mclean KP, Skinner JS. Validity of Futrex-5000 for body composition determination. *Med Sci Sports Exerc*. 1992; 24(2):253-8.

Megnien JL, Denarie N, Cocaul M, Simon A, Levenson J. Predictive value of waist-to-hip ratio on cardiovascular risk events. *Int J Obes*. 1999; 23:90-7.

Pan W, Flegal KM, Chang H, Yeh W, Yeh C, Lee W. Body mass index and obesity-related metabolic disorders in Taiwanese and US whites and blacks: implications for definitions of overweight and obesity for Asians. *Am J Clin Nutr.* 2004; 79:31-9.

Panotopoulos G, Ruiz JC, Guy-Grand B, Basdevant A. Dual x-ray absorptiometry, bioelectrical impedance, and near infrared interactance in obese women. *Med Sci Sports Exerc.* 2001; 33(4):665-70.

Pereira RA, Sichieri R, Marins VMR. Razão cintura/quadril como preditor de hipertensão arterial. *Cad Saude Publica.* 1999; 15(2):333-44.

Peterson MJ, Czerwinski SA, Siervogel RM. Development and validation of skinfold-thickness prediction equations with a 4-compartment model. *Am J Clin Nutr.* 2003; 77:1186-91.

Petroski EL. Desenvolvimento e validação de equações generalizadas para a estimativa da densidade corporal em adultos. [Tese de Doutorado], Santa Maria: UFSM; 1995.

Pichard C, Kyle UG, Bracco D, Slosman DO, Morabia A, Schutz Y. Reference values of fat-free and fat masses by bioelectrical impedance analysis in 3393 healthy subjects. *Nutrition.* 2000; 16:245-54.

Pitanga FJG, Lessa I. indicadores antropométricos de obesidade como instrumento de triagem para risco coronariano elevado em adultos na cidade de Salvador – Bahia. *Arq Bras Cardiol.* 2005; 85(1):26-31.

Rankinen T, Kim S, Pérusse L, Després J, Bouchard C. The prediction of abdominal visceral fat level from body composition and anthropometry: ROC analysis. *Int J Obes*. 1999; 23:801-9.

Rech CR, Silva AT, Lunardi CC, Boher T, Petroski EL. Comparação da absorptometria radiológica de dupla energia, antropometria e impedância bioelétrica na avaliação da composição corporal em mulheres. *Lecturas: Educacion Física y Deportes*. [Revista Digital]. 2005; ano 10:(90). Disponível em: <http://www.efdeportes.com/efd91/antrop.htm>

Román MC, Torres SP, Bellido MC. Bases físicas del análisis de la impedância bioelétrica. *Vox Paediatr*. 1999; 7(2):139-43.

Salem M, Filho JF; Neto CSP. Desenvolvimento e validação de equações antropométricas específicas para a determinação da densidade corporal de mulheres do Exército Brasileiro. *Rev Bras Med Esporte*. 2004; 10(3):141-6.

Sardinha LB, Lohman TG, Teixeira PJ, Guedes DP, Going SB. Comparison of air displacement plethysmography with dual-energy X-ray absorptiometry and 3 field methods for estimating body composition in middle-age men. *Am J Clin Nutr*. 1998; 68:786-93.

Sargeant LA, Bennett FI, Forrester T, Cooper RS, Wilks RJ. Predicting incident diabetes in Jamaica: the role of anthropometry. *Obes Res*. 2002; 10(8):792-8.

Schreiner PJ, Pitkâniemi J, Pekkanen J, Saloma, V. Reliability of near-infrared interactance body fat assessment relative to standard anthropometric techniques. *J Clin Epidemiol*. 1995; 48(11):1361-7.

Segal KR, Loan MV, Fitzgerald PI, Hodgdon JA, Italie TBV. Lean body mass estimation by bioelectrical impedance analysis: a four-site cross-validation study. *Am J Clin Nutr.* 1988; 47:7-14.

Shiwaku K, Anuurad E, Enkhmaa B, Nogi A, Kitajima K, Yamasaki M, Yoneyama T, Oyunsuren T, Yamane Y. Predictive values of anthropometric measurement for multiple metabolic disorders in Asian populations. *Diabetes Res Clin Pract.* 2005; 69(1):52-62.

Siani A, Cappuccio FP, Barba G, Trevisan M, Farinaro E, Iacone R, Russo O, Russo P, Mancini M, Strazzullo P. The relationship of waist circumference to blood pressure: The Olivetti Herat Study. *Am J Hypertens.* 2002; 15(9):780-6.

Sinning WE, Dolny DG, Little KD, Cunningham LN, Racaniello A, Siconolfi SF, Sholes JL. Validity of "generalized" equations for body composition analysis in male athletes. *Med Sci Sports Exer.* 1985; 17(1):124-30.

Slinde F, Rossander-Huthén L. Bioelectrical impedance: effect of 3 identical meals on diurnal impedance variation and calculation of body composition. *Am J Clin Nutr.* 2001; 74:474-8.

Smith DB, Johnson GO, Stout JR, Housh TJ, Housh DJ, Evetovich TK. Validity of near-infrared interactance for estimating relative body fat in female high school gymnasts. *Int J Sports Med.* 1997; 18(7):531-7.

Sönmez K, Akçakoyun M, Akçay A, Demir D, Duran NE, Gençbay M, Degertekin M, Turan F. Which method should be used to determine the obesity, in patients with coronary artery disease? (Body mass index, waist circumference or waist-hip ratio). *Int J Obes.* 2003; 27:341-6.

Souza OF, Neto CSP, Guimarães FJSP. Comparação e validação cruzada de equações antropométricas e de impedância bioelétrica para estimar a massa corporal magra de alunos do NPOR. *Rev Paul Educ Fis.* 1998; 12(2):193-201.

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 Eng J Med.* 1998; 338(1):1-7.

Stolarczyk LM, Heyward VH, Loan MDV, Hicks VL, Wilson WL, Reano LM. The fatness-specific bioelectrical impedance analysis equations of Segal et al: are they generalizable and practical? *Am J Clin Nutr.* 1997; 66:8-17.

Sun G, French CR, Martin GR, Youngusband B, Green RC, Xie Y, Mathews M, Barron JR, Fitzpatrick DG, Gulliver W, Zhang H. Comparison of multifrequency bioelectrical impedance analysis with dual-energy X-ray absorptiometry for assessment of percentage body fat in a large, healthy population. *Am J Clin Nutr.* 2005; 81:74-8.

Sun SS, Chumlea WC, Heymsfield SB, Lukaski HC, Schoeller D, Field K, Kuczmarski RJ, Flegal KM, Johnson CL, Hubbard VS. Development of bioelectrical impedance analysis prediction equations for body composition with the use of a multicomponent model for use in epidemiologic surveys. *Am J Clin Nutr.* 2003; 77:331-40.

Swartz AM, Evans MJ, King GA, Thompson DL. Evaluation of a foot-to-foot bioelectrical impedance analyzer in highly active, moderately active and less active young men. *Br J Nutr.* 2002; 88:205-10.

Thomas DW, Ryde SJS, Ali PA, Birks JL, Evans CJ, Saunders NH, Al-Zeiback S, Dutton J, Hancock DA. The performance of an infra-red interactance instrument for assessing total body fat. *Physiol Meas.* 1997; 18:305-15.

Utter AC, Nieman DC, Ward AN, Butterworth DE. Use of the leg-to-leg bioelectrical impedance method in assessing body-composition change in obese women. *Am J Clin Nutr.* 1999; 69:603-7.

Vehrs P, Jr Morrow JR, Butte N. Reliability and concurrent validity of Futrex and bioelectrical impedance. *Int J Sports Med.* 1998; 19(8):560-6.

Velásquez-Meléndez G, Kac G, Valente JG, Tavares R, Silva CQ, Garcia ES. Evaluation of waist circumference to predict general obesity and arterial hypertension in women in Greater Metropolitan Belo Horizonte, Brazil. *Cad. Saude Publica.* 2002; 18(3):765-71.

Vikram NK, Pandey RM, Misra A, Sharma R, Devi JR, Khana N. Non-obese (body mass index < 25kg/m²) Asian Indians with normal waist circumference have high cardiovascular risk. *Nutrition.* 2003; 19(6):560-62.

Wang J, Deurenberg P. The validity of predicted body composition in Chinese adults from anthropometry and bioelectrical impedance in comparison with densitometry. *Br J Nutr.* 1996; 76:175-82.

Wienpahl J, Ragland DR, Sidney S. Body mass index and 15-year mortality in a cohort of black men and women. *J Clin Epidemiol.* 1990; 43(9):949-60.

Witt KA, Bush EA. College athletes with an elevated body mass index often have a high upper arm muscle area, but not elevated triceps and subscapular skinfolds. *J Am Diet Assoc.* 2005; 105(4):599-602.

Woo S, Shin S, Yun YH, Yoo T, Huh B. Cut-off point of BMI and obesity-related comorbidities and mortality in middle-aged. *Obes Res.* 2004; 12(12):2031-40.

World Health Organization (WHO). *Life in the 21st century: A vision for all.* Geneva: WHO; 1998.

Yao M, Roberts SB, Ma G, Pan H, Mccrory MA. Field methods for body composition assessment are valid in healthy Chinese adults. *J Nutr.* 2002; 132:310-7.

Comparação das estimativas de gordura corporal obtidas por medidas antropométricas, bioimpedância elétrica e interactância de infravermelho em homens adultos.

Resumo

A avaliação da composição corporal é de extrema importância na avaliação do estado de saúde de indivíduos e populações, sendo fundamental que os profissionais de saúde utilizem métodos de fácil acesso e utilização, e que forneçam estimativas acuradas da composição corporal. O presente trabalho teve como objetivo comparar o percentual de gordura corporal de homens adultos obtido por diferentes métodos de avaliação da composição corporal utilizando a bioimpedância elétrica tetrapolar (BIA) como método de referência. O estudo foi do tipo transversal, realizado na Divisão de Saúde da Universidade Federal de Viçosa durante os meses de fevereiro a outubro de 2005. A amostra foi constituída de 98 homens saudáveis com idade entre 20 e 58 anos. A avaliação foi realizada pela manhã e recomendou-se aos voluntários, jejum de 10h, não consumir álcool nas 48h anteriores ao teste e não praticar atividade física 12h anteriores ao teste. A avaliação antropométrica incluiu medidas de peso, altura, circunferências e dobras cutâneas. A composição corporal foi avaliada por equações antropométricas preditivas, por meio de interactância de infravermelho próximo (Futrex-5000[®]), bioimpedância elétrica bipolar (Tanita TBF-531[®]) e tetrapolar (Biodynamics modelo 310[®]). O desempenho dos métodos foi avaliado por testes de comparação de médias, correlação e pelo método de Bland & Altman (1986). Dos métodos avaliados, os que não apresentaram médias significativamente diferentes em relação à

BIA foram: Tanita TBF-531[®], Futrex-5000[®] e as equações de Guedes (1985), Petroski (1995), Jackson & Pollock (1978) (n^o2) e (n^o4), Lean et al. (1996) e Gallagher et al. (2000). Entretanto, ao analisar os erros individuais pelo teste de Bland & Altman, constatou-se que os métodos que apresentaram melhor desempenho foram a equação de Jackson & Pollock (1978) (n^o2) que utiliza o somatório de 7 dobras cutâneas, idade, circunferência da cintura e do braço e a Tanita TBF-531[®]. Em nível individual, o risco de erros nas estimativas de gordura corporal foi considerável e variou bastante entre os métodos avaliados, demonstrando a importância da realização de estudos de validação de representatividade nacional e a necessidade de bastante cautela ao utilizar estas equações nas estimativas de gordura corporal.

Palavras-chave: antropometria, composição corporal, equações de predição, adultos.

1. Introdução

A antropometria e a avaliação da composição corporal são fundamentais na avaliação nutricional de indivíduos e populações, já que, permitem avaliar a distribuição e a proporção dos compartimentos corporais, além de, fornecerem informações que podem indicar o risco de alterações metabólicas e doenças associadas à obesidade (Han et al., 1995; Carneiro et al., 2003; Cercato et al., 2004).

Vários estudos demonstram que a quantidade de tecido adiposo e sua distribuição corporal estão associadas a elevados níveis de pressão arterial, dislipidemia, com concentrações elevadas de triglicérides e reduzidas de HDL, intolerância à glicose e resistência insulínica, os quais contribuem para a elevação do risco cardiovascular (Walton et al., 1995; Von Eyben et al., 2003).

Existem vários métodos de análise da composição corporal que podem ser divididos em diretos, indiretos e duplamente indiretos. A dissecação de cadáveres é considerada um método direto de análise da composição corporal. Métodos como tomografia computadorizada, ressonância magnética, medida de absorção do raio X de dupla energia (DEXA) e pesagem hidrostática são considerados indiretos, sendo os dois últimos utilizados como métodos “padrão-ouro” para validação de outros métodos. Os métodos duplamente indiretos incluem a bioimpedância elétrica, interactância de infravermelho próximo e dobras cutâneas. A escolha do método a ser utilizado dependerá de quais compartimentos corporais se pretende determinar, e de aspectos como custo, validade, aplicabilidade do método e grau de treinamento necessário ao avaliador (Brodie et al., 1998; Ellis, 2000; Heyward, 2001).

De todas as técnicas utilizadas na avaliação da composição corporal, as medidas de dobras cutâneas se destacam por sua ampla utilização pelos profissionais de saúde, e pelo baixo custo e facilidade. Entretanto, é importante destacar a necessidade de um avaliador bem treinado para a obtenção de medidas acuradas, e as dificuldades de coleta destas medidas em indivíduos com excesso de gordura corporal.

A bioimpedância elétrica é um outro método que pode ser utilizado na avaliação dos compartimentos corporais e que têm apresentado menores erros de estimativas da composição corporal do que as equações de dobras cutâneas mais utilizadas em nosso país, que são as de Durnin & Wormersley (1974), de Jackson & Pollock (1978) e Jackson et al. (1980) (Stolarczyk et al., 1997; Sardinha et al., 1998).

Apesar de ser um método de fácil utilização, não invasivo, e de alta reprodutibilidade, a bioimpedância elétrica pode ter a acurácia prejudicada em situações como, ingestão de álcool e atividade física intensa, realizadas previamente ao teste, presença de edema ou retenção hídrica (Kushner et al., 1996), obesidade (Gray et al., 1989; Deurenberg, 1996; Baumgartner et al., 1998) e ingestão prévia de refeições (Slinde & Rossander-Hulthén, 2001).

Outro método de custo relativamente baixo, que tem sido utilizado menos frequentemente, é a interactância de infravermelho próximo (Conway et al., 1984). Os estudos revelam que este método apresenta baixa reprodutibilidade, além de, superestimar a gordura corporal em indivíduos com percentuais mais baixos de gordura corporal e subestimar em indivíduos com percentuais mais elevados (Schreiner et al., 1995; Smith et al., 1997; Vehrs et al., 1998, Panotopoulos et al., 2001).

No Brasil, não existe nenhuma recomendação sobre qual método

duplamente indireto seria melhor para avaliação da composição corporal. Considerando que a bioimpedância elétrica é um método que pode ser aplicado, tanto em escala individual, quanto populacional, e que a mesma fornece informações mais acuradas da composição corporal comparada a outros métodos, como dobras cutâneas, o presente trabalho teve como objetivo comparar o percentual de gordura corporal de homens adultos obtido por diferentes métodos de avaliação da composição corporal, utilizando a bioimpedância elétrica tetrapolar como método de referência.

2. Metodologia

2.1. Casuística

Trata-se de um estudo epidemiológico, analítico, de caráter transversal, realizado na Divisão de Saúde da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa (MG), durante os meses de fevereiro a outubro de 2005.

A amostra foi obtida por livre demanda e constituída de 98 homens segundo os critérios de inclusão (sexo masculino; idade entre 20 e 60 anos e IMC < 30kg/m²) e de exclusão (presença de doenças crônicas auto-referidas, como hipertensão, diabetes; situações como anasarca e edema periférico, indivíduos em diálise; uso de medicamentos que pudessem afetar a composição corporal, tais como, diuréticos, corticosteróides, β -bloqueadores; amputação ou paralisia de membros; alcoolismo, tabagismo, utilização de marcapasso, raça negra ou oriental).

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFV e todos os indivíduos foram esclarecidos sobre os procedimentos da coleta antes de assinarem o termo de consentimento.

2.2. Avaliação antropométrica e da composição corporal

Todas as avaliações forem realizadas pela manhã e recomendou-se aos voluntários, jejum de 10 horas, não consumir álcool nas 48 horas anteriores ao teste e não praticar atividade física 12 horas anteriores ao teste.

Peso, estatura e circunferências.

A avaliação antropométrica incluiu medidas de peso, altura, e circunferências corporais. O peso foi aferido em balança digital, com capacidade máxima de 150 kg e divisão de 100 g, segundo as normas preconizadas por Jelliffe (1966), com os indivíduos descalços, e usando apenas um short. A estatura foi aferida com estadiômetro fixo a uma parede sem rodapé, com extensão de 2,00 m, dividido em centímetros, e subdividido em milímetros, com visor de plástico e esquadro acoplado a uma das extremidades, segundo as normas preconizadas por Jelliffe (1966). O índice de massa corporal (IMC) foi calculado com as medidas de peso e altura por meio da fórmula: $IMC = \text{Peso (kg)} / \text{Altura}^2 \text{ (m)}$, e a classificação do estado nutricional foi feita segundo os pontos de corte preconizados pela WHO (1998).

As circunferências foram obtidas com uma fita flexível e inelástica, segundo as técnicas propostas por Callaway et al. (1988) descritos a seguir.

