

MASSA LIVRE DE GORDURA DE CRIANÇAS SAUDÁVEIS NORTE-AFRICANAS COM 8-16 ANOS DE IDADE

Sabri Gaied Chortane¹ sabrigaied2008@yahoo.fr

Helmi Ben Saad¹ helmi.bensaad@rns.tn

Omar Ben Ounis¹ omar_oda@yahoo.fr

Hassan Zouhal² hassane.zouhal@uhb.fr

Mohamed Gazzah³ mohamed.elgazzah@fst.rnu.tn

Zouhair Tabka¹ zouhair.tabka@rns.tn

doi:10.3900/fpj.8.4.237.p

Chortane SG, Saad HB, Ounis OB, Zouhal H, Gazzah M, Tabka Z. Massa livre de gordura de crianças saudáveis norte-africanas com 8-16 anos de idade. *Fit Perf J.* 2009 jul-ago;8(4):237-46.

RESUMO

Introdução: Testar a aplicabilidade, em crianças norte-africanas, de equações de referência de massa livre de gordura (MLG) previamente publicadas e avaliar a necessidade de estabelecer uma equação de referência mais fidedigna para a MLG. **Materiais e Métodos:** Dados antropométricos (sexo, idade, peso e altura) foram utilizados como variáveis para 1000 crianças tunisianas saudáveis com idades entre 8-16 anos através da análise bioelétrica de impedância. **Resultados:** As equações de referência publicadas não predisseram fidedignamente a MLG medida. A equação de referência foi expressa como: $MLG (kg) = 0,4706 \times \text{peso corporal (kg)} + 0,2161 \times \text{altura (cm)} - 2,4659 \times \text{gênero (meninos: 0; meninas: 1)} + 0,2167 \times \text{idade (ano)} - 19,4452$. Uma MLG medida é considerada anormal quando está além do limite da faixa normal (valor de referência: $\pm 5,5$ kg). Os dados antropométricos explicaram 86,9% da variância de MLG. **Discussão:** Esta equação de referência fidedigna de massa livre de gordura enriquece o banco mundial de equações de referência, e fornece referências úteis para o cuidado de pacientes pediátricos.

PALAVRAS-CHAVE

Distribuição da Gordura Corporal, Criança, Composição Corporal, Antropometria.

¹ Laboratoire de Physiologie et des Explorations Fonctionnelles - Faculté de Médecine de Sousse - Tunis - Tunísia

² Laboratoire Mouvement Sport Santé (M2S) - UFR APS - Université Rennes 2 - Campus la Harpe - Rennes - França

³ Unité de recherche «Génétique des populations et ressources biologiques» - Faculté des Sciences de Tunis - Tunis - Tunísia

FAT-FREE MASS OF HEALTHY NORTH AFRICAN CHILDREN AGED 8-16 YEARS

ABSTRACT

Introduction: To test the applicability, to North African children, of previously published reference equations for fat-free mass (FFM), and the need to establish a more reliable reference equation for FFM. **Materials and Methods:** Anthropometric data (gender, age, weight and height) were used as variables for 1000 healthy Tunisian children aged 8-16 years-old via bioelectrical impedance analysis. **Results:** The published reference equations did not reliably predict measured FFM. The reference equation was expressed as follow: $FFM (kg) = 0.4706 \times \text{body weight (kg)} + 0.2161 \times \text{height (cm)} - 2.4659 \times \text{gender (boys: 0; girls: 1)} + 0.2167 \times \text{age (years)} - 19.4452$. A measured FFM is considered abnormal when it is beyond the limit of normal range (reference value ± 5.5 kg). The anthropometric data explained 86.9% of the FFM variance. **Discussion:** This FFM reliable reference equation enriches the World Bank of reference equations, and provides useful references for the care of paediatric patients.

KEYWORDS

Body Fat Distribution, Child, Body Composition, Anthropometry.

MASA LIBRE DE GORDURA DE NIÑOS SALUDABLES NORTEAFRICANOS CON 8-16 AÑOS DE EDAD

RESUMEN

Introducción: Comprobar la aplicabilidad, en niños norteafricanos, de ecuaciones de referencia de masa libre de gordura (MLG) previamente publicadas y evaluar la necesidad de establecer una ecuación de referencia más fidedigna para la MLG. **Materiales y Métodos:** Datos antropométricos (sexo, edad, peso y altura) habían sido utilizados como variables para 1000 niños tunecinos saludables con edades entre 8-16 años a través del análisis bioeléctrico de impedancia. **Resultados:** Las ecuaciones de referencia publicadas no predijeron fehacientemente la MLG medida. La ecuación de referencia fue expresa como: $MLG (kg) = 0,4706 \times \text{peso corporal (kg)} + 0,2161 \times \text{altura (cm)} - 2,4659 \times \text{género (niños: 0; niñas: 1)} + 0,2167 \times \text{edad (año)} - 19,4452$. Una MLG medida es considerada anormal cuando está además del límite de la franja normal (valor de referencia: $\pm 5,5$ kg). Los datos antropométricos explicaron 86,9% de la varianza de MLG. **Discusión:** Esta ecuación de referencia fidedigna de masa libre de gordura enriquece el banco mundial de ecuaciones de referencia, y suministra referencias útiles para el cuidado de pacientes pediátricos.

PALABRAS CLAVE

Distribución de la Grasa Corporal, Niño, Composición Corporal, Antropometría.

INTRODUÇÃO

Em crianças existe um crescente reconhecimento da necessidade de medir a composição corporal, especialmente a massa gorda e a massa livre de gordura (MLG), uma vez que é um importante índice para uma rigorosa avaliação do estado nutricional¹ e um poderoso fator de previsão de mortalidade e morbidade². Esta medida fornece informações mais úteis do que o conjunto de medições de peso, altura e os parâmetros derivados como o índice de massa corporal (IMC)³. A MLG, considerada como uma base para a avaliação de um paciente obeso⁴, é frequentemente medida pela análise bioelétrica de impedância (BIA). A BIA, um método não-invasivo, de baixo custo, portátil e prático para avaliar a composição corporal humana, amplamente utilizado, é reconhecida por estimar a composição corporal^{5,6,7} e é conhecida pela sua validade e utilidade para diversos grupos de amostra, incluindo jovens e obesos⁸.

