



ARTIGO ORIGINAL

## Deuterium oxide dilution and body composition in overweight and obese schoolchildren aged 6–9 years<sup>☆</sup>



Wendell Costa Bila<sup>a,\*</sup>, André Everton de Freitas<sup>b</sup>, Alexandro Sobreira Galdino<sup>c</sup>, Eduardo Ferrioli<sup>d</sup>, Karina Pfrimer<sup>d</sup> e Joel Alves Lamounier<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Universidade Federal de São João del Rei (UFSJ), Divinópolis, MG, Brasil

<sup>b</sup> Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e Adolescente, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG, Brasil

<sup>c</sup> Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Universidade Federal de São João Del Rei (UFSJ), Divinópolis, MG, Brasil

<sup>d</sup> Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo (USP), Ribeirão Preto, SP, Brasil

Recebido em 26 de janeiro de 2015; aceito em 23 de março de 2015

### KEYWORDS

Deuterium;  
Body composition;  
Obesity;  
Overweight;  
Child

### Abstract

**Objective:** To correlate different methods of body composition assessment in overweight or obese schoolchildren, using deuterium oxide (D<sub>2</sub>O) dilution as a reference.

**Methods:** Percentage of total body water (%TBW), fat free mass (%FFM), and body fat (%BF) were assessed by D<sub>2</sub>O and tetrapolar electrical bioimpedance analysis (BIA) in 54 obese and overweight students aged 6–9 years. Skinfold thickness (ST), body mass index (BMI), conicity index (CI), waist circumference (WC), waist-to-height ratio (WHtR), and waist-to-hip (WHR) ratio were also used.

**Results:** Mean values for body composition were 38.4% ± 8.4% BF, 44.9% ± 6.1% TBW and 61.6% ± 8.4% FFM. There was no significant difference in body weight, body fat mass (FM), TBW, and FFM between genders. Regarding D<sub>2</sub>O, ST underestimated %BF, and overestimated %FFM in both genders ( $p < 0.05$ ). BIA overestimated %TBW in the group as a whole and in males ( $p < 0.05$ ). The only positive and strong correlations occurred in females regarding the WC ( $\sigma = 0.679$ ), CI ( $r = 0.634$ ), and WHtR ( $r = 0.666$ ).

**Conclusions:** In this sample of obese and overweight children, there were strong correlations between body composition measured by D<sub>2</sub>O and some indices and anthropometric indicators in females, but there was no positive and strong correlation of fat tissue with the indices/indicators at all ages and in both genders.

© 2015 Sociedade Brasileira de Pediatria. Published by Elsevier Editora Ltda. All rights reserved.

DOI se refere ao artigo:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.jpmed.2015.03.007>

<sup>☆</sup> Como citar este artigo: Bila WC, de Freitas AE, Galdino AS, Ferrioli E, Pfrimer K, Lamounier JA. Deuterium oxide dilution and body composition in overweight and obese schoolchildren aged 6–9 years. J Pediatr (Rio J). 2016;92:46–52.

\* Autor para correspondência.

E-mail: [wendellbila1@gmail.com](mailto:wendellbila1@gmail.com) (W.C. Bila).

**PALAVRAS-CHAVE**

Deutério;  
Composição corporal;  
Obesidade;  
Sobrepeso;  
Criança

**Diluição do óxido de deutério e composição corporal em escolares de seis a nove anos com sobrepeso e obesidade****Resumo**

**Objetivo:** Correlacionar diferentes métodos para avaliação de composição corporal em escolares diagnosticados com sobrepeso e obesos com o uso como referência da diluição de óxido de deutério (D<sub>2</sub>O).

**Métodos:** O percentual de água corporal total (%ACT), massa livre de gordura (%MLG) e gordura corporal (%GC) foi obtido pelo D<sub>2</sub>O e pela bioimpedância elétrica tetrapolar (BIA), em 54 estudantes com sobrepeso e obesos, entre seis-nove anos. O método das dobras cutâneas (DC) com o uso de triçiptal e panturrilha, índice de massa corporal (IMC), índice de conicidade (IC), circunferência de cintura (CC), relação cintura/estatura (RCE) e relação cintura/quadril (RCQ) também foi usado.