- Cintura: foi obtida na menor curvatura localizada entre as costelas e a crista ilíaca, mantendo a fita métrica justa sem comprimir os tecidos. A leitura foi feita entre uma expiração e uma inspiração.

- Quadril: foi obtida colocando-se a fita ao redor da região do quadril, na área de maior protuberância, sem comprimir a pele.

- Braço: foi obtida no braço não dominante, no ponto médio entre o acrômio e o olécrano.

- Coxa: foi obtida do lado direito do corpo no nível médio da coxa, entre a linha inguinal e a borda proximal da patela.

- Panturrilha: foi obtida do lado direito do corpo com as pernas relaxadas no perímetro máximo do músculo da panturrilha.

A distribuição da gordura corporal foi avaliada pela circunferência da

cintura e pela relação cintura-quadril (RCQ) que foi obtida pela divisão da circunferência da cintura pela circunferência do quadril.

Medidas de dobras cutâneas

As medidas das dobras cutâneas foram feitas em triplicata por um mesmo avaliador no lado direito do corpo com um compasso da marca Lange que exerce pressão constante de 10g/mm².

Foram obtidas as medidas das seguintes dobras cutâneas: coxa medial, panturrilha, axilar média, torácica, tricipital, bicipital, subescapular, abdominal horizontal, supra-ilíaca, segundo as técnicas de Heyward & Stolarczyk (2000). A descrição anatômica de cada local é apresentada a seguir.

- Dobra cutânea bicipital (DB): a medida foi realizada na face anterior do braço no ponto médio entre o processo acromial da escápula e o olécrano da ulna.

- Dobra cutânea tricipital (DT): a medida foi realizada na face posterior do braço no ponto médio entre o processo acromial da escápula e o olécrano da ulna.

- Dobra cutânea subescapular (DSE): a medida foi realizada obliquamente ao eixo longitudinal do corpo logo abaixo do ângulo inferior da escápula.

- Dobra cutânea supra-ilíaca (DSI): a medida foi obtida acima da crista-ilíaca no sentido oblíquo ao eixo longitudinal do corpo.

- Dobra cutânea abdominal horizontal (DAB): a medida foi localizada 3 centímetros à lateral direita e 1 cm abaixo ao centro da cicatriz umbilical.

- Dobra cutânea axilar média (DAM): a medida foi realizada no ponto de intersecção entre a linha axilar média e uma linha imaginária transversal na

altura do apêndice xifóide do esterno. A medida foi realizada obliquamente ao eixo longitudinal do corpo, com o braço do avaliado deslocado para trás, a fim de facilitar a obtenção da medida.

- Dobra cutânea torácica (TO): foi obtida obliquamente ao eixo longitudinal do corpo na metade da distância entre a linha axilar anterior e o mamilo.

- Dobra cutânea da coxa medial (DCX): a medida foi realizada na parte anterior da coxa, no ponto médio entre a linha inguinal e a borda proximal da patela. O peso do corpo foi transferido para o pé esquerdo e a medida coletada na perna direita.

- Dobra cutânea da panturrilha (DPA): a medida foi realizada na circunferência máxima da panturrilha com o indivíduo sentado mantendo o joelho e o quadril em um ângulo de 90°.

As medidas das dobras cutâneas foram utilizadas para o cálculo da densidade corporal (DC) e do percentual de gordura corporal por diversas fórmulas preditivas demonstradas a seguir.

Durnin & Wormersley (1974):

Para o cálculo da densidade corporal (DC) utilizou-se a soma das quatro dobras cutâneas (DB, DT, DSE, DSI) e os coeficientes C e M específicos de acordo com a faixa etária (quadro 1) pela seguinte equação específica:

$$DC = C - M \times \log_{10} (DB + DT + DSE + DSI)$$

Quadro 1 – Coeficientes C e M para a soma das quatro dobras cutâneas, segundo Durnin & Wormersley.

Idade (anos)	17-19	20-29	30-39	40-49	50+
C	1,1620	1,1631	1,1422	1,1620	1,1715
M	0,0630	0,0632	0,0544	0,0700	0,0779

Fonte: Durnin & Wormersley (1974).

Calculou-se também a densidade corporal obtida pela fórmula generalizada para o sexo masculino:

$$DC = 1,1765 - 0,0744 \times \log_{10} (DB + DT + DSE + DSI)$$

Para converter a densidade corporal em percentual de gordura corporal (%GC) utilizou-se a equação de (Siri, 1961): %GC = (4,95/DC) - 4,5 x 100

Jackson & Pollock (1978):

Foram utilizadas as somas de três (DTO, DAB, DCX) e de sete dobras cutâneas (DAM, DTO, DAM, DT, DSE, DAB, DSI, DCX). A densidade corporal foi calculada por meio das equações apresentadas na tabela 2.

Quadro 2 – Equações de regressão generalizadas para predição da densidade corporal (DC) de homens adultos com idade entre 18 e 61 anos.

Nº	Soma de 7 dobras cutâneas
1	$DC = 1,11200000 - 0,00043499 (X_1) + 0,00000055 (X_1)^2 - 0,00028826 (X_3)$
2	$DC = 1,10100000 - 0,00041150 (X_1) + 0,00000069 (X_1)^2 - 0,00022631 (X_3) - 0,0059239 (X_4) + 0,0190632 (X_5)$
Soma de 3 dobras cutâneas	
3	$DC = 1,1093800 - 0,0008267 (X_2) + 0,0000016 (X_2)^2 - 0,0002574 (X_3)$
4	$DC = 1,0990750 - 0,0008209 (X_2) + 0,0000026 (X_2)^2 - 0,0002017 (X_3) - 0,005675 (X_4) + 0,018586 (X_5)$

FONTE: Jackson & Pollock (1978).

X₁ = Soma das dobras cutâneas: torácica, axilar, tricipital, subescapular, abdominal, supra-ílica, coxa frontal; X₂ = Soma das dobras cutâneas da coxa, torácica e abdômen; X₃ = Idade; X₄ = Circunferência da cintura; X₅ = Circunferência do antebraço.

Para converter DC em %GC utilizou-se a equação de Siri (1961): %GC = (4,95/DC) - 4,5 x 100

As demais equações utilizadas para estimar a gordura corporal são apresentadas na quadro 3.

Quadro 3 – Equações de predição da gordura corporal.

Referência	Equação
Guedes (1985)	$DC = 1,17136 - 0,06706 \times \log_{10}(X_1)$
Petroski (1995)	$DC = 1,10726863 - 0,00081201 (X_2) + 0,00000212 (X_2)^2 - 0,00041731 (\text{idade})$
Deurenberg et al. (1990)	$\%GC = (1,2 \times IMC) - (10,8 \times 1) + (0,23 \times \text{idade}) - 5,4$
Lean et al. (1996)	$\%GC = (0,567 \times CC) + (0,101 \times \text{idade}) - 31,8$
Gallagher et al. (2000)	$\%GC = 64,5 - 848 \times (1/IMC) + (0,079 \times \text{idade}) - (16,4 \times 1) + (0,05 \times 1 \times \text{idade}) + (39 \times 1 \times (1/IMC))$

DC: densidade corporal; %GC: percentual de gordura corporal; CC: circunferência da cintura (cm); IMC: índice de massa corporal; X_1 : DAB + DTO + DSI; X_2 : DSE + DTO + DSI + DPA. Para converter DC em %GC utilizou-se a equação de Siri (1961): $\%GC = (4,95/DC) - 4,5 \times 100$

Método de bioimpedância elétrica: tetrapolar e bipolar.

Para a análise da composição corporal por bioimpedância elétrica seguiu-se o protocolo apresentado no quadro 4. Apesar do fabricante recomendar 4 horas de jejum foram utilizadas 10 horas de jejum segundo recomendações de Slinde & Rossander-Hulthén (2001).

Quadro 4 - Protocolo para a realização do teste de impedância.

Jejum absoluto por 10 horas antes do teste.
Não fazer exercícios nas 12 horas anteriores ao teste.
Urinar 30 minutos antes de fazer o teste.
Não consumir álcool 48hs antes do teste

Modificado de Heywrad & Stolarczyk (2000).

A análise de bioimpedância elétrica tetrapolar (BIA) foi realizada com o aparelho *Biodynamics* modelo 310[®] (figura 1), e obtida com o indivíduo deitado sobre uma superfície não condutora, 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 para o posicionamento dos mesmos. 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, de acordo com as instruções do manual do fabricante.



Figura 1 – Bioimpedância elétrica tetrapolar Biodynamics modelo 310®.

A análise de bioimpedância elétrica bipolar foi realizada em aparelho do tipo plataforma TANITA modelo TBF-531® (figura 2) contendo sensores metálicos para posicionamento da superfície plantar dos pés, que foi limpa com álcool anteriormente ao teste. Os dados de altura, idade e sexo do indivíduo foram armazenados no aparelho e em seguida o indivíduo se posicionou para a mensuração do percentual de gordura corporal.



Figura 2 – Bioimpedância elétrica bipolar Tanita modelo TBF-531®.

Método de Interactância de Infravermelho

As medidas foram realizadas com o aparelho Futrex-5000[®] (figura 3), no braço direito, sendo que o local da medida no bíceps foi selecionado no ponto médio entre o acrômio e a fossa antecubital utilizando-se uma fita métrica flexível e inelástica. Após a marcação do ponto de realização da medida, colocou-se um aparato contendo uma abertura para o encaixe da fonte do raio infravermelho, e armazenaram-se os dados do indivíduo (idade, sexo, peso, estatura e tipo de estrutura óssea) necessários para a mensuração. O bastão de NIR, com seu anteparo de luz e um disco de espuma protetor, foi posicionado firmemente e perpendicularmente ao local da medida no momento da leitura. Realizaram-se três medidas, considerando como resultado final a média das duas medidas mais próximas.



Figura 3 – Analisador de interactância de infravermelho próximo Futrex-5000[®].

A análise do tipo de estrutura óssea necessária para a avaliação da composição corporal pela interactância de infravermelho foi realizada através da divisão da altura em centímetros pela circunferência do punho em centímetros (quadro 5). A circunferência do punho foi obtida com o cúbito flexionado a 90°, braço na vertical próximo ao tronco, e antebraço pronado, ao redor dos processos estilóides do raio e ulna (Wilmore et al., 1988).

Quadro 5 – Classificação do tipo de estrutura óssea.

Tipo de estrutura óssea	Pequena	Média	Grande
Homens	> 10,4	10,4 - 9,6	< 9,6

Todas as medidas foram realizadas na mesma sessão para evitar que variações nas condições ambientais ou biológicas afetassem o resultado. Realizou-se primeiro as medidas antropométricas e posteriormente as análises da composição corporal.

2.3. Análises Estatísticas

Os dados obtidos foram analisados no programa *SPSS* versão 10.0. Todas as variáveis foram testadas quanto a sua normalidade pelo teste de *Kolmogorov-Smirnov*. Para as variáveis que apresentaram distribuição normal utilizou-se a correlação de *Pearson* e o teste t pareado. Quando as variáveis não apresentaram distribuição normal utilizou-se a correlação de *Spearman* e o teste de *Wilcoxon*. Adotou-se como nível de significância estatística o valor de p menor que 0,05. A concordância entre os métodos foi verificada pelo teste de Bland & Altman (1986) e pelos critérios sugeridos por Lohman (1992): a) correlação $\geq 0,80$; b) ausência de diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) entre o valor estimado e o de referência e, c) erro padrão da estimativa (EPE) $< 3,5\%$ de gordura corporal.

3. Resultados e Discussão

A amostra avaliada foi composta por 98 homens adultos. Na tabela 1 são apresentadas as características antropométricas e de composição corporal. A maioria dos indivíduos era jovem, na faixa etária de 20 a 29 anos representando 50% da amostra. Dos homens avaliados, 36,7% apresentaram sobrepeso e 18,4%, obesidade abdominal (CC \geq 94 cm).

Tabela 1 – Características antropométricas e composição corporal de homens adultos.

Variáveis	Média	DP	Mediana	Mínimo e Máximo
Idade (anos)*	33,33	10,76	29,50	20,00 – 58,00
IMC (kg/m ²)	24,01	2,81	23,99	17,32 – 29,67
CB (cm)	30,98	2,74	31,20	23,6 – 37,2
CC (cm)	84,76	9,54	84,50	65,2 – 106,8
CQ (cm)	98,11	5,39	98,00	87,2 – 112,8
CCX (cm)*	54,50	3,83	54,60	45,6 – 64,4
CPA (cm)*	37,90	3,83	38,00	32,0 – 65,4
RCQ	0,86	0,07	0,85	0,75 – 1,08
DT (mm)*	11,85	3,79	11,74	4,83 – 23,16
DB (mm)*	6,05	2,23	5,66	2,83 – 11,66
DSE (mm)	18,29	6,16	17,58	5,00 – 33,66
DSI (mm)	14,21	5,53	14,08	4,66 – 33,00
DAB (mm)	28,99	9,96	29,66	8,50 – 49,66
DAX (mm)	15,93	6,87	14,74	5,16 – 33,33
DTO (mm)	12,89	5,63	12,41	3,83 – 30,33
DCX (mm)	16,22	5,84	15,66	5,50 – 31,16
DPA (mm)*	8,54	3,22	7,83	3,00 – 18,33
%GCBIA (%)*	19,23	5,37	20,35	3,80 – 28,60

IMC: índice de massa corporal; CB: circunferência do braço; CC: circunferência da cintura; CQ: circunferência do quadril; CCX: circunferência da coxa; CPA: circunferência da panturrilha; RCQ: relação cintura-quadril; DT: dobra cutânea triptal; DB: dobra cutânea bicipital; DSE: dobra cutânea subescapular; DSI: dobra cutânea supra-ilíaca; DAB: dobra cutânea abdominal; DAX: dobra cutânea axilar média; DTO: dobra cutânea torácica; DCX: dobra cutânea da coxa medial; DPA: dobra cutânea da panturrilha; %GCBIA: percentual de gordura corporal por BIA.

*Variáveis que não apresentaram distribuição normal.

Na tabela 2 são apresentadas as médias e desvio-padrão, bem como, a mediana de percentual de gordura corporal obtido pelos métodos utilizados. O único método que apresentou coeficiente de correlação $\geq 0,80$ foi a Tanita TBF-531[®], provavelmente, pelo fato de ser baseado no mesmo princípio físico da BIA. Das equações preditivas, a de Gallagher et al. (2000), que utiliza o IMC como variável preditora da gordura corporal, e a de Lean et al. (1996), que utiliza a circunferência da cintura, foram as que apresentaram maiores coeficientes de correlação, 0,794 e 0,790, respectivamente.

Tabela 2 – Médias \pm desvio-padrão e medianas de percentual de gordura corporal e correlação entre métodos de avaliação da composição corporal utilizando a bioimpedância elétrica tetrapolar como método de referência.

Métodos	n	M \pm DP (%)	Md (%)	r ¹	P ¹
BIA*	98	19,23 \pm 5,37	20,35		-
Tanita TBF-351 [®]	98	18,95 \pm 5,78	18,50	0,815	p<0,001
D&W GE	98	20,89 \pm 4,50	21,62	0,676	p<0,001
D&W ES	98	20,93 \pm 5,41	21,23	0,760	p<0,001
J&P (n°1)	98	17,32 \pm 5,38	17,74	0,761	p<0,001
J&P (n°3)	98	17,54 \pm 5,61	18,08	0,691	p<0,001
J&P (n°4)	98	19,07 \pm 4,67	19,73	0,700	p<0,001
Guedes (1985)*	98	18,69 \pm 5,11	19,51	0,691	p<0,001
Petroski (1995)	93	18,28 \pm 4,71	18,41	0,670	p<0,001
Lean et al. (1996)	98	19,62 \pm 6,12	19,05	0,790	p<0,001
Gallagher et al. (2000)	98	18,37 \pm 4,83	18,84	0,794	p<0,001
Deurenberg et al. (1980)	98	20,39 \pm 4,93	20,21	0,741	p<0,001
Futrex-5000 [®] *	95	18,75 \pm 9,17	18,30	0,467	p<0,001
J&P (n°2)	98	18,69 \pm 4,50	19,18	0,771	p<0,001

BIA: bioimpedância elétrica tetrapolar; D&W GE: Durnin & Wormersley Generalizada (1974); D&W ES: Durnin & Wormersley Específica (1974); J&P: Jackson & Pollock (1978); M: média; DP: desvio padrão; Md: mediana; r: coeficiente de correlação.

* Variáveis que não apresentaram distribuição normal

¹ Coeficiente de Correlação de *Spearman*

As diferenças médias e os limites de concordância de percentual de gordura corporal entre os métodos são mostrados na tabela 3. Também é apresentado o percentual de indivíduos que apresentaram erro padrão da estimativa (EPE) maior ou igual a 3,5% baseado nos gráficos de Bland & Altman (1986) apresentados em seguida.

Dos métodos avaliados, aqueles que não apresentaram diferenças estatisticamente significantes em relação à BIA foram: Tanita TBF-531[®], Futrex-5000[®] e as equações de Guedes (1985), Petroski (1995), Jackson & Pollock (n°2) e (n°4), Lean et al. (1996) e Gallagher et al. (2000).

A equação de Jackson & Pollock (n°4) ($d = -0,156\%$; $p > 0,05$), a Tanita TBF-531[®] ($d = -0,281\%$, $p > 0,05$) e a equação de Lean et al. (1996) ($d = 0,397\%$, $p > 0,05$) foram os métodos que apresentaram as menores diferenças médias. Os métodos que apresentaram o menor percentual de indivíduos com EPE maior ou igual a 3,5% foram a equação de Jackson & Pollock (n°2) e a Tanita TBF-531[®] (tabela 3).