A base da interpretação da MLG baseia-se na comparação da MLG medida com a prevista das equações

de referência^{9,10,11,12,13,14}. Devemos ter em mente que as equações específicas de referência são mais adequadas para indivíduos que correspondem à população de referência utilizada inicialmente quando decorrentes da equação¹⁵. No norte da África, onde pediatras são confrontados com uma escolha crescente de equações de previsão para a estimativa da MLG, a necessidade de equações locais de referência específicas de crianças tem sido evidenciada, ao menos para os dados espirométricos e de exercício^{16,17}. Como o uso de equações não-locais pode levar a uma interpretação clínica errônea e, possivelmente, ter um efeito profundo sobre a estimativa obtida, a aplicabilidade das equações de referência publicadas de MLG em crianças^{9,10,11,12,13,14} deve ser avaliada nesta população, como foi demonstrado no Sri Lanka Australiano^{3,14} e em crianças pré-púberes caucasianas⁵.

Quanto aos outros parâmetros fisiológicos^{16,17,18}, o uso dos limites inferiores e superiores do intervalo normal (LLN, ULN, respectivamente) poderia ser mais apropriado

para a composição corporal, onde a questão clínica pode envolver um valor que pode ser muito alto ou muito baixo.

Assim, os objetivos do presente estudo são testar a aplicabilidade das equações de referência publicadas anteriormente em relação aos norte-africanos^{9,10,11,12,13,14} e, se necessário, estabelecer uma equação de referência mais fidedigna de MLG utilizando dados antropométricos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Participantes

Este estudo prospectivo foi realizado durante um período de 15 meses (outubro 2007-dezembro 2008), entre uma amostra representativa de crianças saudáveis da Tunisian White School com idades compreendidas entre 8 e 16 anos (12 ± 2 anos). As crianças foram escolhidas aleatoriamente a partir de doze escolas diferentes situadas no centro da Tunísia.

Os indivíduos selecionados eram voluntários saudáveis não sofrendo de doenças cardíacas ou pulmonares, síndrome metabólica e diabetes. Nenhuma criança esportista ou atlética foi selecionada.

Antes de iniciar o processo de tomada de medidas, foi dado aconselhamento integral sobre a natureza do protocolo aos sujeitos e aos seus pais, que deram um consentimento informado por escrito para o protocolo experimental. A aprovação do estudo foi obtida a partir da Comissão de Ética regional (Farhat Hached Hospital de Sousse, Tunísia), com número de aprovação e de registro fiscal 340509S/A/M/000.

Procedimentos

Dados de cada criança voluntária incluíram: sexo, idade (anos), altura (cm), peso (kg) e histórico clínico. A equação de predição do tamanho da amostra foi inicialmente calculada¹⁹, chegando a um quantitativo de 500 meninas e 500 meninos.

A estatura foi medida com um estadiômetro vertical e registrado com uma precisão de 0,1 cm. O peso foi medido com aproximação de 0,1 kg, com uma balança digital (OHAUS, Florhman Park, NJ, EUA). O índice de massa corporal (IMC) foi calculado como o peso dividido pela altura ao quadrado ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$). Todos os testes foram realizados no período entre 8h e 13h.

Análise bioelétrica de impedância: A MLG foi aferida usando um BIA (analisador Maltron BF-906), de acordo com as instruções especificadas pelo fabricante¹⁵. A BIA aplica 50 kHz a uma corrente oscilante de 800 μA . Já foi relatado que a BIA mostra uma alta confiabilidade na avaliação da MLG^{21,22}.

Antes de iniciar as medições, cada criança tinha 10 min de descanso. As crianças foram instruídas a não realizar qualquer atividade física e a jejuar por 12 h antes do teste²³. Durante o experimento, cada criança foi primeiramente convidada a esvaziar sua bexiga e, em seguida, foi posicionada deitada calmamente em decúbito dorsal, com os braços ligeiramente afastados do corpo. As pernas foram afastadas de modo que as coxas ficassem separadas. Eletrodos tetrapolares foram utilizados, sendo colocados na superfície dorsal da mão direita e do pé, nas partes distais metacárpicas e metatársicas, respectivamente, e entre as proeminências distais do rádio e da ulna no punho, e médica e lateral maleolar no tornozelo.

Novos eletrodos foram colocados entre cada leitura e foi tomado o cuidado para assegurar que a distância entre eles fosse de, pelo menos, 3 cm, para evitar uma possível interação entre os eletrodos, o que pode causar leituras elevadas de resistência²⁴. Pouco antes do teste foi computado, no analisador Maltron BF-906, os seguintes parâmetros, em ordem de aparição: sexo (meninos/meninas), altura, peso e idade. A média das três leituras de resistência foi registrada para cada sujeito. As medidas de BIA incluem os parâmetros a seguir: gordura corporal (kg), água corporal total (ACT, kg), MLG (kg), impedância corporal (Z , Ω) e resistência (R , Ω).

Tratamento estatístico

Os dados são apresentados como média \pm desvio padrão. As variáveis de distribuição e normalidade foram avaliadas pelo teste Kolmogorov-Smirnov¹⁹. Os dados foram analisados utilizando-se o software Statistica (Statistica Kernel, versão 6, StatSoft, França).

Comparação com equações de referência publicadas: A MLG medida foi comparada, para a mesma faixa etária, com a MLG prevista calculada para cada um usando várias equações de referência publicadas^{9,10,11,12,13,14} usando testes- t pareados e parcelas de dispersão. Os limites de concordância (LDC) para MLG foram calculados por meio dos métodos de Bland-Altman²⁵ (MLG medida menos MLG prevista), avaliando as diferenças médias contra a média (média $\pm 1,96 \times$ desvio padrão). A equação de referência que fornece o LDC mais próximo de zero foi a mais adequada para a referida população.

Correlação univariada: A variável dependente (MLG) foi distribuída normalmente. Os testes- t foram usados para avaliar a associação entre a MLG e a variável categórica (sexo). Os coeficientes de correlação produto-momento de Pearson avaliaram as associações entre a MLG e as medidas contínuas: idade, altura, peso, IMC.