**Resultados:** Os valores médios para composição corporal aferidos pelo D<sub>2</sub>O foram 38,4 ± 8,4%GC, 44,9 ± 6,1%ACT e 61,6 ± 8,4%MLG. Não houve diferença significativa entre peso corporal, massa corporal de gordura (MG), ACT e MLG entre os sexos. Considerando o D<sub>2</sub>O, DC subestimou o %GC e superestimou o %MLG em ambos os sexos (p < 0,05); BIA superestimou %ACT no grupo como um todo e no masculino (p < 0,05). As únicas correlações fortes e positivas ocorreram no grupo feminino nas variáveis CC (r = 0,679), IC (r = 0,634) e RCE (r = 0,666).

**Conclusões:** Nessa amostra de crianças obesas e com sobrepeso, houve fortes correlações entre a composição corporal mensurada pelo D<sub>2</sub>O e alguns índices e indicadores antropométricos nas meninas, mas nenhuma correlação forte e positiva do tecido adiposo foi encontrada com os índices/indicadores em todas as idades e ambos os sexos.

© 2015 Sociedade Brasileira de Pediatria. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

**Introdução**

Níveis elevados de gordura corporal estão associados ao aumento da morbidade e as definições de sobrepeso e obesidade estão vinculadas a riscos para a saúde.<sup>1</sup> Assim como a obesidade infantil vem se tornando uma epidemia no mundo, estudos feitos em várias partes do Brasil mostram o acentuado aumento do sobrepeso e da obesidade na infância e adolescência.<sup>2,3</sup>

Normalmente, usa-se a composição corporal como um importante indicador nutricional, o que permite subdividir o peso corporal em alguns componentes, especificamente em massa magra ou massa livre de gordura-MLG (músculos, ossos e água) e massa corporal de gordura-MG.<sup>4</sup>

Para se avaliar a composição corporal de um indivíduo, a água corporal total (ACT) pode ser medida pela ingestão de uma dose de água dita marcada e, por meio de coeficientes de hidratação, a MLG e subsequentemente a MG são calculadas.<sup>5</sup> Evidências demonstram um crescente interesse no uso de isótopos em estudos voltados para o *status* nutricional e metabólico, principalmente em pediatria.<sup>6</sup>

A diluição isotópica com óxido de deutério (D<sub>2</sub>O) é a técnica de referência para mensurar ACT e é considerada a mais comum para se medir ACT em crianças.<sup>7</sup> A caracterização da composição corporal com o D<sub>2</sub>O oferece vantagens importantes em relação a outros métodos, por ser inócuo ao ser humano, e pode ser empregado em gestantes, crianças e idosos, sem consequência clínica. Quantidades muito pequenas de material para a amostra são necessárias, o que é especialmente vantajoso para uso em pediatria.<sup>8</sup>

O objetivo do presente estudo foi correlacionar diferentes métodos usualmente empregados na prática clínica para avaliação de composição corporal, especificamente em escolares entre seis e nove anos diagnosticados com sobrepeso e obesos, com o uso como referência da diluição de óxido de deutério (D<sub>2</sub>O). Dentre os métodos, foram analisados o índice de massa corporal (IMC), a circunferência de cintura (CC), a relação cintura-estatura (RCE), a relação cintura-quadril (RCQ), o índice de conicidade (IC), as dobras cutâneas (DC) e a bioimpedância elétrica tetrapolar (BIA).

**Materiais e métodos****Local do estudo e população**

O presente estudo foi aprovado pelo Cepes/UFSJ-CCO (Comitê de Ética em Pesquisa/Universidade Federal de São João del Rei, Campus Centro-Oeste), parecer nº 265.272, conforme as normas vigentes no Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, UFSJ-CCO.