Apesar de não terem apresentado diferenças médias significantes de percentual de gordura corporal em relação à BIA, o Futrex-5000[®] foi o método com maior percentual de indivíduos (62,10%) com EPE maior ou igual a 3,5% (figura 4-A), seguido pelas equações de Durnin & Wormersley Generalizada (41,83%) e de Jackson & Pollock (n°3) (40,81%).

A Tanita TBF-531[®] e a equação de Jackson & Pollock (n°2) foram os métodos que apresentaram melhor desempenho por apresentaram o menor percentual de indivíduos com EPE maior ou igual a 3,5% dos métodos avaliados e por não terem apresentado diferenças significantes quando comparados à BIA. Este resultado pode ser explicado pelo fato da Tanita TBF-531[®] utilizar o mesmo princípio físico da BIA e as mesmas variáveis (idade,

peso, altura, sexo), e no caso da equação de Jackson & Pollock (n°2) pelo fato da mesma utilizar um maior número de número de variáveis antropométricas (Σ 7DC, CC e CB) em relação às outras equações.

Tabela 3 – Diferenças médias e erro padrão da estimativa dos métodos de avaliação da composição corporal utilizando a bioimpedância elétrica tetrapolar como método de referência.

Métodos	n	Dif. Média (%)	p	IC (95%)	EPE \geq 3,5% ^c
BIA	98	-		-	-
J&P (n°2)	98	-	> 0,05 ^b	-	25,51
Tanita TBF-531 [®]	98	- 0,281	> 0,05 ^a	-0,97 – 0,41	26,53
J&P (n°1)	98	-1,906	< 0,001 ^a	-2,60 – -1,20	31,63
Gallagher et al. (2000)	98	-0,857	> 0,05 ^a	-1,59 – -0,11	31,63
J&P (n°4)	98	- 0,156	> 0,05 ^a	-0,87 – 0,56	31,63
Petroski (1995)	93	-0,802	> 0,05 ^a	-1,49 – -0,11	33,33
Lean et al. (1996)	98	0,397	> 0,05 ^a	-0,40 – 1,20	33,67
D&W ES	98	1,701	< 0,001 ^a	0,97 – 2,43	35,71
Guedes (1985)	98	-0,539	> 0,05 ^a	-1,32 – 0,24	36,73
Deurenberg et al. (1980)	98	1,163	< 0,01 ^a	0,41 – 1,90	37,75
J&P (n°3)	98	-1,684	< 0,001 ^a	-2,48 – -0,88	40,81
D&W GE	98	1,661	< 0,001 ^a	0,90 – 2,41	41,83
Futrex-5000 [®]	95	-	> 0,05 ^b	-	62,10

BIA: bioimpedância elétrica tetrapolar; D&W GE: Durnin & Wormersley Generalizada; D&W ES: Durnin & Wormersley Específica; J&P: Jackson & Pollock; Dif. Média: diferença média; IC: intervalo de confiança; EPE: erro padrão da estimativa (grau de desvio dos dados individuais).

^a Teste t pareado (comparação de médias).

^b Teste de Wilcoxon (comparação de medianas).

^c Porcentagem de indivíduos com EPE \geq 3,5%.

Pode-se observar na tabela 4 que, de maneira geral, porcentagem de indivíduos com erro padrão da estimativa maior ou igual a 3,5% elevou-se entre as equações baseadas em medidas de dobras cutâneas à medida que se diminuía o número das mesmas, ou quando variáveis como idade e

circunferências não estavam presentes em algumas equações.

O Futrex foi o método com maior inadequação, provavelmente, pelo fato de se basear na avaliação da composição corporal por infravermelho e utilizar apenas um local anatômico (bíceps) para estimar a gordura. Além disso, questões relacionadas à sua própria validação, como pequena amostra (n=17) e a utilização apenas de testes de correlação para verificar a sua acurácia podem justificar os erros encontrados.

Na literatura encontraram-se poucos trabalhos comparando a BIA com outros métodos como no nosso estudo. No estudo de Williams & Bale (1998), por exemplo, não foram encontradas diferenças significantes entre os percentuais de gordura corporal obtidos por BIA e pela equação de Durnin & Wormersley (1974) em homens e mulheres atletas com idade média de $21,2 \pm 1,2$ anos. Contudo, a amostra estudada por estes autores foi bastante homogênea em termos de idade, estado fisiológico e nível de atividade física, ao contrário de nossa amostra que se apresentou bastante heterogênea em relação a estas características.

Tabela 4 – Variáveis preditivas dos métodos de avaliação da composição corporal e erro padrão da estimativa em homens adultos.

Métodos	n	Variáveis preditivas	EPE ≥ 3,5%^a
BIA	98	Peso + altura + idade	-
J&P (n°2)	98	∑7DC (tricipital, subescapular, supra-ilíaca, abdominal, axilar, torácica, coxa) + CB + CC + idade.	25,51
Tanita TBF-531 [®]	98	Peso + altura + idade.	26,53
J&P (n°1)	98	∑7DC (tricipital, subescapular, supra-ilíaca, abdominal, axilar, torácica, coxa) + idade.	31,63
Gallagher et al. (2000)	98	IMC + idade.	31,63
J&P (n°4)	98	∑3DC (abdominal, torácica, coxa) + CB + CC + idade.	31,63
Petroski (1995)	93	∑4D (subescapular, supra-ilíaca, torácica, panturrilha) + idade.	33,33
Lean et al. (1996)	98	CC + idade.	33,67
D&W ES (1974)	98	∑4DC (bicipital, tricipital, subescapular, supra-ilíaca) + faixa etária.	35,71
Guedes (1985)	98	∑3DC (abdominal, torácica, supra-ilíaca).	36,73
Deurenberg et al. (1980)	98	IMC + idade	37,75
J&P (n°3)	98	∑3DC (abdominal, torácica, coxa) + idade.	40,81
D&W GE (1974)	98	∑4DC (bicipital, tricipital, subescapular, supra-ilíaca).	41,83
Futrex-5000 [®]	95	Peso, altura, estrutura óssea, idade.	62,10

BIA: bioimpedância elétrica tetrapolar; D&W GE: Durnin & Wormersley Generalizada; D&W ES: Durnin & Wormersley Específica; J&P: Jackson & Pollock; CB: circunferência do braço; CC: circunferência da cintura; IMC: índice de massa corporal; DC: dobra cutânea; EPE: erro padrão da estimativa. ^a Porcentagem de indivíduos com EPE ≥ 3,5%.

As figuras de 4 a 10 ilustram as diferenças individuais (EPE) entre a BIA e os demais métodos pelo teste de Bland & Altman (1986). As linhas azuis

pontilhadas indicam EPE maior ou igual a 3,5%, considerado bom segundo os critérios recomendados por Lohman (1992), e as linhas azuis cheias indicam as diferenças médias e os respectivos intervalos de confiança (95%).

Os métodos que tenderam a superestimar o percentual de gordura corporal obtido por BIA foram as equações de Deurenberg et al. (1980) (baseada no IMC) (fig. 5A) e as Durnin & Wormersley (1974) Geral e Específica (baseadas em dobras cutâneas) (fig. 6A e 6B). Os métodos que tenderam a subestimar foram as equações de Gallagher et al. (2000) (baseada no IMC) (fig. 5B); de Guedes (1985) (fig. 7A) e de Petroski (1995) (fig. 7B), que foram validadas no Brasil e as equações número 1, 2 e 3 de Jackson & Pollock (1978) (fig. 8A, 8B e 9A).

Já os métodos Futrex-5000[®] (figura 4-A) e Tanita TBF-531[®] (figura 4-B), e as equações de Jackson & Pollock (n^o4) (figura 9-B) e de Lean et al. (1996) (figura 10) apresentaram diferenças médias mais próximas de zero, entretanto, observa-se uma dispersão muito grande das diferenças individuais, principalmente para o Futrex-5000[®].

Erros individuais são esperados quando diferentes métodos são aplicados para avaliar a composição corporal devido a diferenças entre os princípios físicos dos métodos e entre as amostras de validação, além de diferenças relacionadas ao tratamento estatístico aplicado.

A Tanita, por exemplo, por mais que utilize o mesmo princípio físico e as mesmas variáveis que a BIA, não foi validada na mesma população que a BIA, não utiliza a mesma equação preditiva e é baseada na impedância do segmento inferior do corpo, fatores que já poderiam acarretar diferenças nas estimativas obtidas pelos dois métodos. No caso das equações que utilizam as dobras cutâneas, erros de medidas podem prejudicar a acurácia das

estimativas. As dobras cutâneas da coxa e abdominal, por exemplo, são medidas de difícil avaliação principalmente em indivíduos com excesso de gordura corporal e exigem um maior grau de treinamento do avaliador.

Verificou-se que todos os métodos apresentaram erros individuais importantes, sugerindo bastante cautela na interpretação dos resultados. Diferenças consideráveis como estas também têm sido demonstradas na literatura como no estudo de Piers et al. (2000). Quando são avaliados grupos de indivíduos os erros nas estimativas de gordura corporal são menores.

No estudo de Arroyo et al. (2004), ao contrário do observado em nosso estudo, a equação de Durnin & Wormersley (1974) subestimou o percentual de gordura corporal obtido por BIA em indivíduos com idade entre 18 e 29 anos com uma diferença média de 4,5%, maior que a encontrada em nossa amostra. É importante citar que a BIA utilizada por estes autores é baseada em corrente elétrica de multi-freqüência, ao contrário do modelo aqui utilizado, que adota uma única freqüência e que a amostra compreendeu a faixa etária de 18 a 29 anos com IMC variando de 17,5 a 38,6kg/m², fatores que podem ter contribuído para os diferentes resultados encontrados.

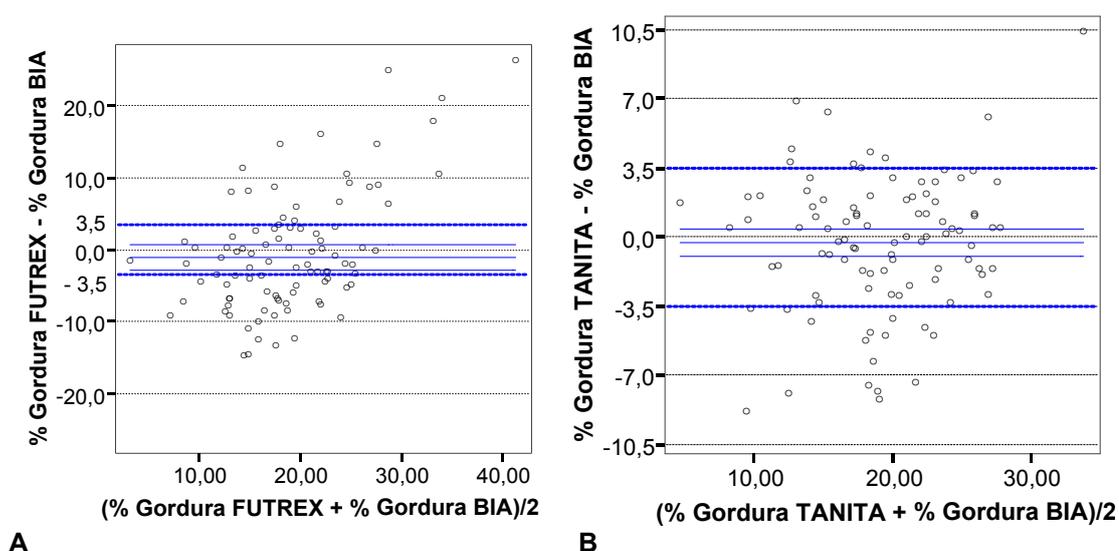


Figura 4 - Diferenças individuais contra a média do percentual de gordura corporal estimado por BIA e pelo Futrex-5000® (A) e Tanita TBF-531® (B).

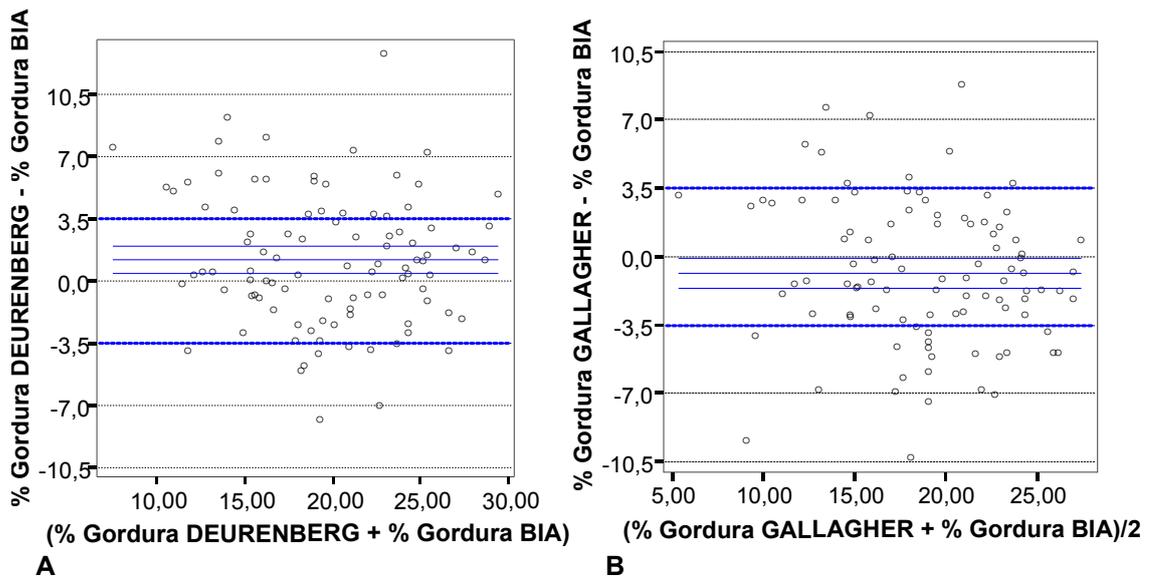


Figura 5 - Diferenças individuais contra a média do percentual de gordura corporal estimado por BIA e pela equação de Deurenberg et al. (1980) (A) e de Gallagher et al. (2000) (B).

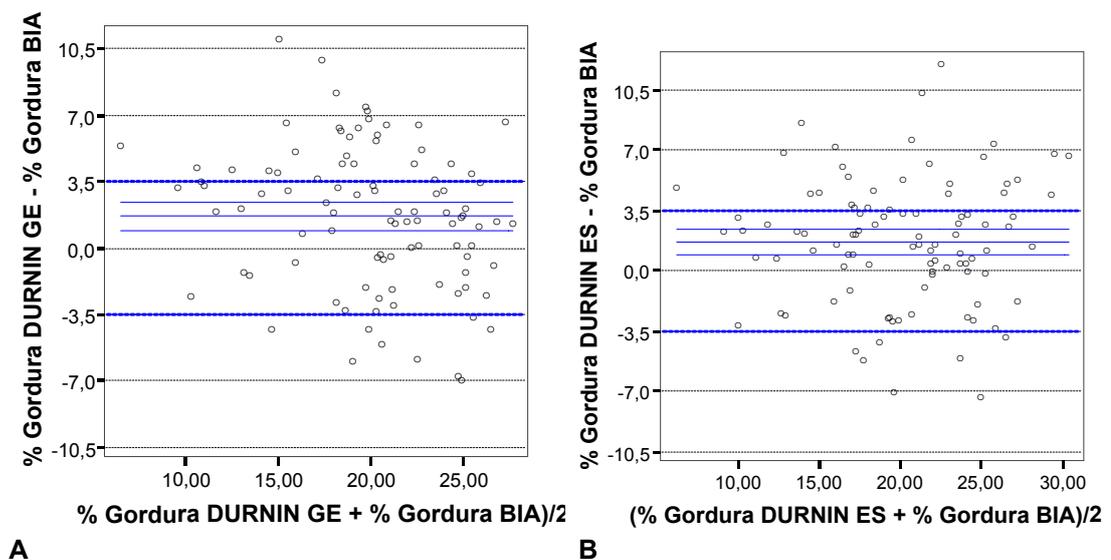


Figura 6 - Diferenças individuais contra a média do percentual de gordura corporal estimado por BIA e pela equação de Durnin & Wormersley Generalizada (1974) (A) e de Durnin & Wormersley Específica (1974) (B).

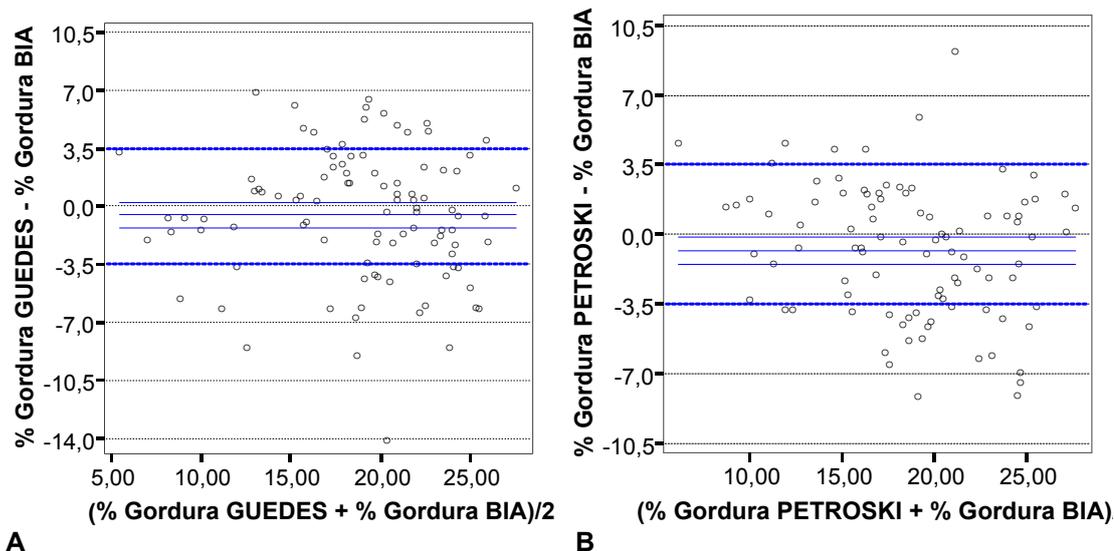


Figura 7 - Diferenças individuais contra a média do percentual de gordura corporal estimado por BIA e pela equação de Guedes (1985) (A) e de Petroski (1995) (B).