Equação de referência de MLG: A linearidade de associação entre a MLG e medidas contínuas foi verificada graficamente colocando-se cada regressor contra a MLG. Apenas variáveis associadas significativamente e

Tabela 1 - Dados morfoantropométricos em diferentes faixas etárias (n=1000)

		peso (kg)	altura (cm)	IMC (kg·m ⁻²)	MLG (kg)	gordura corporal (kg)	ACT (kg)	resistência (Ω)
8-9 anos	meninas (n=80)	29,0 ± 4,3	134 ± 6	16 ± 2	24,0 ± 3,7	4,8 ± 1,6	14,8 ± 2,4	688 ± 59
	meninos (n=86)	29,9 ± 5,3	138 ± 7*	16 ± 3	24,8 ± 4,0	4,9 ± 2,0	15,4 ± 2,6	672 ± 43
10-11 anos	meninas (n=80)	33,9 ± 7,0	144 ± 7	16 ± 2	28,7 ± 5,4	5,3 ± 2,3	18,0 ± 3,2	689 ± 66
	meninos (n=86)	35,0 ± 7,1	144 ± 6	17 ± 3	30,1 ± 4,9	4,8 ± 3,2	18,9 ± 2,8	695 ± 73
12-13 anos	meninas (n=138)	45,9 ± 9,5	156 ± 7	19 ± 3	36,5 ± 5,8	9,3 ± 4,7	21,4 ± 3,3	690 ± 81
	meninos (n=166)	43,3 ± 7,9*	155 ± 9	18 ± 2*	36,7 ± 6,4	6,8 ± 3,9*	22,7 ± 4,7*	651 ± 70*
14-16 anos	meninas (n=196)	52,9 ± 11,0	160 ± 5	21 ± 4	38,9 ± 6,1	13,7 ± 7,3	21,8 ± 3,2	693 ± 86
	meninos (n=172)	52,0 ± 10,9	162 ± 9*	20 ± 3*	44,5 ± 8,9*	7,3 ± 5,0*	28,0 ± 6,6*	591 ± 76*
total da amostra	meninas (n=500)	43,6 ± 12,8	152 ± 11	19 ± 4	34,0 ± 7,9	9,5 ± 6,3	19,9 ± 4,1	690 ± 77
	meninos (n=500)	43,2 ± 12,1	153 ± 12*	18 ± 3*	36,7 ± 10,1*	6,4 ± 4,2*	23,0 ± 6,9*	638 ± 80*

Tabela 2 - Coeficientes de correlação univariada de Spearman entre a massa livre de gordura e os dados das crianças

	meninas (n=500)	meninos (n=500)	total amostra (n=1000)
idade (anos)	0,72*	0,76*	0,73*
altura (cm)	0,78*	0,88*	0,84*
peso (kg)	0,89*	0,94*	0,90*
índice de massa corporal (kg·m ⁻²)	0,78*	0,70*	0,70*

* $p < 0,05$ **Tabela 3** - Variáveis independentes incluídas na equação de regressão múltipla progressiva linear para a massa livre de gordura (MLG)

variáveis independentes	B	r ² cumulativo	dp	1,64 × dpr
meninas (n = 500)				
constante	-6,1965			
IMC (kg·m ⁻²)	1,1803	0,607	1,08	6,6
idade (anos)	1,4827	0,743		
meninos (n = 500)				
constante	8,6649			
peso (kg)	0,9450	0,887	1,06	4,5
IMC (kg·m ⁻²)	-1,0272	0,923		
idade (anos)	0,4627	0,928		
total da amostra (n = 1000)				
constante	-19,4452			
peso (kg)	0,4706	0,805		
altura (cm)	0,2161	0,850	1,88	5,5
sexo (meninos: 0; meninas: 1)	-2,4659	0,868		
idade (anos)	0,2167	0,869		

B: Coeficiente de regressão não-padrão; r²: coeficiente de determinação; dp: desvio padrão; dpr = desvio padrão residual
 Equação de referência de MLG retida: $MLG (kg) = -19,4452 + 0,4706 \times \text{peso (kg)} + 0,2161 \times \text{altura (cm)} - 2,4659 \times \text{sexo (meninos: 0; meninas: 1)} + 0,2167 \times \text{idade (anos)}$.

Interpretação: após o valor de MLG previsto para esta equação para uma única criança ser computado, o limite abaixo do normal (LLN = - 1,64 × RSD) ou o limite acima do normal (ULN = + 1,64 × RSD) para o paciente ser obtido por, respectivamente, subtrair ou adicionar 5,5 kg ao valor calculado

linearmente foram introduzidas no modelo. Um modelo de regressão linear foi utilizado para avaliar as variáveis independentes que explicam a variância na MLG. Variáveis candidatas foram intensificadas no modelo com um método de seleção progressivo. Para determinar a entrada e a saída do modelo, níveis de significância de 0,15 e 0,05 foram utilizados, respectivamente. Não foi detectada colinearidade entre preditores com fatores de inflação de variância.

A apreciação do modelo do atual estudo foi avaliada pela correlação e coeficientes de determinação (r , r^2 , respectivamente) e do erro padrão. O intervalo de confiança de 95% (CI 95%) foi calculado: $95\% \text{ IC} = 1,64 \times \text{desvio padrão residual}^{19}$. Uma medida MLG superior ao ULN (valor de referência + 95% IC) ou inferior a LLN (valor de referência - 95% IC) foi considerada como anormal^{18,19}.

O valor de $p < 0,05$ foi considerado estatisticamente significativo.

RESULTADOS

Dados antropométricos

O número de crianças em cada faixa etária, a distribuição do sexo e os dados antropométricos são apresentados na Tabela 1. Na amostra total, não houve diferenças significativas entre os meninos ($n = 500$) e meninas ($n = 500$) ou peso (Tabela 1). Os meninos têm

significativamente maior altura, MLG e ACT. As meninas têm significativamente maior IMC, resistência e gordura corporal (Tabela 1). A diferença de MLG entre meninos e meninas é significativa apenas no grupo etário dos 14-16 anos. Essa diferença pode estar relacionada com a altura e as diferenças de IMC dentro do mesmo grupo (Tabela 1).