Os dados foram obtidos de um estudo de prevalência de sobrepeso e obesidade, sob o registro 5533p2 no Rebec (Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos), em um universo de 1.564 escolares de seis a nove anos (completos) matriculados na rede municipal de ensino. Foram avaliadas 1.019 crianças e todas que estivessem respectivamente na faixa de IMC percentil  $\geq 85$  e  $\geq 95$ , segundo o sexo e idade, foram classificadas como sobrepeso e obesas.<sup>9</sup> A prevalência encontrada foi 11,6% de sobrepeso e obesidade,<sup>10</sup> equivalente a 119 crianças, o que caracteriza o subconjunto de

dados por meio do qual foi composta a amostra inicial do presente estudo.

Os critérios de exclusão englobaram as recusas das crianças em participar do estudo, não apresentação do TCLE assinado pelos pais e/ou responsáveis, portadoras de doenças infecciosas, distúrbios de equilíbrio e histórico de cirurgias cerebrais, pois os dados coletados também fizeram parte de um estudo que avaliou os resultados de um programa de atividade física em variáveis bioquímicas. No dia da coleta, aqueles escolares que não seguiram as recomendações prévias (como jejum menor do que oito horas e atividade física extenuante nas últimas 24 horas) também foram excluídos.

### Coleta dos dados

Todas as avaliações foram feitas no período da manhã, em sala privativa, e obtidos os parâmetros antropométricos e de composição corporal, cujas medidas foram feitas por avaliadores previamente treinados.

Para aferição do peso corporal foi usada balança eletrônica digital (BF-683 W; Tanita® – IL, EUA) com capacidade máxima de 150 kg e precisão de 100 g, conforme as técnicas preconizadas por Jelliffe, em 1968.<sup>11</sup> A estatura foi aferida com antropômetro vertical móvel (Altuxata® – BH, Brasil) com graduação em centímetros (cm) até 2,13 metros e precisão de 0,1 cm.

Uma fita antropométrica flexível e inelástica com extensão de 2m, dividida em centímetros e subdividida em milímetros, foi usada para a aferição das circunferências de cintura (CC) e de quadril (CQ). O avaliado permaneceu em posição ortostática e todas as medidas ocorreram no plano horizontal, com o devido cuidado para não se comprimir as partes moles. A CC foi obtida durante expiração normal e teve como referência o ponto médio entre a margem da última costela e a crista ilíaca e a aferição da CQ teve como referência o ponto mais largo do quadril, no nível dos trocânteres maiores do fêmur.

Para a aferição das medidas das dobras cutâneas tricipital (DCT) e panturrilha (DCP) que compuseram as equações propostas por Slaughter et al. (1988)<sup>12</sup> foi usado um adipômetro (Lange Skinfold Caliper – MI, EUA) com escala de 0 até 60 mm e precisão de  $\pm 1$  mm.<sup>12</sup> Todas as medidas foram tomadas no lado direito do corpo, em triplicatas, considerando-se a média aritmética como valor representativo da região. A DCT foi tomada na face posterior do braço direito (direção vertical), no ponto médio entre o acrômio da escápula e o olécrano da ulna. A DCP foi aferida na face medial da perna direita (direção vertical), no ponto de circunferência máxima da panturrilha, com o joelho e o quadril flexionados a 90 graus. A equação proposta por Slaughter et al. (1988)<sup>13</sup> foi usada para o cálculo do %GC. A equação  $MLG = \text{peso corporal} - MG$ , proposta por Barbosa-Cortéz et al. (2007),<sup>14</sup> foi usada para o cálculo do valor absoluto da MLG. O respectivo resultado foi multiplicado por 100 e dividido pelo valor do peso corporal para a obtenção do %MLG.

As variáveis da BIA foram obtidas pelo equipamento de bioimpedância elétrica tetrapolar horizontal (Bodystat, Quadscan 4000, Isle of Man, British Isles).

Foi usado o protocolo de platô<sup>15</sup> para a mensuração da composição corporal pela diluição isotópica de óxido de deutério (D<sub>2</sub>O). As doses-padrão de 2g, 3g e 4g de

óxido de deutério foram administradas para as crianças com peso entre 20-30Kg, 30-50Kg e 50-70Kg, respectivamente, e as doses distribuídas em frascos individuais, administradas oralmente a cada criança. A amostra de saliva basal foi coletada após jejum de oito horas. Em seguida, foi oferecida a solução diluída de óxido de deutério. Após três horas da administração da dose diluída, foi coletada a segunda amostra (pós-dose).