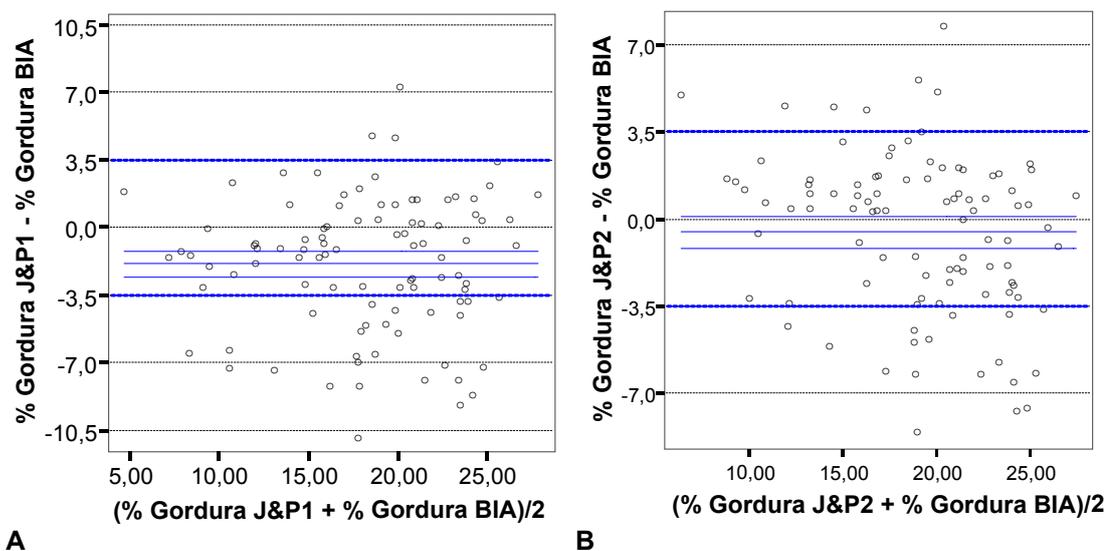


Figura 8 - Diferenças individuais contra a média do percentual de gordura corporal estimado por BIA e pela equação de Jackson & Pollock (n°1) (1978) (A) e de Jackson & Pollock (n°2) (1978) (B).

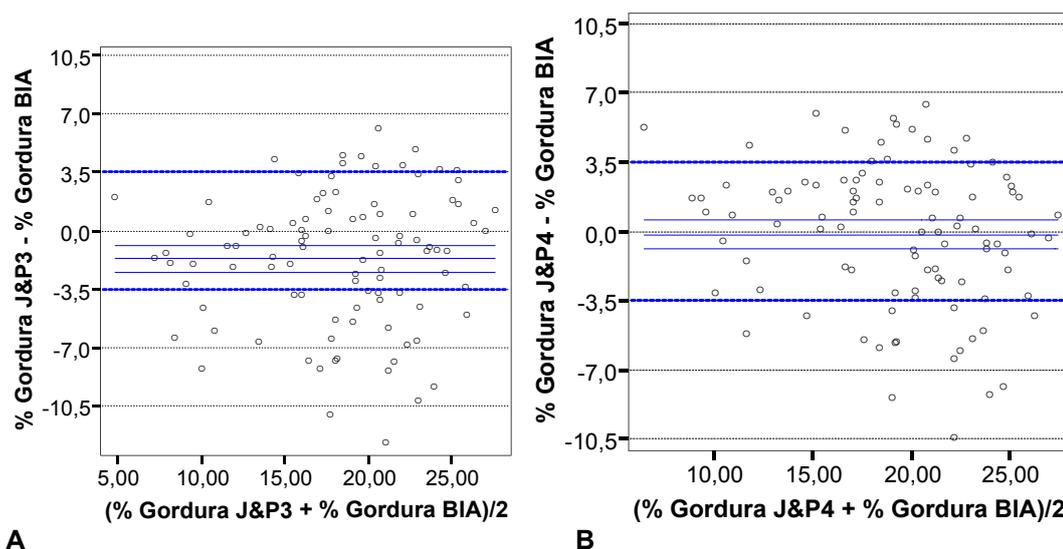


Figura 9 - Diferenças individuais contra a média do percentual de gordura corporal estimado por BIA e pela equação de Jackson & Pollock (n°3) (1978) (A) e de Jackson & Pollock (n°4) (1978) (B).

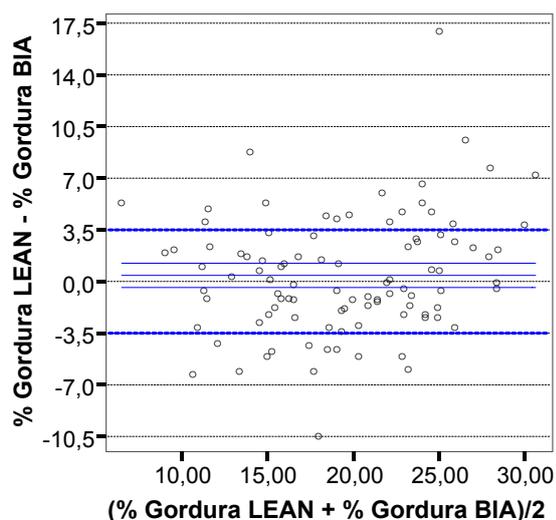


Figura 10 - Diferenças individuais contra a média do percentual de gordura corporal estimado por BIA e pela equação de Lean et al. (1996).

O estudo de Hollander et al. (2005) também utilizou a BIA como método de referência para comparação entre métodos, entretanto foram estudados indivíduos com fibrose cística. Foi verificado para a amostra de 21 homens que a equação de Durnin & Wormersley (1974) baseada no somatório de somente duas dobras cutâneas subestimou o percentual de gordura corporal com

diferença média de 5,5% e que a equação de Deurenberg et al. (1980) superestimou o percentual de gordura corporal com diferença média de 1,7%. A Tanita, assim como no presente estudo, resultou em menores diferenças com uma subestimação média de 1%. Apesar dos autores terem excluído indivíduos com edema, os resultados não podem ser extrapolados para indivíduos saudáveis.

Além das diferenças de etnia e de idade de indivíduos em uma amostra e da adoção de diferentes protocolos, a utilização de diferentes equipamentos pode contribuir para os distintos resultados encontrados na literatura sobre a comparação de métodos de composição corporal. Cyrino et al. (2003) verificaram diferenças significantes na comparação de dois compassos em todas as dobras cutâneas aferidas com valores maiores obtidos pelo compasso Lange comparado ao Cescorf, resultando em diferenças significantes nos percentuais de gordura corporal de 5,2 a 6,9%.

Outros estudos de comparação de métodos de avaliação da composição corporal realizados na Espanha foram encontrados na literatura, entretanto, a comparação com os nossos resultados não foi possível pelo fato de terem utilizado a equação de Durnin & Wormersley (1974) e a equação de Siri (1961) como método de referência para avaliação do percentual de gordura corporal (Moreno et al. 2001; Moreno et al., 2003).

As estimativas da composição corporal por BIA pode diferir de indivíduo para indivíduo devido à diferenças relacionadas às configurações geométricas do corpo, distribuição de fluidos e condições de mensuração, porém em nosso estudo todos os voluntários eram saudáveis, não apresentaram evidências clínicas de edema e desidratação, e não apresentaram alguma doença ou uso de medicamentos que pudessem alterar o balanço hidroeletrólítico.

Além disso, outros fatores que poderiam interferir nas estimativas de BIA como ingestão de alimentos (Slinde & Rossander-Hulthén, 2001), desidratação induzida pelo exercício ou pelo consumo de bebida alcoólica, posição dos eletrodos e posição do corpo (Kushner et al., 1996) foram controlados em nosso estudo, garantindo maior confiabilidade das estimativas obtidas.

4. Conclusão

Como demonstrado pelos resultados de nosso estudo, os métodos que apresentaram melhor desempenho nas estimativas de gordura corporal em homens adultos foram a equação de Jackson & Pollock (n°2) (1978) que utiliza o somatório de 7 dobras cutâneas, idade, circunferência da cintura e do braço, a Tanita TBF-531[®] que apresenta maior facilidade técnica, rapidez e custo relativamente baixo.

Na avaliação da composição corporal por equações baseadas em dobras cutâneas, ressalta-se que aquelas que utilizaram maior combinação de medidas obtiveram melhor desempenho, demonstrando que a avaliação da gordura subcutânea em vários locais do corpo pode refletir melhor a gordura corporal total.

Nossos resultados também demonstram que em nível individual o risco de erros nas estimativas de gordura corporal foi elevado e variou bastante entre os métodos. Recomenda-se, portanto bastante cautela na interpretação dos resultados obtidos em nível individual. Mais estudos com amostras representativas da nossa população são necessários a fim de fornecer maiores informações sobre a validade dos métodos de avaliação da composição corporal e esclarecer qual dos métodos seria mais adequado.

5. Referências Bibliográficas

Arroyo M, Rocandio AM, Ansotegui L, Herrera H, Salces I, Rebato E. Comparison of predicted body fat percentage from anthropometric methods and from impedance in university students. *Br J Nutr.* 2004; 92:827-32.

Baumgartner RN, Ross R, Heymsfield SB. Does adipose tissue influence bioelectric impedance in obese men and women. *J Appl Physiol.* 1998; 84(1):257-62.

Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet.* 1986; 1:307-10.

Brodie D, Moscrip V, Hutcheon R. Body composition measurement: A review of hydrodensitometry, antropometry, and impedance methods. *Nutrition;* 1998; 14(3):296-310.

Callway CW, Chumlea WC, Bouchard C, Himes JH, Lohman TG, Martin AD, Mitchell CD, Mueller WH, Roche AF, Seefeldt VD. Circumferences. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R. *Anthropometric standardization reference manual.* Champaign, IL: Human Kinetics; 1988. p.39-54.

Carneiro G, Faria NA, Filho FFR, Guimarães A, Lerário D, Ferreira SRG, Zanella MT. Influência da distribuição da gordura corporal sobre a prevalência de hipertensão arterial e outros fatores de risco cardiovascular em indivíduos obesos. *Rev Assoc Med Bras.* 2003; 49(3):306-11.

Cercato C, Mancini MC, Arguello AMC, Passos VQ, Villares SMF, Halpern A. Systemic hypertension, diabetes mellitus, and dyslipidemia in relation to body mass index: evaluation of a Brazilian population. *Rev Hosp Clin Fac Med Sao Paulo*. 2004; 59(3):113-8.

Conway JM, Norris KH, Bodwell CE. A new approach for the estimation of body composition: infrared interactance. *Am J Clin Nutr*. 1984; 40:1123-30.

Cyrino ES, Okano AH, Glaner MF, Romanzini M, Gobbo LA, Makoski A, Bruna N, Melo JC, Tassi GN. Impact of the use of different skinfold calipers for the analysis of the body composition. *Rev Bras Med Esporte*. 2003; 9(3):150-3.

Deurenberg P, Weststrate JA, Seidell JC. Body mass index as a measure of body fatness: age- and sex-specific prediction formulas. *Br J Nutr*. 1991; 65:105-14.

Deurenberg, P. Limitations of the bioelectrical impedance method for the assessment of body fat in severe obesity. *Am J Clin Nutr*. 1996; 64(Suppl):S449-52.

Durnin JVGA, Wormersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr*. 1974; 32:77-97.

Ellis KJ. Human body composition: in vivo methods. *Physiol Rev*. 2000; 80:649-80.

Gallagher D, Heymsfield SB, Heo M, Jebb SA, Murgatroyd PR, Sakamoto Y. Health percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *Am J Clin Nutr.* 2000; 72:694-701.

Gray DS, Bray GA, Gemayel N, Kaplan K. Effect of obesity on bioelectrical impedance. *Am J Clin Nutr.* 1989; 50:255-60.

Guedes DP. Estudo da gordura corporal através da mensuração dos valores de densidade corporal e da espessura de dobras cutâneas em universitários. [Dissertação de Mestrado]. Santa Maria: UFSM; 1985.

Han TS, Leer EM, Seidell JC, Lean MEJ. Waist circumference action levels in the identification of cardiovascular risk factors: prevalence study in a random sample. *Br Med J.* 1995; 311:1401-5.

Heyward V, Stolarczyk LM. Avaliação da composição corporal aplicada. São Paulo: Editora Manole: 2000.

Heyward V. ASEP methods recommendation: body composition assessment. *J Exer Physiol.* 2001; 4(4):1-12.

Hollander FM, Roos NM, Vries JHM, Berkhout FTV. Assessment of nutritional status in adult patients with cystic fibrosis: whole-body bioimpedance vs body mass index, skinfolds, and leg-to-leg bioimpedance. *J Am Diet Assoc.* 2005; 105:549-55.

Jackson AS, Pollock ML, Ward ANN. Generalized equations for predicting body density of women. *Med Sci Sports Exerc.* 1980; 12(3):175-82.

Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr.* 1978; 40:497-504.

Jelliffe DB. The assessment of the nutritional status of the community. Geneva, WHO; 1966.

Kushner RF, Gudivaka R, Schoeller DA. Clinical characteristics influencing bioelectrical impedance analysis measurements. *Am J Clin Nutr.* 1996; 64:(Suppl):S423-7.

Lean MEJ, Han TS, Deurenberg P. Predicting body composition by densitometry from simple anthropometric measurements. *Am J Clin Nutr.* 1996; 63:4-14.

Lohman TG. Advances in body composition assessment. Current issues in exercise science series. Monograph n.3. Champaign, IL: Human Kinetics, 1992.

Moreno VC, Gandoy JBG, González MJA. Medición de la grasa corporal mediante impedancia bioeléctrica, pliegues cutáneos y ecuaciones a partir de medidas antropométricas. Análisis comparativo. *Rev Esp Salud Publica.* 2001; 75:221-36.

Moreno VM, Gandoy BG, Otero MO, Cámara AG, González MJA. Grado de acuerdo entre los índices adiposo-musculares obtenidos a partir de medidas antropométricas del brazo, pliegues cutáneos e impedancia bioeléctrica. *Nutr Hosp.* 2003; 18(2):77-86.

Panotopoulos G, Ruiz JC, Guy-Grand B, Basdevant A. Dual x-ray absorptiometry, bioelectrical impedance, and near infrared interactance in obese women. *Med Sci Sports Exerc.* 2001; 33(4):665-70.

Petroski EL. Desenvolvimento e validação de equações generalizadas para a estimativa da densidade corporal em adultos. [Tese de Doutorado], Santa Maria: UFSM; 1995.

Piers LS, Soares MJ, Frandsen SL, O'dea K. Indirect estimates of body composition are useful for groups but unreliable in individuals. *Int J Obes.* 2000; 24:1145-52.

Sardinha LB, Lohman TG, Teixeira PJ, Guedes DP, Going SB. Comparison of air displacement plethysmography with dual-energy X-ray absorptiometry and 3 field methods for estimating body composition in middle-age men. *Am J Clin Nutr.* 1998; 68:786-93.

Schreiner PJ, Pitkâniemi J, Pekkanen J, Saloma, V. Reliability of near-infrared interactance body fat assessment relative to standard anthropometric techniques. *J Clin Epidemiol.* 1995; 48(11):1361-7.

Siri WE. Body composition from fluid space and density. In: Brozek J, Hanschel, A. *Techniques for measuring body composition* Washington, DC: National Academy of Science, 1961. p.223-44.

Slinde F, Rossander-Huthén L. Bioelectrical impedance: effect of 3 identical meals on diurnal impedance variation and calculation of body composition. *Am J Clin Nutr.* 2001; 74:474-8.

Smith DB, Johnson GO, Stout JR, Housh TJ, Housh DJ, Evetovich TK. Validity of near-infrared interactance for estimating relative body fat in female high school gymnasts. *Int J Sports Med.* 1997; 18(7):531-7.

Stolarczyk LM, Heyward VH, Loan MDV, Hicks VL, Wilson WL, Reano LM. The fatness-specific bioelectrical impedance analysis equations of Segal et al: are they generalizable and practical? *Am J Clin Nutr.* 1997; 66:8-17.

Vehrs P, Jr Morrow JR, Butte N. Reliability and concurrent validity of Futrex and bioelectrical impedance. *Int J Sports Med.* 1998; 19(8):560-6.

Von Eyben FE, Mouritsen E, Holm J, Montvilas P, Dimcevski G, Suciu G, Helleberg I, Kristensen L, Von Eyben R. Intra-abdominal obesity and metabolic risk factors: a study of young adults. *Int J Obes.* 2003; 27:941-9.

Walton C, Lees B, Crook D, Godsland IF, Stevenson JC. Relationships between insulin metabolism, serum lipid profile, body fat distribution and blood pressure in healthy men. *Atherosclerosis.* 1995; 118: 35-43.

Williams CA, Bale P. Bias and limits of agreement between hydrodensitometry, bioelectrical impedance and skinfold calipers measures of percentage body fat. *Eur J Appl Physiol.* 1998; 77:271-7.

World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation. Geneva: World Health Organization; 1998 (Technical Report Series, N° 894).

Aplicabilidade do índice de massa de corporal na avaliação do excesso de gordura corporal e da obesidade abdominal.