A imagem 1 mostra os dados da MLG das 1000 crianças, de acordo com as variações de idade (Imagem 1.A), altura (Imagem 1.B) e peso (Imagem 1.C). Amplas variações de MLG foram observadas para a totalidade do grupo, de 15,1 kg para 62,2 kg nas meninas, e 15,1 kg para 77,7 kg nos meninos.

Comparação com equações de referência publicadas

A Imagem 2 mostra as comparações de Bland & Altman²⁵ entre as MLG medidas e previstas a partir das equações de referência publicadas^{9,10,11,12,13,14}. Houve uma inclinação sistemática entre os valores medidos e previstos em relação a todas estas equações. Para as mesmas faixas etárias, a média da presente pesquisa \pm desvio padrão de MLG medido foi significativamente subestimado por $1,5 \pm 3,1$ kg ($p < 0,05$) (Imagem 2-A), $2,0 \pm 2,8$ kg ($p < 0,05$) (Imagem 2-B), $1,2 \pm 2,6$ kg ($p < 0,05$) (Imagem 2-C), $1,2 \pm 3,0$ kg ($p < 0,05$) (Imagem 2-D), $3,4 \pm 4,1$ kg ($p < 0,05$) (Imagem 2-E) e $4,9 \pm 3,4$ kg ($p < 0,05$) (Imagem 2-F), respectivamente, com as equações de

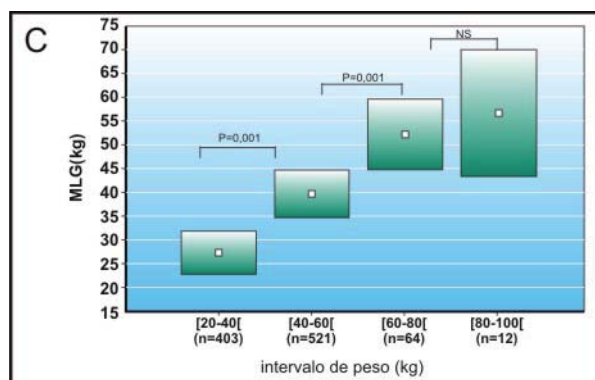
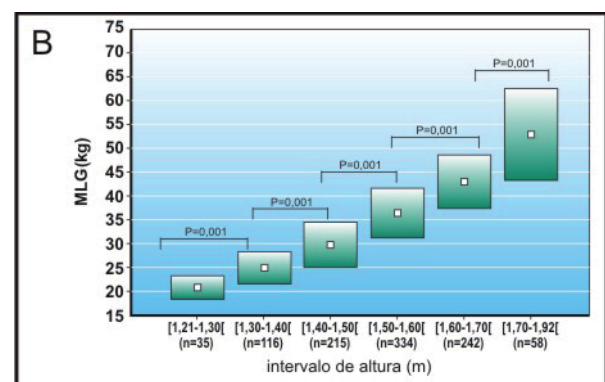
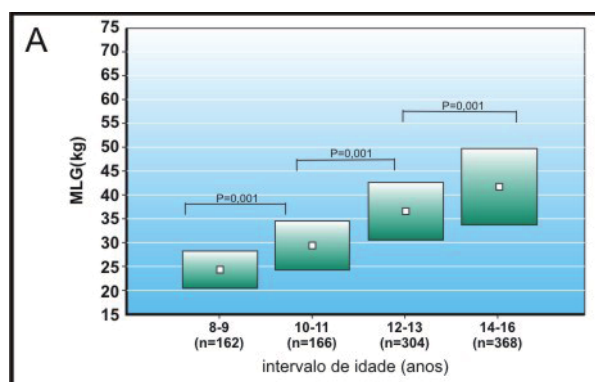


Imagem 1 - A massa livre de gordura (MLG) de diferentes subgrupos de crianças, varia de acordo com a idade (Imagem 1.A), altura (Imagem 1.B) e peso corporal (Imagem 1.C)

n: número de crianças; NS: não significativo

* $p < 0,05$: comparação (teste U de Man Witney) de uma variação para a próxima

referência de Rush *et al.*¹³, De Lorenzo *et al.*¹², Deurenberg *et al.*⁹, Houtkooper *et al.*¹⁰, Schaefer *et al.*¹¹ e Wickramasinghe *et al.*¹⁴.

Análise univariada

O sexo afeta significativamente a MLG (Tabela 1). Em média, o valor de MLG foi 2,7 kg maior nos meninos, quando comparados às meninas ($p < 0,05$). A Tabela 2 expõe o coeficiente de correlação entre os dados da MLG e das crianças. Todos os dados antropométricos foram significativamente correlacionados com a MLG.