Com base no princípio fundamental de diluição, a concentração e o volume de D<sub>2</sub>O presentes e medidos na saliva são relacionados antes e após a ingestão da dose, produzem o conhecimento do volume de água corporal total e levam ao conhecimento da MLG, por meio dos coeficientes específicos de hidratação.

Todas as amostras foram armazenadas a  $-20^{\circ}\text{C}$  e enviadas para o Laboratório de Espectrometria de Massa do Departamento de Clínica Médica, na Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para análises laboratoriais.

### Análise estatística

Todos os dados foram codificados e armazenados no *software* estatístico SPSS (IBM Corp. Released 2011. IBM SPSS Statistics para Windows, versão 20.0. NY, EUA). Os resultados descritivos foram obtidos por meio das medidas de tendência central (média e mediana) e dispersão (desvio-padrão).

A estatística analítica inicialmente se deu pela análise univariada, com intervalo de confiança de 95%, nível de significância de 5%. O teste de Shapiro-Wilk foi usado para verificar a normalidade da distribuição dos valores das variáveis. Os testes *t* de Student e de Mann-Whitney foram usados para comparar, respectivamente, as variáveis (MG, ACT ou MLG) normalmente ou não normalmente distribuídas nos grupos independentes. A Anova foi usada para comparar as variáveis independentes e teste de Tukey foi usado para identificação da variável causadora.

O coeficiente de correlação de Pearson (*r*) e o rho de Spearman ( $\sigma$ ) foram usados para avaliar a correlação, respectivamente, das variáveis normalmente distribuídas ou não normalmente distribuídas, entre o %GC aferido pelo método do deutério e os índices/variáveis antropométricas, avaliados qualitativamente segundo critérios estabelecidos por Callegari-Jacques (2007).<sup>16</sup>

### Resultados

Das 79 crianças que aceitaram participar e foram inicialmente incluídas no estudo, 54 (28 meninos e 26 meninas) compuseram a amostra final, em função das perdas ocasionadas durante a coleta dos dados e as análises. Ambos os grupos (pré e pós-perdas) mantiveram estatisticamente as mesmas características antropométricas ( $p = 0,682$ ). Com exceção de idade, peso, IMC e IC, todos os demais nessa amostra total apresentaram distribuição normal. A **tabela 1** apresenta a distribuição dos dados. As medianas da idade e IMC do grupo foram de oito anos e 20,3 kg/m<sup>2</sup>, respectivamente.

Os percentuais de água corporal total (%ACT) obtidos pelo D<sub>2</sub>O e BIA foram significativamente diferentes (Anova,  $\alpha = 0,05$ ). Diferenças nessa variável foram significativas para o