Resumo

O excesso e/ou a distribuição central da gordura corporal são associados a diversas alterações metabólicas, como dislipidemias, elevação da pressão arterial e hiperglicemia. Métodos antropométricos e de análise da composição corporal são ferramentas importantíssimas na avaliação do risco de alterações metabólicas bem como para a determinação de condutas clínico-nutricionais. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo verificar a capacidade do IMC em identificar indivíduos com excesso de gordura corporal e obesidade abdominal, bem como, identificar a influência da idade sobre o estado nutricional de homens adultos. O estudo foi do tipo transversal, realizado na Divisão de Saúde da Universidade Federal de Viçosa, durante o período de fevereiro a outubro de 2005. A amostra foi constituída de 98 homens saudáveis com idade entre 20 e 58 anos. A avaliação foi realizada pela manhã e recomendou-se aos voluntários, jejum de 10h, não consumir álcool nas 48h anteriores ao teste e não praticar atividade física 12h anteriores ao teste. A avaliação antropométrica incluiu medidas de peso, altura, circunferência da cintura e do quadril. A composição corporal foi avaliada por bioimpedância elétrica tetrapolar. A classificação do estado nutricional baseada no índice de massa corporal (IMC), circunferência da cintura (CC) e relação cintura-quadril (RCQ) foi feita a partir dos pontos de corte recomendados pela WHO (1998) e o excesso de gordura corporal foi avaliado segundo os pontos de corte preconizados por Lohman (1992). A amostra foi predominantemente

jovem, com 50% dos indivíduos com idade entre 20 e 29 anos. O sobrepeso e obesidade abdominal ($CC \geq 94$ cm) foram constatados em 36,7% e 18,4% dos homens avaliados, respectivamente. A CC foi a medida antropométrica que mais se correlacionou com o IMC ($r=0,884$; $p<0,01$) e com o percentual de gordura corporal ($r=0,779$; $p<0,01$). A sensibilidade do IMC para diagnosticar indivíduos com CC, RCQ e percentual de gordura corporal elevados foi 94,4%, 100% e 86,6%, respectivamente, demonstrando a sua adequação em estudos populacionais com o objetivo de identificar indivíduos com obesidade abdominal e/ou excesso de gordura corporal. Entretanto, em nível individual o IMC não foi adequado para este mesmo diagnóstico devido aos baixos valores preditivos positivos encontrados: 47,2% para CC, 11,1% para RCQ e 36,1% para percentual de gordura corporal. A idade maior ou igual a 30 anos foi fator de risco para sobrepeso [OR=4,13; IC(95%): 1,71 – 9,95]; obesidade abdominal [OR=3,51; IC(95%): 1,14 – 10,89] e excesso de gordura corporal [OR=5,48; IC(95%): 1,43 – 20,90]. Diante dos resultados aqui apresentados ressalta-se a importância da combinação do IMC e circunferência da cintura na validação do estado nutricional de homens adultos já que a obesidade abdominal esteve presente mesmo naqueles indivíduos que não foram diagnosticados como obesos pelo IMC.

Palavras-chave: antropometria, gordura corporal, sensibilidade, adultos.

1. Introdução

O índice de massa corporal (IMC) e a medida de circunferência da cintura (CC) têm sido amplamente utilizados na avaliação do excesso de peso e da obesidade abdominal, e são medidas recomendadas pela *World Health Organization* (WHO, 1998) e pelo *National Heart, Lung, and Blood Institute of the National Institute of Health* (NIH, 2000).

Segundo os pontos de corte recomendados por estes órgãos internacionais, o risco de morbidades em homens adultos eleva-se à medida que o indivíduo migra da categoria de IMC normal (IMC: 18,5 a 24,9 kg/m²) para categoria de sobrepeso (IMC: 25,0 a 29,9 kg/m²) ou obesidade (IMC \geq 30kg/m²), e quando apresentam a medida de circunferência de cintura maior ou igual a 94 cm e/ou quando a relação cintura-quadril é maior ou igual a 1,0 (WHO, 1998).

É importante ressaltar que as categorias de IMC em adultos não são diferenciadas segundo o sexo, além de abranger uma ampla faixa etária (20 a 59 anos). Outro fator que limita a aplicação do IMC é que o mesmo não é capaz de fornecer informações relacionadas à composição corporal. Pessoas com elevada quantidade de massa muscular podem apresentar elevado IMC mesmo que a gordura corporal não seja excessiva (Witt & Bush, 2005).

Apesar do IMC não fornecer informações relacionadas à quantidade e distribuição da gordura corporal, muitos estudos demonstram a sua importância na avaliação do risco de mortalidade. Em adultos observa-se que nos valores extremos de IMC o risco de mortalidade é maior resultando em uma curva em forma de U (Wienpahl, 1990; Calle et al., 1999; Zhu et al., 2003).

Para a circunferência da cintura, os pontos de corte de 94 cm e 102 com

para o sexo masculino foram determinados baseados na correspondência destes valores com o valor de IMC $\geq 25 \text{ kg/m}^2$ e $\geq 30 \text{ kg/m}^2$, respectivamente (Lean et al., 1995). Entretanto, os estudos têm demonstrado que indivíduos com IMC normal podem apresentar medida de circunferência de cintura elevada (Booth et al., 2000; Ardern et al., 2004).

A validade destes pontos de corte também é questionável pelo fato de que os mesmos foram desenvolvidos a partir de populações caucasianas, o que pode limitar a acurácia em outras populações. Na população asiática, por exemplo, pontos de corte de IMC em torno de 27 kg/m^2 têm sido mais adequados para a identificação de alterações metabólicas (Deurenberg-Yap et al., 2000; Pan et al., 2004).

Considerando a importância do diagnóstico correto do estado nutricional para o direcionamento adequado das condutas adotadas em nível individual e populacional o presente trabalho teve como objetivo verificar a capacidade do IMC em identificar indivíduos com excesso de gordura corporal e obesidade abdominal, bem como, identificar a influência da idade sobre o estado nutricional de homens adultos.

2. Metodologia

2.1. Casuística

Trata-se de um estudo epidemiológico analítico de caráter transversal realizado na Divisão de Saúde da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa (MG), durante os meses de fevereiro a outubro de 2005.

A amostra foi obtida por livre demanda e constituída de 98 homens que foram selecionados segundo os critérios de inclusão (sexo masculino; idade entre 20 e 60 anos e IMC < 30kg/m²) e de exclusão (presença de doenças crônicas como hipertensão, diabetes; situações como anasarca e edema periférico, indivíduos em diálise; uso de medicamentos que pudessem afetar a composição corporal, tais como, diuréticos, corticosteróides, β-bloqueadores; amputação ou paralisia de membros; alcoolismo, tabagismo, utilização de marcapasso, raça negra ou oriental).

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFV e todos os indivíduos foram esclarecidos sobre os procedimentos da coleta antes de assinarem o termo de consentimento.

2.2. Avaliação antropométrica e da composição corporal

Todas as avaliações foram realizadas pela manhã e recomendou-se aos voluntários, jejum de 10 horas, não consumir álcool nas 48 horas anteriores ao teste e não praticar atividade física 12 horas anteriores ao teste.

A avaliação antropométrica incluiu medidas de peso, altura, circunferências da cintura e do quadril. O peso foi aferido em balança digital

com capacidade máxima de 150 kg e divisão de 100 g, segundo as normas preconizadas por Jelliffe (1966) com os indivíduos descalços e usando apenas um short. A estatura foi aferida com estadiômetro fixo a uma parede sem rodapé, com extensão de 2,00m, dividido em centímetros e subdividido em milímetros, com visor de plástico e esquadro acoplado a uma das extremidades, segundo as normas preconizadas por Jelliffe (1966). O índice de massa corporal (IMC) foi calculado com as medidas de peso e altura utilizando-se a fórmula: $IMC = \text{Peso (kg)} / \text{Altura}^2 \text{ (m)}$.

As circunferências foram obtidas com uma fita flexível e inelástica, segundo as técnicas propostas por Callaway et al. (1988) descritos a seguir.

- Cintura: foi obtida com a roupa afastada ao redor da cintura normal ou na menor curvatura localizada entre as costelas e a crista ilíaca, mantendo a fita métrica justa sem comprimir os tecidos. A leitura foi feita entre uma expiração e uma inspiração.

- Quadril: foi obtida colocando-se a fita ao redor da região do quadril, na área de maior protuberância, sem comprimir a pele.

A composição corporal foi avaliada pelo método de bioimpedância elétrica tetrapolar com o aparelho *Biodynamics* modelo 310 seguindo o protocolo apresentado no quadro 1. Apesar do fabricante recomendar 4 horas de jejum foram utilizadas 10 horas segundo recomendações de Slinde & Rossander-Hulthén (2001).

Quadro 1 - Protocolo para a realização do teste de impedância.

Jejum absoluto por 10 horas antes do teste. Não fazer exercícios nas 12 horas anteriores ao teste. Urinar 30 minutos antes de fazer o teste. Não consumir álcool 48hs antes do teste

Modificado de Heyward & Stolarczyk (2000).

A análise de bioimpedância elétrica tetrapolar (BIA) foi realizada com o indivíduo deitado sobre uma superfície não condutora, 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 para o posicionamento dos mesmos. 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, de acordo com as instruções do manual do fabricante.

A classificação dos indivíduos segundo o IMC, circunferência da cintura, relação cintura-quadril e percentual de gordura corporal foi baseada nos pontos de corte apresentados no quadro 2.

Quadro 2 – Pontos de corte adotados para classificação dos indivíduos de acordo com indicadores antropométricos e composição corporal.

<i>Índice de Massa Corporal (kg/m²)^a</i>		
Baixo peso	Eutrofia	Sobrepeso
< 18,5	18,5 a 24,99	25,0 a 29,99
<i>Circunferência de cintura (cm)^a</i>		
Baixo risco	Risco aumentado	Risco muito aumentado
< 94	94 a 102	> 102
<i>Relação cintura-quadril^a</i>		
Baixo risco	Risco aumentado	
< 1,0	≥ 1,0	
<i>Percentual de gordura corporal (%)^b</i>		
Ideal	Aceitável	Elevado
< 15	15 a 24,9	≥ 25

^aWHO (1998); ^bLohman (1992).

2.3. Análises Estatísticas

Os dados obtidos foram analisados no *SPSS* versão 10.0. Todas as variáveis foram testadas quanto a sua normalidade pelo teste de *Kolmogorov-Smirnov*. Para verificar o grau de correlação entre variáveis contínuas utilizou-se o coeficiente de correlação de *Pearson* quando as variáveis apresentaram distribuição normal e o de *Spearman* para aquelas que não apresentaram distribuição normal. Calculou-se a Odds Ratio para verificar a força de associação entre as variáveis. Adotou-se como nível de significância estatística o valor de p menor que 0,05. A sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo e valor preditivo negativo do IMC em identificar indivíduos com excesso de gordura corporal, circunferência da cintura e relação cintura-quadril elevadas também foram avaliadas a partir dos pontos de corte estabelecidos no quadro 2, citados anteriormente.

3. Resultados e Discussão

A amostra do estudo constituiu-se de 98 homens adultos, predominantemente jovens, com 50% dos indivíduos com idade entre 20 e 29 anos. Com relação ao estado nutricional, 36,7% apresentaram sobrepeso e 18,4% obesidade abdominal (CC \geq 94 cm). Na tabela 1 encontram-se as características antropométricas dos indivíduos avaliados.

Tabela 1 – Características antropométricas e composição corporal de homens adultos.

Variáveis	Média	DP	Mediana	Mínimo e Máximo
Idade (anos)*	33,33	10,76	29,50	20,00 – 58,00
IMC (kg/m ²)	24,01	2,81	23,99	17,32 – 29,67
CC (cm)	84,76	9,54	84,50	65,2 – 106,8
RCQ	0,86	0,07	0,85	0,75 – 1,08
%GCBIA*	19,23	5,37	20,35	3,80 – 28,60

IMC: índice de massa corporal; CC: circunferência da cintura; RCQ: relação cintura-quadril; %GCBIA: percentual de gordura corporal obtido por BIA.

* Não apresentou distribuição normal.

Na figura 1 são apresentados os gráficos de correlação entre as medidas antropométricas. A medida antropométrica que mais se correlacionou com o IMC e com o percentual de gordura corporal foi a circunferência da cintura. A relação cintura-quadril se correlacionou fortemente com a circunferência da cintura, fato explicado pela utilização desta última medida no cálculo da RCQ. Sampaio & Figueiredo (2005) também encontraram forte associação entre IMC e circunferência da cintura ($r=0,93$; $r^2=0,86$; $p<0,001$) em homens adultos e menor correlação entre IMC e RCQ ($r=0,63$; $r^2=0,39$; $p<0,05$).

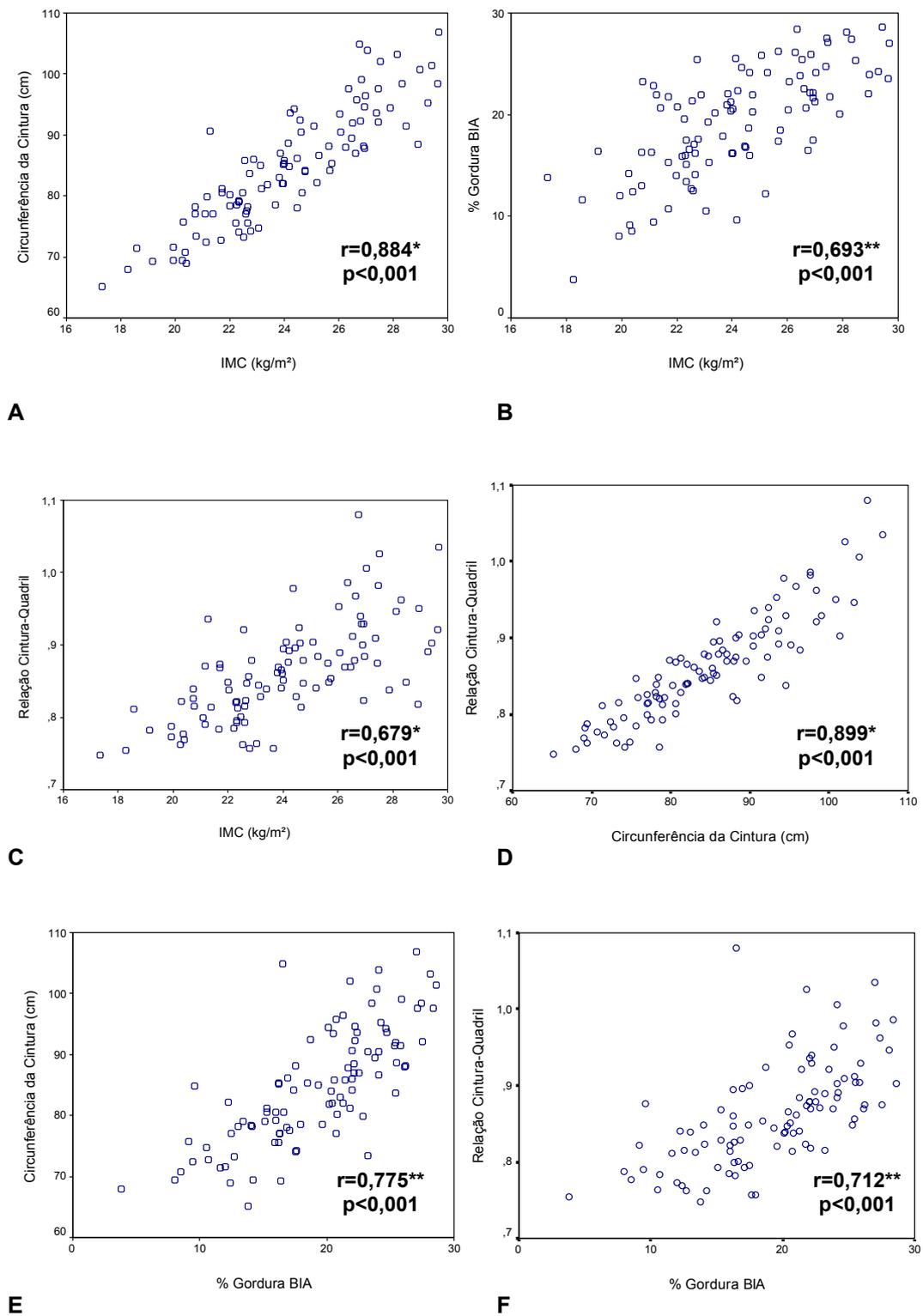


Figura 1 – Correlação entre IMC e CC (A), %GCBIA (B), e RCQ (C); entre CC e RCQ (D); e entre %GCBIA e CC (E) e RCQ (F) em homens adultos.

r = coeficiente de correlação

* Coeficiente de Correlação de *Pearson*

** Coeficiente de Correlação de *Spearman*.

A tabela 2 e a tabela 3 permitem avaliar a capacidade do IMC em identificar indivíduos com excesso de gordura corporal e CC e RCQ elevadas. Observa-se que o IMC apresentou alta sensibilidade para diagnosticar indivíduos com circunferência da cintura, relação cintura-quadril e percentual de gordura corporal elevados, demonstrando a adequação do ponto de corte em estudos populacionais com o objetivo de identificar aqueles indivíduos com obesidade abdominal e/ou excesso de gordura corporal.

Observa-se, entretanto, baixo valor preditivo positivo do IMC para os três indicadores do estado nutricional, demonstrando que o IMC, em nível individual, não é capaz de diagnosticar grande parte dos indivíduos com obesidade abdominal e/ou excesso de gordura corporal, indicando a necessidade de se avaliar a distribuição e a quantidade de gordura corporal.

Assim com em nosso estudo, Piers et al. (2000) também encontraram na categoria sobrepeso homens com baixos percentuais de gordura corporal, ressaltando que o método de análise da composição corporal utilizado pelos autores foi a diluição isotópica. No estudo de Roubenoff et al. (1995) o IMC explicou apenas 33% da variabilidade da gordura corporal em homens com IMC médio ($28,9 \pm 4,0 \text{ kg/m}^2$) e idade média ($56,4 \pm 12,2$ anos) maiores que os encontrados em nossa amostra.