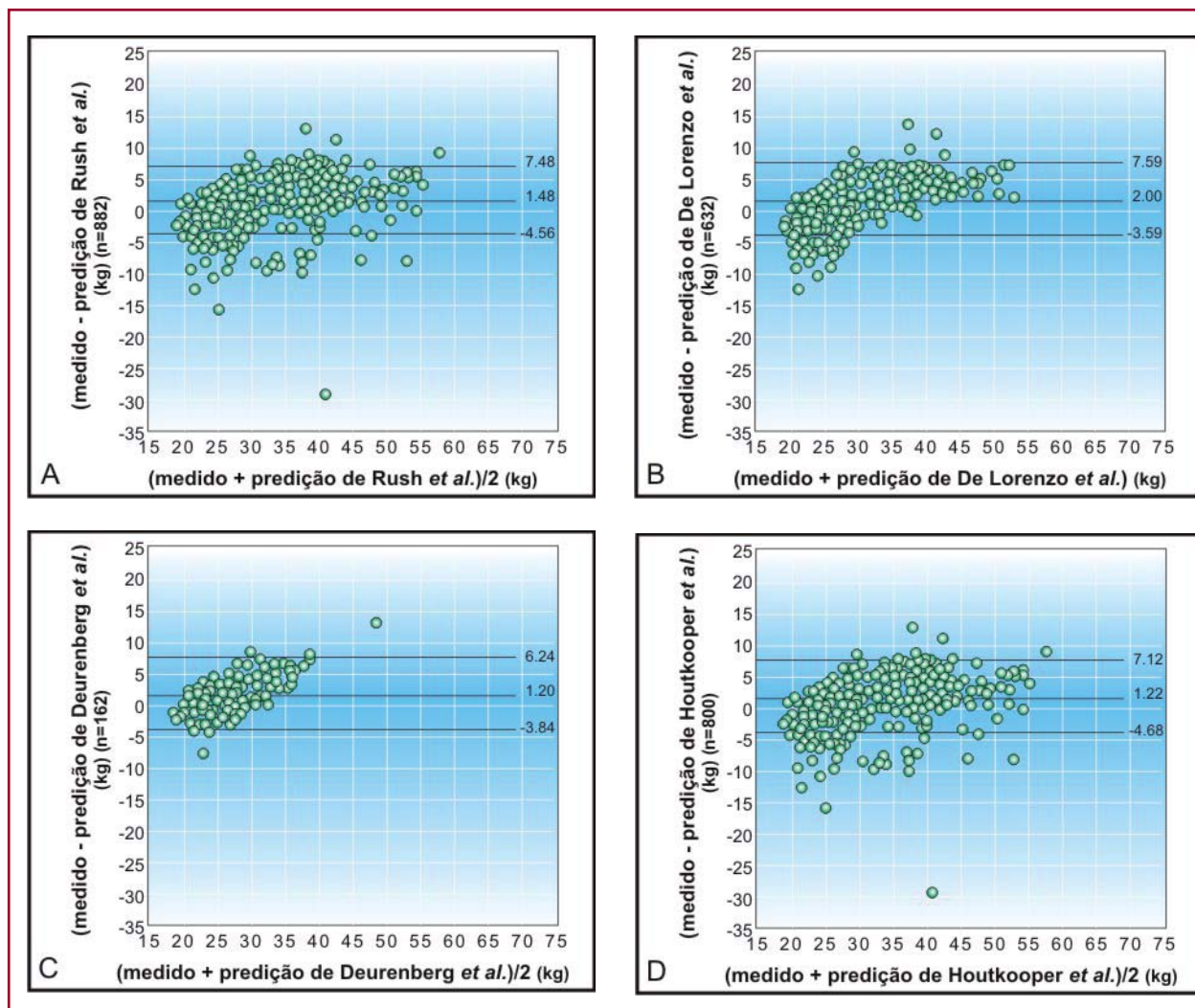
Equação de referência de MLG

Para interpretação prática e diária da MLG, uma equação de referência deve incluir apenas dados antropométricos facilmente medidos. Conseqüentemente, foi estabelecida uma equação de referência com os parâmetros comuns: sexo, idade, peso e altura. A Tabela 3 apresenta, para as meninas, meninos e o total da amostra, o r^2 acumulado das variáveis inde-

pendentes incluídas na equação de regressão múltipla linear de MLG.

O modelo único para o total da amostra, levando em consideração sexo [MLG (kg) = $-19,4452 + 0,4706 \times$ peso (kg) + $0,2161 \times$ altura (cm) - $2,4659 \times$ sexo (meninos: 0; meninas: 1) + $0,2167 \times$ idade (anos)], que explicam em 86,9% (r^2), a variabilidade de MLG (Tabela 3). Assim, o vigente trabalho utilizou este modelo de equação de referência para a referida população norte-africana (Tabela 3).

Apoiando-se nesta equação de referência, calculada para as 1000 crianças saudáveis, a MLG medida pela BIA corresponde a $100 \pm 8\%$ do MLG previsto. A média \pm desvio padrão de MLG medido não foi significativamente diferente do valor previsto da presente equação de referência mantida ($-0,0 \pm 3,3$ kg) ($p = 0,99$). Quando comparado com a equação de referência publicada^{9,10,11,12,13,14} (Imagem 2), a equação retida nesta pesquisa fornece o LDC mais próximo de zero (Imagem 2-G).



DISCUSSÃO

No presente estudo, a MLG de um grande grupo de crianças norte-africanas saudáveis, com idades compreendidas entre os 8-16 anos, foi mensurado prospectivamente. Consciente do fato de que as equações de referência publicadas disponíveis não prevêm fidedignamente a MLG na referida população norte-africana, procurou-se por valores específicos nestas crianças. Usando dados antropométricos como previsores independentes, foi estabelecida uma nova equação de referência que explicou 86,9% da variabilidade de MLG.

Os fatores processuais que afetam a variabilidade de MLG foram controlados, como o respeito aos critérios de exclusão, informações claras e preparação das crianças, o agendamento do teste¹⁵. A adoção de critérios de exclusão na presente pesquisa é motivada pelo fato de que sua presença influencia negativamente a precisão dos resultados obtidos¹⁵. Estas precauções metodológicas permitiram, assim, obter resultados confiáveis. Portanto, o presente estudo, que é o primeiro de uma população

norte-africana, proporciona resultados úteis para a interpretação da MLG nesta população.

Cada uma das equações de referência avaliadas para este estudo focou-se sobre um número relativamente pequeno de crianças saudáveis (número variou entre 35 e 282) e sobre uma variação limitada de idade frequente em crianças pré-púberes (Tabela 4). Dados coletados sobre uma grande faixa etária entre 8 e 16 anos explicam até 86,9% da variabilidade de MLG (Tabela 3), que pareceu ser satisfatório.