Gómez et al. (2002) estudando homens cubanos com idade entre 20 e 59 anos avaliaram a capacidade do IMC em diagnosticar aqueles com circunferência da cintura ≥ 94 cm e encontraram valores de sensibilidade e especificidade bem próximos aos encontrados em nosso estudo, 98,7% e 76,6%, respectivamente. Já no estudo de Piers et al. (2000) constatou-se baixa sensibilidade (47,7%) e alta especificidade (86,3%) do IMC em identificar indivíduos com excesso de gordura corporal ($\geq 25\%$ para homens e $\geq 30\%$ para

mulheres) mensurada por diluição isotópica (deutério) em uma amostra 117 indivíduos com idade entre 19 e 77 anos.

Tabela 2 – Capacidade do IMC em identificar excesso de gordura corporal, e circunferência da cintura e relação cintura-quadril elevadas em homens adultos.

Variáveis	IMC (kg/m ²)	
	< 25,00	≥ 25,00
<i>Circunferência da Cintura</i>		
< 94 cm	61 (62,24%)	19 (19,39%)
≥ 94 cm	1 (1,02%)	17 (17,35%)
<i>Relação Cintura-quadril</i>		
< 1,0	62 (63,27%)	32 (32,65%)
≥ 1,0	0 (0%)	4 (4,08%)
<i>Percentual de Gordura Corporal (BIA)</i>		
< 25%	60 (61,22%)	23 (23,47%)
≥ 25%	2 (2,04%)	13 (13,27%)

IMC: índice de massa corporal; BIA: bioimpedância elétrica.

Tabela 3 – Sensibilidade, Especificidade, Valor Preditivo Positivo e Valor Preditivo Negativo para circunferência da cintura, relação cintura-quadril e percentual de gordura corporal elevados de acordo com o índice de massa corporal.

Variáveis	Sensibilidade	Especificidade	VPP	VPN
IMC ≥ 25 kg/m²				
CC ≥ 94 cm	94,4%	76,3%	47,2%	98,4%
RCQ ≥ 1,0	100%	65,9%	11,1%	100%
%GCBIA ≥ 25	86,6%	72,3%	36,1%	96,8%

VPP: valor preditivo positivo; VPN: valor preditivo negativo; IMC: índice de massa corporal; CC: circunferência da cintura; RCQ: relação cintura-quadril; %GCBIA: percentual de gordura corporal obtido por bioimpedância elétrica tetrapolar.

As figuras 2, 3 e 4 demonstram que, na categoria superior de IMC ($\geq 25\text{kg/m}^2$), os valores de percentis de circunferência da cintura, de relação cintura-quadril e de percentual de gordura corporal foram maiores. Como se pode observar, ao compararmos as figuras 2 e 3, verificou-se que na categoria sobrepeso, em torno de 50% da amostra (P50) apresentou circunferência da cintura \geq a 94 cm (fig. 2), enquanto aproximadamente 25% da amostra (P75) apresentou RCQ $\geq 1,0$, demonstrando que a circunferência foi realmente mais sensível na identificação de indivíduos com maior risco de alterações metabólicas.

Observa-se ainda nas figuras 2, 3 e 4 que, na categoria de IMC $< 25\text{kg/m}^2$, todos os valores de percentis se mantiveram dentro das faixas normais para circunferência da cintura, relação cintura-quadril e percentual de gordura corporal considerando os pontos de corte apresentados anteriormente no quadro 2. Apesar disso, é importante ressaltar a variação dos valores de percentis observada em cada faixa de IMC. Verifica-se que na categoria sobrepeso que os percentis de circunferência cintura e relação cintura-quadril variam bastante, incluindo tanto valores adequados para estas medidas quanto valores que indicam risco de morbidade.

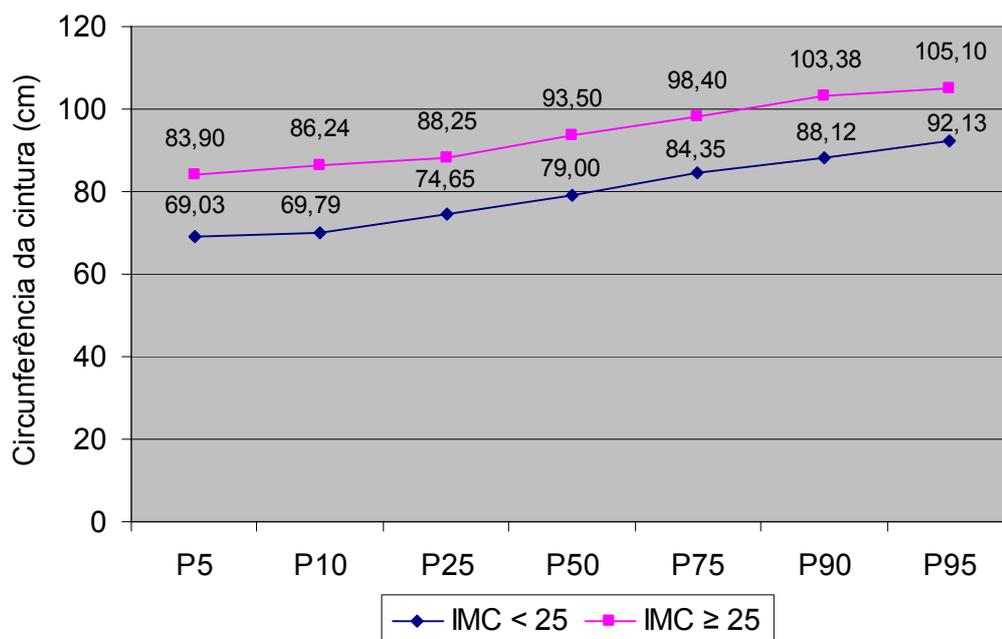


Figura 2 – Percentis de circunferência da cintura segundo categorias do índice da massa corporal em homens adultos.

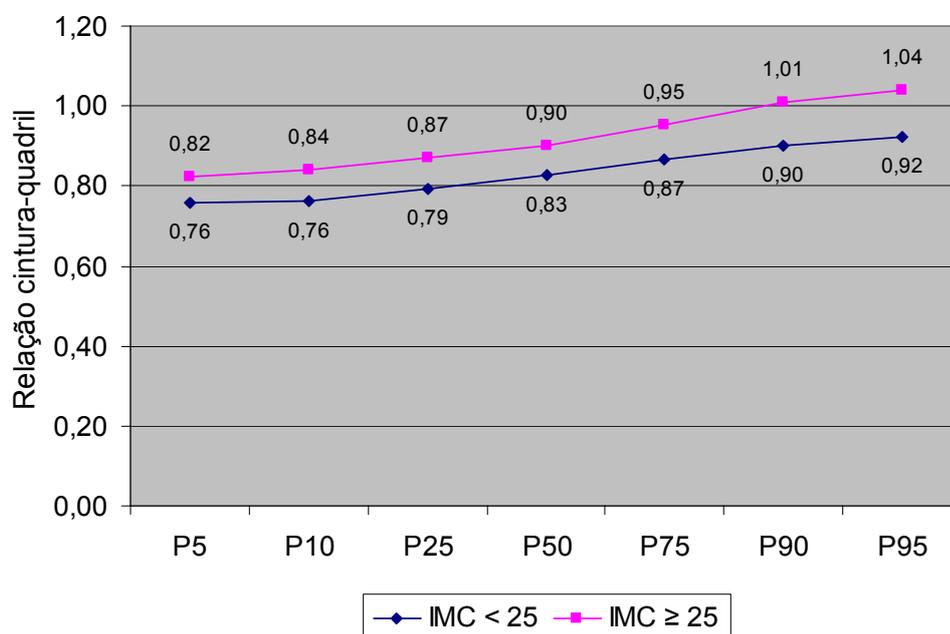


Figura 3 – Percentis de relação cintura-quadril segundo categorias do índice da massa corporal em homens adultos.

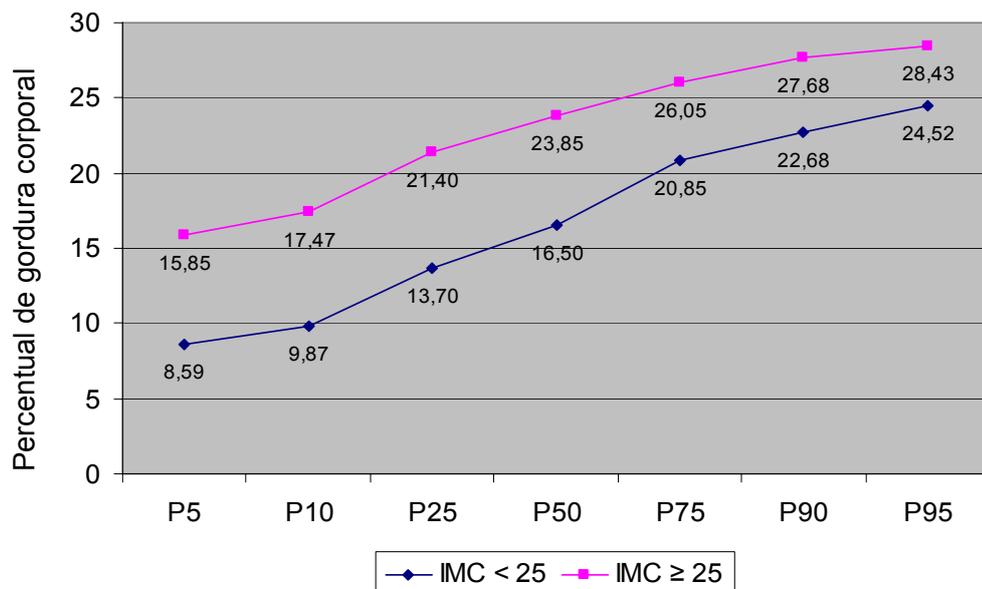


Figura 4 – Percentis de percentual de gordura corporal mensurado por bioimpedância elétrica tetrapolar segundo categorias do índice da massa corporal em homens adultos.

Nas categorias superiores de IMC ($\geq 25\text{kg/m}^2$), de circunferência da cintura ($\geq 94\text{cm}$), de relação cintura-quadril ($\geq 1,0$) e de percentual de gordura corporal ($\geq 25\%$), os indivíduos apresentaram idade maior comparados às categorias inferiores. Pelo cálculo da Odds Ratio (OR), a idade maior ou igual a 30 anos (mediana) foi fator de risco para IMC $\geq 25\text{kg/m}^2$ [OR=4,13; IC(95%): 1,71 – 9,95], circunferência da cintura $\geq 94\text{cm}$ [OR=3,51; IC(95%): 1,14 – 10,89] e percentual de gordura corporal $\geq 25\%$ [OR = 5,48; IC(95%): 1,43 – 20,9]. A idade não se associou a elevada relação cintura quadril. Diversos estudos confirmam que o sobrepeso e/ou obesidade e obesidade abdominal tendem a aumentar com a idade (Roubenoff et al.; 1995; Martins et al.; 2001; Gómez et al., 2002; Kyle et al., 2004).

4. Conclusão

Nossos resultados demonstraram que os indicadores antropométricos foram altamente correlacionados e que o IMC maior ou igual a 25kg/m² apresentou alta sensibilidade, sendo adequado para estudos populacionais na captação de indivíduos com obesidade abdominal e elevado percentual de gordura abdominal. No entanto, os valores preditivos são baixos; o que contraindica seu uso; de maneira isolada; na prática clínica. O risco de sobrepeso e obesidade abdominal foi maior nos indivíduos com idade igual ou maior que 30 anos.

A obesidade abdominal esteve presente mesmo naqueles indivíduos que não foram diagnosticados como obesos pelo IMC, reforçando a importância da combinação de medidas antropométricas na avaliação do estado nutricional. Estudos com amostras representativas da população brasileira são necessários para verificar a adequação dos pontos de corte atualmente preconizados na identificação de indivíduos sob risco de alterações metabólicas.

5. Referências Bibliográficas

Arden CI, Janssen I, Ross R, Katzmarzyk PT. Development of health-related waist circumference thresholds within BMI categories. *Obes Res.* 2004; 12(7):1094-103.

Ball K, Owen N, Salmon J, Bauman A, Gore CJ. Association of physical activity with body weight and fat in men and women. *Int J Obes.* 2001; (25):914-9.

Booth ML, Hunter C, Gore CJ, Bauman A, Owen N. The relationship between body mass index and waist circumference: implications for estimates of the population prevalence of overweight. *Int J Obes.* 2000; 24:1058-61.

Callway CW, Chumlea WC, Bouchard C, Himes JH, Lohman TG, Martin AD, Mitchell CD, Mueller WH, Roche AF, Seefeldt VD. Circumferences. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R. *Anthropometric standardization reference manual.* Champaign, IL: Human Kinetics; 1988. p.39-54.

Calle EE, Thun MJ, Petrelli JM, Rodriguez C, Heath CW. Body-mass index and mortality in a prospective cohort of U.S. adults. *N Eng J Med.* 1999; 341(5):1097-105.

Deurenberg-Yap M, Schmidt G, Staveren WA, Deurenberg P. The paradox of low body mass index and high body fat percentage among Chinese, Malays and Indians in Singapore. *Int J Obes.* 2000; 24(8):1011-7.

Gómez AB, Sol JMR, Hernández JMJ. Circunferencia de la cintura em adultos de ciudad de La Habana como indicador de riesgo de morbilidad. *Rev Chil Aliment Nutr.* 2002; 16(1):48-53.

Jelliffe, D. B. The assessment of the nutritional status of the community. Geneva: WHO; 1966.

Kyle UG, Morabia A, Schutz Y, Pichard C. Sedentarism affects body fat mass index and fat-free mass index in adults aged 18 to 98 years. Nutrition. 2004; 20(3):255-60.

Lean MEJ, Han TS, Morrison CE. Waist circumference as a measure for indicating need for weight management. Br Med J. 1995; 311:158-61.

Martins AL, Mamedes MM, Oliveira MPP, Guimarães JNF, Oliveira FP. Análise da composição corporal e do índice de massa corporal de indivíduos de 18 a 50 anos. Cad Saude Publica. 2001; 9(2):97-110.

NIH - National Institutes of Health, National Heart Lung and Blood Institute. Clinical guidelines on the identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults. 1998 NIH Publication No. 98-4083.

Pan W, Flegal KM, Chang H, Yeh W, Yeh C, Lee W. Body mass index and obesity-related metabolic disorders in Taiwanese and US whites and blacks: implications for definitions of overweight and obesity for Asians. Am J Clin Nutr. 2004; 79:31-9.

Piers LS, Soares MJ, Frandsen SL, O'dea K. Indirect estimates of body composition are useful for groups but unreliable in individuals. Int J Obes. 2000; 24:1145-52.

Roubenoff R, Dallal GE, Wilson WF. Predicting body fatness: The body mass index vs estimation by bioelectrical impedance. *Am J Public Health.* 1995; 85(5):726-8.

Sampaio LR, Figueiredo VC. Correlação entre o índice de massa corporal e os indicadores antropométricos de distribuição da gordura corporal em adultos e idosos. *Rev Nutr.* 2005; 18(1):53-61.

Slinde F, Rossander-Huthén L. Bioelectrical impedance: effect of 3 identical meals on diurnal impedance variation and calculation of body composition. *Am J Clin Nutr.* 2001; 74:474-8.

Wienpahl J, Ragland DR, Sidney S. Body mass index and 15-year mortality in a cohort of black men and women. *J Clin Epidemiol.* 1990; 43(9):949-60.

Witt KA, Bush EA. College athletes with an elevated body mass index often have a high upper arm muscle area, but not elevated triceps and subscapular skinfolds. *J Am Diet Assoc.* 2005; 105(4):599-602.

World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation. Geneva: World Health Organization; 1998 (Technical Report Series, N° 894).

Zhu S, Heo M, Plankey M, Faith MS, Allison DB. Associations of body mass index and anthropometric indicators of fat mass and fat free mass with all-cause mortality among women in the first and second National Health and Nutrition Examination Surveys follow-up studies. *Ann Epidemiol.* 2003; 13(4):286-93.

Avaliação da aplicabilidade de fórmulas preditivas de peso e estatura em homens adultos.

Resumo

Medidas de peso e altura são fundamentais na avaliação do estado de saúde de indivíduos, e quando as mesmas não podem ser obtidas diretamente ou precisamente, as medidas recumbentes são frequentemente utilizadas na estimativa destas medidas. O presente estudo avaliou a validade de fórmulas preditivas de peso e de altura em homens adultos. O estudo foi do tipo transversal, realizado na Divisão de Saúde da Universidade Federal de Viçosa (Viçosa, MG) durante o período de fevereiro a outubro de 2005. A amostra foi constituída de 98 homens saudáveis com idade entre 20 e 58 anos. A avaliação foi feita pela manhã e incluiu as seguintes medidas antropométricas: peso, altura, altura do joelho (AJ), envergadura (ENVERG) e semi-envergadura (SEM), circunferências da panturrilha (CPA) e do braço (CB) e dobra cutânea subescapular (DSE). O peso e a estatura foram estimados pela equação de Chumlea et al. (1987). Para estimar a estatura por meio das medidas de semi-envergadura e envergadura utilizaram-se as equações de Chumlea et al. (1994). A composição corporal foi avaliada por bioimpedância elétrica tetrapolar. A idade média dos indivíduos foi $33,33 \pm 10,76$ anos. As medidas que mais se correlacionaram com o peso foram a CB ($r=0,819$, $p<0,01$) e a CPA ($r=0,767$, $p<0,01$). A DSE se correlacionou mais com a massa de gordura ($r=0,636$; $p<0,01$) e a AJ apresentou forte correlação com a altura ($r=0,828$, $p<0,01$). O peso estimado diferiu significativamente do peso real ($p<0,001$) apesar da forte correlação ($r=0,849$; $p<0,01$). Apenas um dos cinco métodos utilizados, a equação de Chumlea et al. (1994) validada para homens brancos

adultos, se mostrou adequado para estimar a altura. Tanto a medida de envergadura ($r=0,789$; $d=2,67$; $p<0,001$) quanto a semi-envergadura ($r=0,790$; $d=2,51$; $p<0,001$) resultaram em superestimação da altura. Ao utilizar o peso e a altura estimados por medidas recumbentes no cálculo do IMC verificou-se que a maioria dos valores estimados superestimou o número de indivíduos com baixo peso e eutróficos e subestimaram o sobrepeso, exceto quando a altura foi estimada pelas equações propostas para homens adultos. Segundo os resultados encontrados a equação validada por Chumlea et al. (1994) em homens brancos adultos foi a mais adequada para estimar a altura. Ressalta-se a importância da validação das equações aqui avaliadas em outros grupos populacionais e cautela ao utilizar as estimativas de peso e altura já que em indivíduos acamados os erros das medidas antropométricas podem ser maiores aumentando os erros da estimativa.

Palavras-chave: peso, altura, medidas recumbentes, adultos.

1. Introdução

O índice de massa corporal (IMC) é um indicador amplamente utilizado na avaliação do estado nutricional de indivíduos e é obtido pela medida de peso dividida pelo quadrado da altura em metros. Vários estudos têm demonstrado a associação do IMC com mortalidade, sendo que em valores extremos, ou seja, IMC muito baixo ou muito elevado, a mortalidade é aumentada (Wienpahl et al., 1990; Manson et al., 1995; Stevens et al., 1998; Calle et al., 1999).

A avaliação do IMC é necessária para o diagnóstico nutricional, escolha de medidas terapêuticas e monitorização do estado de saúde de indivíduos, principalmente daqueles hospitalizados. Considerando a importância das medidas de peso e estatura na avaliação do estado de saúde de um indivíduo, medidas recumbentes são frequentemente utilizadas na estimativa tanto de peso quanto estatura, quando certas condições impedem a obtenção destas medidas. É o caso de pacientes que não deambulam ou que possuem algum tipo de problema relacionado à estrutura óssea como encurtamento de vértebras, osteoporose e cifose (Chumlea et al., 1987).

O peso é uma medida de grande importância na prática clínica devido à sua utilização na avaliação do gasto energético e à sua associação com morbimortalidade. A porcentagem de perda ponderal e a velocidade desta perda podem indicar a gravidade de uma doença e as chances de mortalidade de um indivíduo (Baxter, 1999; Lankisch et al., 2001; Prescott et al., 2002; Gregg et al., 2003). Portanto, quando a coleta desta medida é impossibilitada, as medidas recumbentes têm papel fundamental no acompanhamento do paciente.

As fórmulas preditivas de peso e altura que, normalmente são utilizadas na prática clínica, são baseadas em medidas recumbentes, tais como, circunferência do braço, da panturrilha, dobra cutânea subescapular, altura do joelho, envergadura e semi-envergadura (Chumlea et al., 1987; Chumlea et al., 1994; Kwok & Writelow, 1991). Contudo, muitos cuidados devem ser tomados na obtenção e interpretação destas medidas, já que fatores como obesidade, edema e desidratação podem comprometer a validade das mesmas.

Considerando que a mensuração do peso e da altura em indivíduos adultos acometidos por doenças pode ser impossibilitada e que estas medidas são essenciais na avaliação do estado nutricional, o presente estudo avaliou a validade de fórmulas preditivas de peso e de altura em homens adultos.

2. Metodologia

2.1. Casuística

Trata-se de um estudo epidemiológico, analítico, de caráter transversal realizado na Divisão de Saúde da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa (MG), durante o período de fevereiro a outubro de 2005.

A amostra foi obtida por livre demanda e constituída de 98 homens que foram selecionados segundo critérios de inclusão (sexo masculino; idade entre 20 e 60 anos e IMC < 30 kg/m²) e de exclusão (presença de doenças crônicas como hipertensão, diabetes; situações como anasarca e edema periférico, indivíduos em diálise; uso de medicamentos que pudessem afetar a composição corporal, tais como, diuréticos, corticosteróides, β -bloqueadores e amputação ou paralisia de membros).

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFV e todos os indivíduos foram esclarecidos sobre os procedimentos da coleta antes de assinarem o termo de consentimento.

2.2. Avaliação antropométrica

Todas as avaliações forem realizadas pela manhã e recomendou-se aos voluntários, jejum de 10 horas, não consumir álcool nas 48 horas anteriores ao teste e não praticar atividade física 12 horas anteriores ao teste.

A avaliação antropométrica incluiu medidas de peso, altura, altura do joelho, envergadura e semi-envergadura, circunferências da panturrilha e do braço e dobra cutânea subescapular. O peso foi aferido em balança digital com capacidade máxima de 150 kg e divisão de 100 g, segundo as normas preconizadas por Jelliffe (1966) com os indivíduos descalços e usando apenas um short. A altura foi aferida com estadiômetro fixo a uma parede sem rodapé, com extensão de 2,00m, dividida em centímetros e subdividida em milímetros, com visor de plástico e esquadro acoplado a uma das extremidades, segundo as normas preconizadas por Jelliffe (1966). O índice de Massa Corporal (IMC) foi calculado tanto com as medidas de peso e altura reais, quanto com as medidas estimadas, através da fórmula: $IMC = \text{Peso (kg)} / \text{Altura}^2 \text{ (m)}$ e a classificação do estado nutricional foi feita segundo os pontos de corte preconizados pela WHO (1998).

A altura do joelho (cm) foi medida na perna esquerda formando um ângulo de 90° com o joelho e o tornozelo e com o indivíduo na posição supina (Chumlea et al., 1987). Utilizou-se um paquímetro, contendo uma régua fixa com sensibilidade de 0,1 centímetros e, constituído por uma parte fixa que foi

posicionada na superfície plantar do pé (calcanhar) e uma parte móvel que foi pressionada sobre a cabeça da patela (rótula). A altura do joelho (AJ) foi utilizada nas seguintes fórmulas para estimar a estatura:

Chumlea et al. (1987) – Idosos

$$\text{Altura 1} = (2,02 \times \text{AJ}) - (0,04 \times \text{idade}) + 64,19$$

Chumlea et al. (1994) – Adultos

- Raça negra:

$$\text{Altura 2} = 73,42 + (1,79 \times \text{altura do joelho})$$

- Raça branca:

$$\text{Altura 3} = 71,85 + (1,88 \times \text{altura do joelho})$$

A medida de envergadura ou comprimento dos braços (cm) compreendeu a distância entre as falanges distais dos dedos médios e foi obtida com os braços formando um ângulo de 90° em relação ao tronco (Altura 4). A semi-envergadura (cm) correspondeu à distância entre o esterno e a falange distal do dedo médio esquerdo (Altura 5) utilizando-se uma fita métrica flexível e inelástica passando-a paralelamente à clavícula. A medida total da envergadura e o dobro da medida da semi-envergadura corresponderam à estimativa da altura (Kwok & Writelow, 1991).

As circunferências foram obtidas com uma fita flexível e inelástica, segundo as técnicas propostas por Callaway et al. (1988). A circunferência do braço (cm) foi obtida no braço não dominante, no ponto médio entre o acrômio e o olécrano e a circunferência da panturrilha (cm) foi obtida no perímetro máximo do músculo da panturrilha da perna esquerda formando um ângulo de 90° com o joelho e tornozelo com o indivíduo sentado e a perna relaxada.

A medida da dobra cutânea subescapular (cm) foi obtida pela média de três medidas realizadas por um mesmo avaliador com um compasso da marca Lange no lado direito obliquamente ao eixo longitudinal do corpo logo abaixo do ângulo inferior da escápula (Heyward & Stolarczyk, 2000).

Para estimar o peso utilizou-se a circunferência da panturrilha (CPA), circunferência do braço (CB), a altura do joelho (AJ) e a dobra cutânea subescapular (DSE) na seguinte fórmula (Chumlea et al., 1987):

$$\text{Peso} = (0,98 \times \text{CPA}) + (1,16 \times \text{AJ}) + (1,73 \times \text{CB}) + (0,37 \times \text{DSE}) - 81,69$$

A composição corporal foi avaliada pelo método de bioimpedância elétrica tetrapolar com o aparelho *Biodynamics* modelo 310 seguindo o protocolo apresentado no quadro 1. Apesar do fabricante recomendar 4 horas de jejum foram utilizadas 10 horas de jejum segundo recomendações de Slinde & Rossander-Hulthén (2001).

Quadro 1 - Protocolo para a realização do teste de impedância.

Jejum absoluto por 10 horas antes do teste. Não fazer exercícios nas 12 horas anteriores ao teste. Urinar 30 minutos antes de fazer o teste. Não consumir álcool 48hs antes do teste

Modificado de Heyward & Stolarczyk (2000).

A análise de bioimpedância elétrica tetrapolar (BIA) foi realizada com o indivíduo deitado sobre uma superfície não condutora, 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 para o posicionamento dos mesmos. 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, de acordo com as instruções do manual do fabricante.

2.3. Análises Estatísticas

Os dados obtidos foram analisados no programa *SPSS* versão 10.0. Todas as variáveis foram testadas quanto a sua normalidade pelo teste de *Kolmogorov-Smirnov*. Para as variáveis que apresentaram distribuição normal utilizou-se o coeficiente de correlação de *Pearson* e o teste t pareado. Quando as variáveis não apresentaram distribuição normal utilizou-se o coeficiente de correlação de *Spearman* e o teste de *Wilcoxon*. Adotou-se como nível de significância estatística o valor de p menor que 0,05.

3. Resultados e Discussão

As características antropométricas dos 98 homens adultos avaliados são apresentadas na tabela 1. A faixa etária de 20 a 29 anos representou 50% da amostra, 36,7% dos indivíduos apresentaram sobrepeso e 18,4% apresentaram obesidade abdominal.

Tabela 1 – Características antropométricas de homens adultos.

Variáveis	Média	DP	Mediana	Mínimo – Máximo
Idade (anos)*	33,33	10,76	29,50	20,00 – 58,00
Peso (kg)	73,83	9,67	73,45	54,40 – 96,40
Estatura (cm)	174,94	5,58	175,00	161,80 – 188,20
IMC (kg/m ²)	24,10	2,81	23,99	17,32 – 29,67
AJ (cm)	54,70	2,32	54,20	48,40 – 60,60
ENVERG (cm)	177,62	6,89	177,05	161,80 – 194,40
SEM (cm)	88,73	3,57	88,5	80,50 – 97,5
CB (cm)	30,98	2,74	31,2	23,60 – 37,20
CPA (cm)*	37,90	3,83	38,00	32,00 – 65,40
DSE (mm)	18,29	6,16	17,58	5,00 – 33,66

DP: desvio padrão; AJ: altura do joelho; ENVERG: envergadura; SEM: semi-envergadura; CB: circunferência do braço; CPA: circunferência da panturrilha; DSE: dobra cutânea subescapular.
* Variáveis que não apresentam distribuição normal.

Na tabela 2 são apresentados os coeficientes de correlação entre medidas recumbentes e as medidas de peso e de altura dos homens avaliados. Pode-se observar, nos valores destacados em negrito, que a altura do joelho apresentou alta correlação com a altura, que as medidas de circunferência da panturrilha e do braço apresentaram boa correlação com o peso, e que a dobra cutânea subescapular se correlacionou mais com a massa de gordura determinada por bioimpedância elétrica (BIA).

Tabela 2 – Correlação entre medidas utilizadas por Chumlea et al. (1987) nas equações preditivas de peso e altura e indicadores do estado nutricional em homens adultos.

Variáveis	CPA*	CB	DSE	AJ
Peso	0,767 ^{1a}	0,819 ^{2a}	0,468 ^{2a}	0,598 ^{2a}
Altura	0,336 ^{1a}	0,219 ^{2b}	-0,170 ^{2c}	0,828 ^{2a}
IMC	0,678 ^{1a}	0,799 ^{2a}	0,623 ^{2a}	0,212 ^{2b}
MMBIA	0,752 ^{1a}	0,749 ^{2a}	0,187 ^{2c}	0,661 ^{2a}
%GCBIA*	0,279 ^{1a}	0,428 ^{1a}	0,636 ^{1a}	0,099 ^{1c}

CPA: circunferência da panturrilha; CB: circunferência do braço; DSE: dobra cutânea subescapular; AJ: altura do joelho; IMC: índice de massa corporal; MMBIA: massa magra (kg) obtida por BIA; %GCBIA: massa de gordura (kg) obtida por BIA.

*Não apresentaram distribuição normal

^a p<0,01; ^b p<0,05; ^c p>0,05

¹ Coeficiente de Correlação de Spearman

² Coeficiente de Correlação de Pearson

A tabela 3 demonstra que as correlações entre as medidas foram boas e significantes, sendo que a altura 2 e 3, baseadas na altura estimada pelas equações propostas para adultos negros e brancos foram as mais fortes.

Tabela 3 – Correlação entre as medidas de peso e de altura reais e estimadas em homens adultos.

Medidas Antropométricas		r	p
Peso (kg)	Aferido		
	Peso Estimado ^a	0,849	< 0,001
Altura (cm)	Aferida		
	Altura 1 ^b	0,790	< 0,001
	Altura 2 ^a	0,828	< 0,001
	Altura 3 ^a	0,828	<0,001
	Altura 4 ^a	0,789	< 0,001
	Altura 5 ^b	0,826	< 0,001

r: coeficiente de correlação; Altura 1: estimada pela equação para idosos (Chumlea et al.; 1987); Altura 2: estimada pela equação para adultos negros (Chumlea et al., 1994); Altura 3: estimada pela equação para adultos brancos (Chumlea et al., 1994); Altura 4: estimada pela envergadura; Altura 5: estimada pela semi-envergadura.

^a Correlação de *Pearson*; ^b Correlação de *Spearman*

São apresentadas na tabela 4 as diferenças médias entre peso e altura reais e estimados. Observa-se que o peso estimado diferiu significativamente do peso real. Os valores de altura estimada também diferiram significativamente da altura real, com exceção da altura estimada pela equação de Chumlea et al. (1994) proposta para adultos da raça branca (altura 3) que apresentou diferença média próxima a zero. Tanto a medida de envergadura quanto semi-envergadura resultou em superestimação da altura real, enquanto as outras duas equações (altura 1 e 2) que utilizam a medida da altura do joelho resultaram em subestimação.

Tabela 4 – Comparação entre as médias de peso e de altura reais e estimadas em homens adultos.

Variáveis	M ± DP	Md	Dif. Média	IC (95%)
<i>Peso (kg)</i>				
Aferido	73,83 ± 9,67	73,45	-	-
Peso Estimado	79,29 ± 9,58	72,18	(p < 0,001) ¹	-
<i>Altura (cm)</i>				
Aferida	174,94 ± 5,58	175,00	-	-
Altura 1	173,35 ± 4,72	172,10	-1,59 (p < 0,001) ²	-2,21 – -0,97
Altura 2	171,33 ± 4,16	170,43	-3,61 (p < 0,05) ²	-2,97 – -4,24
Altura 3	174,68 ± 4,37	173,74	-0,25 (p > 0,05) ²	-0,88 – -0,37
Altura 4	177,62 ± 6,89	177,05	2,67 (p < 0,001) ²	1,82 – 3,52
Altura 5	177,46 ± 7,14	177,00	2,51 (p < 0,001) ²	1,64 – 3,38

M: média; DP: desvio padrão; Md: mediana; IC: intervalo de confiança; Altura 1: estimada pela equação para idosos (Chumlea et al.; 1987); Altura 2: estimada pela equação para adultos negros (Chumlea et al., 1994); Altura 3: estimada pela equação para adultos brancos (Chumlea et al., 1994); Altura 4: estimada pela envergadura; Altura 5: estimada pela semi-envergadura.

¹Teste de Wilcoxon

²Teste t pareado

Na literatura internacional o número de estudos com adultos é relativamente pequeno. A maioria dos estudos com medidas recumbentes envolve a população infantil e idosa, sendo que, a medida mais estudada tem sido a altura. Han & Lean (1996) verificaram que 95% dos erros da altura predita pela altura do joelho ficaram dentro de 6,5 cm e que a envergadura resultou em erros inaceitáveis em uma amostra de 78 homens e 82 mulheres entre 17 e 70 anos.

No Brasil, encontrou-se apenas o estudo de Sampaio et al. (2002) que investigou a validade de equações aqui utilizadas em 75 homens adultos, constatando que as estimativas da altura fornecidas pela equação de Chumlea et al. (1987) proposta para idosos também diferiram significativamente da medida real, resultado que não foi observado para o peso. A diferença média entre peso real e estimado encontrada por estes autores foi de -1,16 kg ($p=0,25$).

Na tabela 5 são apresentadas as diferenças médias entre os valores de IMC estimados e de IMC real. Pode-se observar que todas as estimativas diferiram significativamente do IMC real e que quando as médias de peso e de altura estimados foram utilizadas ao mesmo tempo no cálculo do IMC estas as diferenças foram maiores. As correlações entre IMC real e IMC estimados 1, 2, 3, 7 e 8 foram muito fortes com valores superiores a 0,90, sendo que as correlações foram mais fracas com os IMC 4, 5 e 6, os quais foram calculados tanto com o peso quanto com altura estimados.

Tabela 5 – Teste de comparação de médias entre valores de IMC real e IMC estimado por medidas recumbentes em homens adultos.