Além do BIA, a MLG pode ser efetivamente avaliada utilizando diferentes métodos, em particular: hidro-densitometria; K espectrometria; método de dobras cutâneas; e absorptiometria dual de raios X^{23,26}. Embora a BIA seja menos sensível e menos precisa do que estes métodos mencionados, é útil como uma técnica altamente reprodutível, relativamente precisa, clinicamente não-invasiva, de baixo custo e portátil^{3,22,23}. Além disso, é fácil executar porque requer mínima cooperação do sujeito e um treinamento de operador^{23,27}. Além disso, BIA é uma técnica

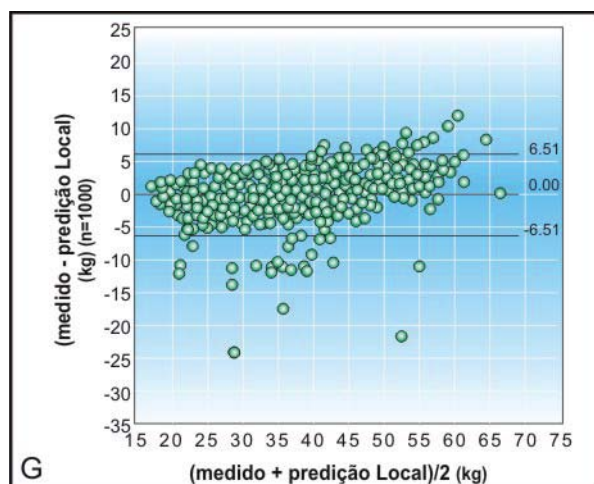
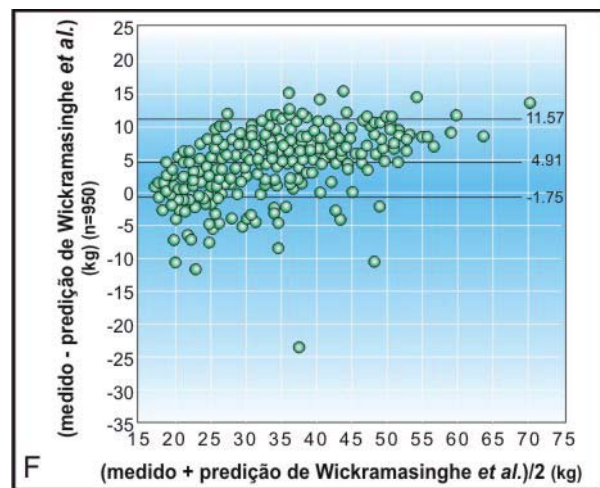
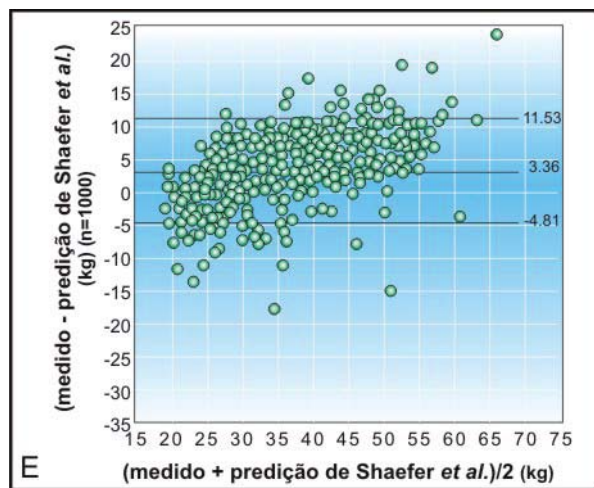


Imagem 2 - Representação de Bland e Altman entre massa livre de gordura (MLG) medidas e previstas de Rush et al. (Imagem 2.A), De Lorenzo et al. (Imagem 2.B), Deurenberg et al. (Imagem 2.C), Houtkooper et al. (Imagem 2.D), Schaefer et al. (Imagem 2.E), WICKRAMASINGHE et al. (Imagem 2.F) e a partir das equações de referência locais (Imagem 2.G).

Linha contínua: Média de diferença. Linha pontilhada: Média \pm 1,96 SD

simples e rápida que pode ser fornecida pelo apertar de um pequeno número de botões e pela exibição de água corporal total (ACT) e MLG. Para minimizar a influência das distorções causadas pela gordura na determinação da MLG, o operador aplicou às crianças dois pares de eletrodos colocados topicamente utilizando uma corrente alternada, e isso reduz significativamente a influência da resistência da pele¹⁵.

No uso real, porém, o cálculo do BIA da gordura corporal de um sujeito pode variar em 10% do peso por causa da diferença de máquina e metodologia utilizadas¹⁵. Equações e suas variáveis diferem, tal como a escolha, de um método de referência¹⁰. Há necessidade de um consenso entre os especialistas sobre as condições adequadas de uso e aplicações adequadas de BIA. Além disso, os resultados variam de uma pessoa para outra por causa de um diferente tamanho corporal, forma, eletrólitos, distribuição de fluidos, ou outros aspectos da composição corporal e irá variar na mesma pessoa ao longo do tempo de acordo com a mudança dessas características. Assim, a menor variação no tamanho do corpo, forma ou composição terá, pelo menos, um pequeno efeito sobre a impedância^{3,14}.

A desvantagem do método BIA é que ele estima a MLG usando equações de previsão derivadas matematicamente, a maioria dos quais eram pro-

venientes de norte-americanos e de populações da Europa Ocidental. A validade de sua utilização em outras populações tem sido questionada³. É sempre prudente desenvolver uma equação adequada para converter a impedância medida para um parâmetro de composição corporal.

Como é recomendado para tal um estudo com o objetivo de estabelecer uma equação de referência, os instrumentos e procedimentos utilizados para gerar equações de referência cumpriram as normas em vigor. A população de referência foi bem definida, possuía um tamanho razoável e os limites do intervalo de referência foram bem definidos. A equação de referência foi biologicamente adequada aos sujeitos servidos, com foco em dados antropométricos e características étnicas¹⁸.