Variáveis	M ± DP (kg/m ²)	Dif. Média ¹	IC (95%)	r
IMC Real	24,10 ± 2,81	-	-	-
IMC 1	20,76 ± 2,43	-3,34*	-3,53 – -3,14	0,938 ^{a*}
IMC 2	21,26 ± 2,49	-2,84*	-3,04 – -2,62	0,928 ^{a*}
IMC 3	20,78 ± 2,44	-3,31*	-3,51 – -3,12	0,941 ^{a*}
IMC 4	20,41 ± 2,18	-3,68*	-4,07 – -3,29	0,721 ^{a*}
IMC 5	20,90 ± 2,17	-3,19*	-3,58 – -2,80	0,728 ^{b*}
IMC 6	20,43 ± 2,20	-3,66*	-4,06 – -3,27	0,706 ^{a*}
IMC 7	25,10 ± 2,72	0,99*	0,81 – 1,17	0,950 ^{a*}
IMC 8	24,14 ± 2,61	0,04**	0,13 – 0,21	0,950 ^{a*}
IMC 9	24,67 ± 2,33	0,57*	0,19 – 0,95	0,745 ^{a*}
IMC 10	23,73 ± 2,23	-0,09**	-0,09 – 0,19	0,745 ^{a*}

IMC 1: baseado na estatura estimada pela envergadura; IMC 2: baseado na estatura estimada pela altura do joelho; IMC 3: baseado na altura estimada pela semi-envergadura; IMC 4: baseado no peso estimado e na estatura estimada pela envergadura; IMC 5: baseado no peso estimado e na estatura estimada pela altura do joelho; IMC 6: baseado no peso estimado e na altura estimada pela semi-envergadura; IMC 7: baseado no peso aferido e altura estimada pela equação para adultos negros (Chumlea et al., 1994); IMC 8: baseado no peso aferido e altura estimada pela equação para adultos brancos (Chumlea et al. (1994); IMC 9: baseado no peso estimado e altura estimada pela equação para adultos negros (Chumlea et al., 1994); IMC 10: baseado no peso estimado e altura estimada pela equação para adultos brancos (Chumlea et al., 1994). M: média; DP: desvio-padrão; IC: intervalo de confiança; r: coeficiente de correlação.

¹ Teste t pareado.

^a Correlação de *Pearson*.

* p<0,001; ** p>0,05

A classificação do estado nutricional pelos valores de IMC real e estimados é apresentada na tabela 6. Verificou-se que os valores de IMC baseados na altura estimada, tanto pela medida de envergadura e de semi-envergadura, quanto pela equação proposta para idosos por Chumlea et al. (1987) superestimaram o número de indivíduos com baixo peso e eutróficos e subestimaram o sobrepeso.

Os índices de massa corporal, baseados na altura estimada pelas equações proposta para homens adultos (Chumlea et al., 1994) (IMC 7, 8, 9 e 10), demonstraram-se mais adequados comparados aos outros. O IMC 8,

baseado no peso aferido e altura estimada pela equação para adultos brancos (Chumlea et al.; 1994) apresentou maior concordância com as porcentagens de indivíduos encontradas nas categorias do IMC real.

Tabela 6 – Classificação do estado nutricional de homens adultos, utilizando os valores de IMC real e de IMC estimados por medidas recumbentes.

Variáveis	Estado Nutricional (WHO, 1998)		
	Baixo Peso < 18,5	Eutrofia 18,5 – 24,99	Sobrepeso 25,0 – 29,99
IMC Real (%)	2,0	61,2	36,7
IMC 1 (%)	18,4	77,6	4,1
IMC 2 (%)	12,2	79,6	8,2
IMC 3 (%)	18,4	77,6	4,1
IMC 4 (%)	19,4	79,6	1,0
IMC 5 (%)	14,3	82,7	3,1
IMC 6 (%)	19,4	79,6	1,0
IMC 7 (%)	0,0	51,0	49,0
IMC 8 (%)	2,0	57,2	40,8
IMC 9 (%)	0,0	54,1	45,9
IMC 10 (%)	2,0	73,5	24,5

IMC 1: baseado no peso aferido e altura estimada pela envergadura; IMC 2: baseado no peso aferido e altura estimada pela equação para idoso (Chumlea et al., 1987); IMC 3: baseado no peso aferido e altura estimada pela semi-envergadura; IMC 4: baseado no peso estimado e na altura estimada pela envergadura; IMC 5: baseado no peso estimado e na altura estimada pela altura do joelho; IMC 6: baseado no peso estimado e na altura estimada pela semi-envergadura; IMC 7: baseado no peso aferido e altura estimada pela equação para adultos negros (Chumlea et al., 1994); IMC 8: baseado no peso aferido e altura estimada pela equação para adultos brancos (Chumlea et al. (1994); IMC 9: baseado no peso estimado e altura estimada pela equação para adultos negros (Chumlea et al., 1994); IMC 10: baseado no peso estimado e altura estimada pela equação para adultos brancos (Chumlea et al., 1994).

A superestimação do baixo peso também foi encontrada por Sampaio et al. (2002) ao utilizar a altura estimada no cálculo do IMC. No estudo de De Lucia et al. (2002) realizado com 4 grupos étnicos da Etiópia, a relação entre envergadura e altura foi influenciada pelo sexo e etnia, sendo que a utilização da envergadura para cálculo do IMC resultou em superestimação da

desnutrição em 1706 indivíduos de ambos os sexos com idade entre 18 e 50 anos.

Como a avaliação do estado nutricional é de extrema importância para a determinação das condutas clínico-nutricionais, deve-se ter muita cautela ao se utilizar estimativas como as apresentadas em nosso estudo. Se estimativas que resultam em superestimação do baixo peso ou desnutrição são utilizadas existe maior risco de adoção de uma conduta equivocada, interferindo diretamente na saúde do indivíduo, principalmente daqueles hospitalizados.

O diagnóstico de desnutrição pode indicar aumento das necessidades dietéticas resultando em maior oferta de calorias e nutrientes por meio da alimentação. Entretanto, caso haja sobrecarga de energia, quadros como hiperglicemia, esteatose hepática, arritmias cardíacas, edema, falência respiratória e hemólise podem ser desencadeados (Roubenoff, 1997; Parrish & Mccray, 2003).

4. Conclusão

A maioria das equações utilizadas neste estudo não foi adequada para estimar peso e altura de homens adultos, já que os valores de peso e de altura estimados diferiram significativamente dos valores reais. Apenas a equação proposta por Chumlea et al. (1994) para homens adultos brancos se mostrou adequada para estimar a altura dos indivíduos avaliados em nossa amostra.

A utilização das estimativas de peso e de altura, obtidas pela maioria das equações, para o cálculo do IMC resultou em superestimação do baixo peso e subestimação do sobrepeso pela maioria das equações, exceto quando o IMC foi calculado a partir da altura estimada pelas equações validadas em homens adultos por Chumlea et al. (1994).

A realização de mais estudos envolvendo indivíduos adultos é necessária para verificar se estas diferenças persistem em outros grupos populacionais. Conhecer a acurácia destas equações é fundamental para verificar a aplicabilidade das mesmas na prática clínica e estudos de validação poderão futuramente contribuir para o diagnóstico correto e direcionamento adequado das intervenções de indivíduos a partir de estimativas mais acuradas do peso e altura de indivíduos, nos quais a coleta destas medidas é impossibilitada.

5. Referências Bibliográficas

Baxter JP. Problems of nutritional assessment in acute setting. Proc Nutr Soc. 1999; 58:39-46.

Calle EE, Thun MJ, Petrelli JM, Rodriguez C, Heath CW. Body-mass index and mortality in a prospective cohort of U.S. adults. N Engl J Med. 1999; 341(5):1097-105.

Callway CW, Chumlea WC, Bouchard C, Himes JH, Lohman TG, Martin AD, Mitchell CD, Mueller WH, Roche AF, Seefeldt VD. Circumferences. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. Champaign, IL: Human Kinetics; 1988. p.39-54.

Chumlea WA, Roche AF, Mukherjee D. Nutritional assessment of the elderly through anthropometry. Ross Laboratories: Columbus, Ohio. 1987.

Chumlea WC, Guo SS, Steinbaugh ML. Prediction of stature from knee height for black and White adults and children with application to mobility impaired or handicapped persons. J Am Diet Assoc. 1994; 94:1385-88.

De Lucia E, Lemma F, Tesfaye F, Demisse T, Ismail S. The use of armspan measurement to assess the nutritional status of adults in four Ethiopian ethnic groups [abstract]. Eur J Clin Nutr. 2002; 56(2):91-5.

Gregg EW, Gerzoff RB, Thompson TJ, Williamson DF. Intentional weight loss and death in overweight and obese U.S. adults 35 years of age and older. Ann Intern Med. 2003; 138:383-9.

Han TS, Lean ME. Lower leg length as an index of stature in adults [abstract].
Int J Obes Relat Metab Disord. 1996; 20(1):21-7.

Heyward V, Stolarczyk LM. Avaliação da composição corporal aplicada. São Paulo: Editora Manole: 2000.

Jelliffe DB. The assessment of the nutritional status of the community. Geneva, WHO; 1966.

Kwok T, Writelow MN. The use of armspan in nutritional assessment of the elderly. J Am Geriatr Soc. 1991; 9(5):455-547.

Lankisch PG, Gerzmann MJ, Gerzmann F, Lehnick D. Unintentional weight loss: diagnosis and prognosis. The first prospective follow-up study from a secondary referral centre. J Intern Med. 2001; 249:41-6.

Manson JE, Willett WC, Stampfer MJ, Colditz GA, Hunter DJ, Hankinson SE, Hennekens CH, Speizer FE. Body weight and mortality among women. N Engl J Med. 1995; 333(11):677-85.

Parrish CR, Mccray SF. Nutrition support for the mechanically ventilated patient. Crit Care Nurse. 2003; 23(1):77-80.

Prescott E, Almdal T, Mikkelsen KL, Tofteng CL, Vestbo J, Lange P. Prognostic value of weight change in chronic obstructive pulmonary disease: results from the Copenhagen City Heart Study. Eur Respir J. 2002; 20:539-44.

Roubenoff R. Inflammatory and hormonal mediators of cachexia. J Nutr. 1997; 127:1014-16.

Sampaio HAC, Melo MLP, Almeida PC, Benevides ABP. Aplicabilidade das fórmulas de estimativa de peso e estatura para idosos e adultos. Rev Bras Nutr Clin. 2002; 17(4):117-21.

Slinde F, Rossander-Huthén L. Bioelectrical impedance: effect of 3 identical meals on diurnal impedance variation and calculation of body composition. Am J Clin Nutr. 2001; 74:474-8.

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 Eng J Med. 1998; 338(1):1-7.

Wienpahl J, Ragland DR, Sidney S. Body mass index and 15-year mortality in a cohort of black men and women. J Clin Epidemiol. 1990; 43(9):949-60.

World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation. Geneva: World Health Organization; 1998 (Technical Report Series, N° 894).

ANEXOS



COMPARAÇÃO DE MÉTODOS ANTROPOMÉTRICOS E DE COMPOSIÇÃO CORPORAL E CORRELAÇÃO COM PERFIL LIPÍDICO, GLICEMIA E PRESSÃO ARTERIAL



TERMO DE CONSENTIMENTO

Estou ciente que:

1 Os procedimentos que serão adotados na pesquisa "**Comparação de métodos antropométricos e de composição corporal e correlação com perfil lipídico, glicemia e pressão arterial**", constam de aplicação de questionários para obtenção das informações relacionadas ao estilo de vida; de avaliações antropométricas não invasivas (peso, altura, circunferências, avaliação da composição corporal por bioimpedância elétrica e interactância de infravermelho), de medida da pressão arterial e de exames de sangue (colesterol, LDL-c, HDL-c, triglicérides e glicemia).

2 Que como participante do estudo não serei submetido a nenhum tipo de intervenção que possa causar danos à minha saúde, visto que as condutas a serem adotadas objetivam a promoção da mesma e são respaldadas na literatura científica.

3 Que a minha participação é voluntária, assegurando que as informações obtidas serão sigilosas e facultando a mim o afastamento do estudo se eu assim desejar.

4 Que os dados obtidos estarão disponíveis para a agência financeira e equipe envolvida na pesquisa e poderão ser publicados com a finalidade de divulgação das informações científicas obtidas.

5 Que eu não receberei remuneração por minha participação nesse projeto.

6 Que se houver descumprimento de qualquer norma ética poderei recorrer ao **Comitê de Ética na Pesquisa com Seres Humanos da UFV**, dirigindo-me ao seu Presidente: Gilberto Paixão Rosado no telefone: 3899-1269.

De posse de todas as informações necessárias, concordo em participar do projeto.

Viçosa, ____ / ____ / ____

Participante:

Fabiane A. C. Rezende – Nutricionista.

FICHA DE AVALIAÇÃO

Data: ____ / ____ / ____

• **Identificação:**

Nome: _____ REC: ____

Departamento: _____ Telefone: _____

Data de nascimento: ____ / ____ / ____ Idade: ____

Profissão: () professor () funcionário () estudante

Horas de trabalho: ____

• **A) Atividade Física:** () sim () não

Tipo: _____

Frequência (n° de vezes/sem): () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7

Tempo (min.): () < 30 () 30 () 45 () 60 () > 60

• **B) Atividade Física:** () sim () não

Tipo: _____

Frequência (n° de vezes/sem): () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7

Tempo (min.): () < 30 () 30 () 45 () 60 () > 60

• **Álcool:** () sim () não

Tipo: _____

Frequência (n° dias/sem): () diário () semanal () quinzenal () mensal

Quantidade: _____

Medicamentos: () sim () não Qual (is)? _____

Suplementos: () sim () não Qual (is)? _____

Há quanto tempo está mantendo o peso atual? _____

() há menos de 6 meses () há mais de 6 meses.

Jejum desde: _____

AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA

Medidas Antropométricas				
Peso (kg)				
Altura (cm)				
IMC (kg/m ²)				
Circunferências				
Cir. Braço (cm)				
Circ. Punho (cm)				
Circ. Cintura (cm)				
Cir. Quadril (cm)				
Cir. Coxa (cm)				
Cir. Panturrilha (cm)				
Relação Estatura/Cir. Punho				
RCQ				
Dobras Cutâneas (mm)	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Média
DC Tricipital				
DC Subescapular				
DC Bicipital				
DC Axilar Média				
DC Torácica				
DC Abdominal Horizontal				
DC Supra-ilíaca				
DC Coxa Medial				
DC Panturrilha				

SEXO	TIPO DE ESTUTURA ÓSSEA		
	Pequena	Média	Grande
<i>Homens</i>	<i>> 10,4</i>	<i>10,4 - 9,6</i>	<i>< 9,6</i>

COMPOSIÇÃO CORPORAL

TANITA				
% GC - TANITA				
FUTREX	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Média
%GC – FUTREX				
GOR FUTREX (kg)				
MM FUTREX (kg)				
Água (%) FUTREX				
BIA				
%GC – BIA				
GOR BIA (kg)				
MM BIA (kg)				
Água (%) BIA				
Resistência (ohms)				
Reactância (ohms)				
Medidas Recumbentes				
Altura do Joelho (cm)				
Envergadura (cm)				
Semi-envergadura (cm)				



Dicas para uma alimentação saudável!

- Fracionar a alimentação em 5 a 6 refeições diárias.
- Evitar o sal em excesso e alimentos ricos em sódio, como embutidos (mortadela, presunto, salsichas), enlatados, molhos e temperos prontos.
- Evitar alimentos ricos em gorduras, como carnes gordas, vísceras (moela, fígado, coração), queijos cremosos e amarelos, manteiga, margarina, maionese, banha de porco, frituras, pele de frango, bacon, creme de leite.
- Prefira leites e iogurtes desnatados, carnes brancas, alimentos cozidos, assados ou grelhados, frutas, verduras e legumes, alimentos integrais.
- Prefira alimentos naturais e frescos aos industrializados.
- Evite sanduíches, salgados, doces, refrigerantes, biscoitos recheados ou amanteigados.
- Bebidas alcoólicas só podem ser ingeridas em pequenas quantidades.



Nutrição

Universidade Federal de Viçosa
Departamento de Nutrição e Saúde

Elaboração:

Fabiane A. C. Rezende – Mestranda
Lina Enriqueta F. P. L. Rosado – Orientadora

Gordura Corporal





Por que devemos nos preocupar com o excesso de gordura corporal?

A gordura corporal em excesso, principalmente na região da cintura, é responsável pela elevação dos níveis sanguíneos dos triglicérides, da glicose e redução do bom colesterol, o HDL. Além disso, este excesso de gordura corporal está envolvido na elevação da pressão arterial.

Estas alterações, quando não tratadas, podem resultar em diabetes, infarto, angina, insuficiência cardíaca e derrame.



Portanto, avaliar o seu estado nutricional periodicamente, ter uma alimentação saudável e praticar atividade física regularmente é fundamental para a prevenção e tratamento das doenças cardiovasculares.

Você sabia?

Indivíduos com o peso adequado também podem apresentar excesso de gordura corporal, principalmente quando não praticam uma atividade física regularmente.

Atividade Física

A maioria das pessoas anda de carro ou ônibus ao invés de caminhar, andam de elevador ao invés de usarem as escadas e, permanecem sentadas durante a maior parte de seu tempo livre, ao invés de praticarem alguma atividade física.



A atividade física regular ajuda a manter o peso adequado, melhora o trabalho do coração, aumenta os níveis do bom colesterol no sangue, além de combater o estresse.

Alimentação Saudável

É o conjunto da alimentação saudável que protege a saúde. Não existe um alimento que seja capaz, por si só, de prevenir ou curar doenças. O importante é ter uma alimentação balanceada e variada.