Discussões de relatórios de BIA incluem, muitas vezes, uma discussão de "equações". Estas são as equações descrevendo as relações estatísticas encontradas para uma população específica e que não são derivadas de raciocínio biofísico, embora argumentos plausíveis em seu apoio sejam frequentemente fornecidos. Neste estudo, foram focalizados apenas os dados antropométricos. O peso é comumente incluído em fórmulas usadas para estimar MLG (Tabela 4) a partir de medições BIA, e, portanto, é importante que o peso seja medido com precisão. O excesso ou diminuição de

Tabela 4 - Equações de referência para a massa livre de gordura (MLG)

sexo (n)	idade	fatores influentes de MLG	Equações de referência de MLG	r ²	ep	1,64 x pr
Itália: De Lorenzo et al. 1998¹²						
não mencionado (35)	7,7-13,0	h ² ·r ¹ , peso	0,588 × h ² ·r ¹ + 0,211 × peso + 2,330	0,92	1,0	?
Holanda: Deurenberg et al. 1989⁹						
meninos (33) meninas (31)	8-11	sexo, h ² ·r ¹ , peso	0,430 × h ² ·r ¹ + 0,354 × peso + 0,9 × sexo (meninos: 1; meninas: 2)		1,65	?
EUA: Houtkooper et al. 1992¹⁰						
meninos (53) meninas (41)	10-14	h ² ·r ¹ , peso	0,61 × h ² ·r ¹ + 0,25 × peso + 1,31	0,95	3,9	?
Nova Zelândia: Rush et al. 2003¹³						
meninos (83) meninas (89)	5-14	h ² ·r ¹ , peso	0,622 × h ² ·r ¹ + 0,234 × peso + 1,166	0,96	2,44	?
Alemanha: Schaefer F et al. 1994¹¹						
não mencionado (112)	4-19	h ² ·r ¹ , idade	0,65 × h ² ·r ¹ + 0,68 × idade + 0,15	0,97	1,98	?
Sri Lanka: Wickramasinghe et al. 2007¹⁴						
meninos (158) meninas (124)	5-15	h ² ·r ¹ , peso, sexo	0,56 × h ² ·r ¹ + 0,22 × peso + 1,6 × sexo (meninos: 1; meninas: 0) - 0,22	0,87	2,7	2,8
África do Norte: presente estudo						
meninos (500) meninas (500)	8-16	peso, idade, sexo, h	0,4706 × peso + 0,2161 × altura - 2,4659 × (meninos: 0; meninas: 1) + 0,2167 × idade - 19,4452	0,87	1,88	5,5

n: número de crianças; h: altura (cm); r: resistência, IMC: índice de massa corporal (kg·m²); r²: coeficiente de determinação; ep = erro padrão; dpr: desvio padrão residual

peso em até 1 kg pode provocar um erro de 0,2 litros de ACT. Assim, os indivíduos devem ter peso determinado, com a aproximação de 0,1 kg¹⁴.

Na presente equação de previsão, a altura mostrou um elevado grau de associação com a variável dependente do total da amostra (Tabela 2) e apresentou melhor correlação com as equações de referência publicadas^{9,10,11,12,13,14}. O sexo, em consonância com outros estudos^{9,10,11,12,13,14}, parece ser um fator influente independente de MLG. A utilização de equações de referência específicas (idade e sexo), para a densidade da MLG para as crianças, fornece critérios mais precisos de previsão de MLG e, portanto, do percentual de gordura corporal¹⁴. Na vigente amostra populacional, a diferença entre meninas e meninos pôde ser atribuída à altura, ao IMC, à resistência e às diferenças ACT (Tabela 1).

Neste estudo, a idade¹¹ foi considerada um bom predictor da MLG (Tabela 3). Ela fornece valores de referência e equações de predição para MLG baseados em uma grande amostra (n = 1000) de crianças tunisianas saudáveis (8-16 anos). Valores de referência precisos para este grupo etário são importantes para fins clínicos. Como acontecem com todas as equações preditivas, eles só são válidos para este grupo específico, ou seja, crianças com idade entre 8-16 anos e com uma altura de 134-160 cm para os meninos e 138-162 cm para as meninas.

Foram encontradas diferenças significativas entre a MLG medida e prevista a partir das equações de referência publicadas (Imagem 2). Isto está de acordo com o estudo de Reilly *et al.*⁵ investigando a capacidade de algumas equações pediátricas de MLG publicadas^{10,21} para prever MLG em 98 crianças pré-púberes caucasianas. Eles descobriram que as equações de Deurenberg *et al.*¹⁴ e Schaefer *et al.*¹¹ subestimaram sistematicamente a referência de MLG. A equação de Houtkooper *et al.*¹⁰ previu a MLG com insignificante inclinação e tinha acordo LDC mais restrito em relação ao método de referência do que as outras equações testadas. Eles concluem que a capacidade de impedância do corpo inteiro para prever a composição corporal em crianças depende da equação escolhida e que a aplicabilidade geral das equações de impedância do corpo todo não pode ser assumida com segurança⁵.

As implicações desta sobre crianças com doenças crônicas, como obesidade ou diabetes, podem ser consideráveis e incluem erros potenciais em relação ao grau de deficiência do paciente e de expectativas irrealistas de intervenções terapêuticas. Isto sustenta a utilização de uma equação de referência específica. Por motivos puramente práticos, foi estabelecida neste

estudo uma única equação de referência de MLG que incluiu parâmetros medidos mais fáceis (peso, altura, sexo e idade), como variáveis independentes. Esta equação explica ainda 86,9% da variabilidade da MLG, que é pelo menos tão boa como a equação de referência publicada (Tabela 4).

A maneira de interpretar a medida da MLG é um tema de controvérsia. A presente investigação em todas as decisões médicas depende tanto em selecionar e utilizar corretamente equações de referência e os seus limites (os limites que conduzem a mudanças na ação) como em obter corretamente as medidas. Na interpretação dos valores de referência para a MLG, foram comparados, tipicamente, os valores medidos de um paciente com valores de referência retirados dos estudos populacionais e rotulados valores "normais". O LLN ou o ULN são mais comumente definidos, respectivamente, como o menor e o maior IC 95% (Tabela 3). Valores de pacientes entre essas duas demarcações são muitas vezes arbitrariamente rotulados como "normais", enquanto aqueles abaixo ou acima são rotulados como "anormais". Os termos "normais" e "anormais" são problemáticos porque podem implicar imprecisamente saúde ou doença.

Usando apenas um LLN ou ULN é adequado para MLG uma vez que a questão clínica sendo solicitada é a de saber se o valor medido é muito baixo ou muito alto¹⁸. Deve-se ser ainda mais cauteloso na interpretação quando o valor medido está próximo de um limiar, a situação em que os erros são mais prováveis de ocorrer. Quando possível, as informações clínicas devem ser utilizadas para fazer essas 'emergências'.

Conforme recomendado, as equações de referência propostas na vigente pesquisa não devem ser extrapoladas para além dos intervalos de idade (8-16 anos) e estatura (121-192 cm) comunicados da população de referência.

A BIA é útil para uma rápida avaliação da composição corporal em uma série de circunstâncias. É importante que as técnicas de avaliação da composição corporal sejam válidas para a população na qual são utilizadas. Desta forma, foi estabelecida uma equação de referência fidedigna para interpretar os resultados da MLG em crianças norte-africanas saudáveis. A presente equação de referência de MLG, que ajuda a superar o obstáculo interpretativo, pode ser facilmente prevista a partir dos simples parâmetros antropométricos medidos. A vigente equação de MLG enriquece o Banco Mundial de equações de referência, a partir do qual o médico deve escolher de acordo com o local e antecedentes étnicos do paciente.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam sinceros agradecimentos a Foued Ftaiti, Ali Hadroug e todas as crianças que participaram do presente estudo.

REFERÊNCIAS

- Wells JC, Fuller NJ, Dewit O. Four-component model of body composition in children: density and hydration of fat-free mass and comparison with simpler models. *Am J Clin Nutr.* 1999;69:904-12.
- Must A, Jacques PF, Dallal GE. Long-term morbidity and mortality of overweight adolescents. A follow-up of the Harvard Growth Study of 1922 to 1935. *N Engl J Med.* 2004;350:2362-74.
- Wickramasinghe VP, Cleghorn GJ, Edmiston KA, Murphy AJ, Abbott RA, Davies PS. Validity of BMI as a measure of obesity in Australian white Caucasian and Australian Sri Lankan children. *Ann Hum Biol.* 2005;32:60-71.
- Wabitsch M. Overweight and obesity in European children: definition and diagnostic procedures, risk factors and consequences for later health outcome. *Eur J Pediatr.* 2000;159:8-13.
- Reilly JJ, Wilson J, McColl JH. Ability of bioelectric impedance to predict fat-free mass in prepubertal children. *Pediatr Res.* 1996;39:176-9.
- Fuller NJ, Fewtrell MS, Dewit O. Segmental bioelectrical impedance analysis in children aged 8-12y: 1. The assessment of whole-body composition. *Inter. J Obesity.* 2002;26:684-91.
- Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD. Composition of the ESPEN Working Group bioelectrical impedance analysis: review of principles and methods. *Clin Nutr.* 2004;23:1226-43.
- Segal KR, Van Itallie TB. Lean body mass estimation by bioelectrical impedance analysis: a four-site cross-validation study. *Am J Clin Nutr.* 1988;47:7-14.
- Deurenberg P, van der Kooy K, Paling A. Assessment of body composition in 8-11 y old children by bioelectrical impedance. *Eur J Clin Nutr.* 1989;43:623-9.
- Houtkooper LB, Going SB, Lohman TG. Bioelectrical impedance estimation of fat-free body mass in children and youth a cross-validation study. *J Appl Physiol.* 1992;71:366-73.
- Schaefer F, Georgi M, Zieger A. Usefulness of bioelectric impedance and skinfold measurement in predicting fat-free mass derived from total body potassium in children. *Pediatr Res.* 1994;35:617-24.
- De Lorenzo A, Sorge SP, Lacopino L. Fat-free mass by bioelectrical impedance vs dual-energy x-ray absorptiometry (DXA). *Appl Radiat Isot.* 1998;49:739-41.
- Rush EC, Puniani K, Valencia ME. Estimation of body fatness from body mass index and bioelectrical impedance: comparison of New Zealand European, Maori and Pacific Island children. *Eur J Clin Nutr.* 2003;57:1394-401.
- Wickramasinghe VP, Lamabadusuriya SP, Cleghorn GJ, Davies PSW. Assessment of body composition in Sri Lankan children: validation of a bioelectrical impedance prediction equation. *European Journal of Clinical Nutrition.* 2007;1-8.
- National Institutes Health Technology Assessment Conference Statement. Bioelectrical impedance analysis in body composition measurement. *Am J Clin Nutr.* 1994;64:524-32.
- Trabelsi Y, Tabka Z, Richalet JP, Gharbi N, Bienvenu A, Guenard H, Buvry A. Spirometric values in Tunisian children: relation with pubertal status. *Ann Hum Biol.* 2007;34:195-205.
- Ben Saad H, Prefaut C, Missaoui R, Mohamed IH, Tabka Z, Hayot M. Reference equation for 6-min walk distance in healthy North African children 6-16 years old. *Pediatr Pulmonol.* 2009;44:316-24.
- Crapo RO. Role of reference values in making medical decisions. *Indian J Med Res.* 2005;112:100-2.
- Jenicek M, Cleroux R. Clinical epidemiology: Its evolution and role in clinical practice and research. *Union Med Can.* 1985;114:625-32.
- Gaha R, Ghannem H, Harrabi I. Overweight and obesity among urban school children in Sousse, Tunisia. *Arch Pediatr.* 2002;9:348-54.
- Cordain L, Whicker RE, Johnson JE. Body composition determination in children using bioelectrical impedance. *Growth Dev Aging.* 1988;52:37-40.
- Guo S, AF Roche, Houtkooper L. Fat-free mass in children and young adults predicted from bioelectric impedance and anthropometric variables. *Am J Clin Nutr.* 1989;50:435-43.
- Lukaski HC, Bolonchuc WW, Hall CB. Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. *J Appl Physiol.* 1986;60:1327-32.
- Gartner A, Maire B, Delpeuch F. Importance of electrode position in bioelectrical impedance analysis. *Am J Clin Nutr.* 1992;56:1067-8.
- Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet.* 1986;1:307-10.
- Paineau D *et al.* Comparison of field methods to estimate fat mass in children. *Ann Hum Biol.* 2008;35:185-97.
- Lofthous CM, Azad F, Baildam EM. Measuring the " nutritional status of children with juvenile idiopathic arthritis using the bioelectrical impedance method. *Rheumatology.* 2002;41:1172-7.

Recebido: 15/02/09 - Aceito: 03/05/09