**Tabela 1** Descrição das variáveis estudadas de escolares de seis-nove anos com sobrepeso e obesidade

Variável	Masculino			Feminino		
	n	Medida de tendência central	~ N (p-valor) <sup>a</sup>	n	Medida de tendência central	~ N (p-valor) <sup>a</sup>
Idade (anos)	28	8,0 (7,0-9,0)	< 0,05 <sup>b</sup>	26	7,5 (7,0-9,0)	< 0,05 <sup>b</sup>
Peso (Kg)	28	38,4 ± 8,5	0,313 <sup>c</sup>	26	38,0 (33,5-42,0)	< 0,05 <sup>b</sup>
Altura (cm)	28	133,2 ± 8,2	1,000 <sup>c</sup>	26	134,3 ± 6,8	0,991 <sup>b</sup>
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	28	20,5 ± 3,1	0,051 <sup>c</sup>	26	20,7 (19,1-22,4)	< 0,05 <sup>b</sup>
CC (cm)	25	70,9 ± 9,7	0,725 <sup>c</sup>	25	75,0 (66-77,5)	< 0,05 <sup>b</sup>
IC	25	1,2 ± 0,1	0,063 <sup>c</sup>	25	1,3 ± 0,1	0,387 <sup>c</sup>
RCE	25	0,5 ± 0,1	0,531 <sup>c</sup>	25	0,5 ± 0,1	0,234 <sup>c</sup>
RCQ	25	0,9 ± 0,1	0,807 <sup>c</sup>	25	0,9 ± 0,1	0,597 <sup>c</sup>
%GC (D <sub>2</sub> O)	27	37,8 ± 10,7	0,284 <sup>c</sup>	26	39,1 ± 5,4	0,588 <sup>c</sup>
%GC (BIA)	28	35,6 ± 8,8	0,159 <sup>c</sup>	25	41,9 ± 6,3	0,305 <sup>c</sup>
%GC (DC)	25	26,3 ± 7,6	0,857 <sup>c</sup>	26	31,5 ± 6,0	0,322 <sup>c</sup>
%ACT (D <sub>2</sub> O)	27	45,4 ± 7,8	0,287 <sup>c</sup>	26	44,5 ± 3,9	0,591 <sup>c</sup>
%ACT (BIA)	28	49,3 ± 6,8	0,197 <sup>c</sup>	25	45,0 ± 4,8	0,251 <sup>c</sup>
%MLG (D <sub>2</sub> O)	27	62,2 ± 10,7	0,284 <sup>c</sup>	26	60,9 ± 5,4	0,588 <sup>c</sup>
%MLG (BIA)	28	64,4 ± 8,8	0,159 <sup>c</sup>	25	58,1 ± 6,3	0,305 <sup>c</sup>
%ML (DC)	25	73,7 ± 7,6	0,856 <sup>c</sup>	26	68,5 ± 6,0	0,322 <sup>c</sup>

n, tamanho amostral; ~N, Distribuição normal; IMC, Índice de massa corporal; CC, Circunferência de cintura; IC, Índice de conicidade; RCE, Relação cintura-estatura; RCQ, Relação cintura-quadril; %GC, Percentual de gordura corporal; D<sub>2</sub>O, Óxido de deutério; BIA, Bioimpedância; DC, Dobras cutâneas; %ACT, Percentual de água corporal total; %MLG, percentual de massa livre de gordura.

<sup>a</sup> Teste de Shapiro-Wilk (intervalo de confiança = 95%).

<sup>b</sup> Não tem distribuição normal.

<sup>c</sup> Possui distribuição normal.

grupo como um todo (44,9% versus 47,6%) e para o masculino (45,4% versus 49,3%), mas não para o grupo feminino.

Os %MLG mensurados pelo D<sub>2</sub>O e DC também diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) na amostra total (61,6% versus 71,1%), no masculino (62,2% versus 73,7%) e no feminino (60,9% versus 68,5). Não foram verificadas diferenças significativas entre as médias do %MLG nos métodos D<sub>2</sub>O e BIA.

O %GC obtido pelo D<sub>2</sub>O no grupo como um todo foi de 38,4 ± 8,4% (37,8 ± 10,7% e 39,1 ± 5,4% nos grupos masculino e feminino, respectivamente). Quando os %GC aferidos pelos métodos D<sub>2</sub>O, BIA e DC foram comparados, verificaram-se diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre as médias no D<sub>2</sub>O e DC, seja no grupo como um todo (38,4% versus 29,3%), no grupo masculino (37,8% versus 26,3%), ou no feminino (39,1% versus 31,5%). Não houve diferença significativa dos %GC medidos pelos métodos D<sub>2</sub>O e BIA.

A **tabela 2** apresenta os valores absolutos do peso corporal, altura, ACT, MLG e MG, mensurados pelo D<sub>2</sub>O, considerando-se o sexo.

Não foi observada diferença estatisticamente significativa entre peso corporal e MG entre os sexos ( $p = 0,924$  e  $p = 0,972$ , respectivamente). ACT e MLG também não diferiram significativamente ( $p = 0,777$  e  $p = 0,775$ , respectivamente).

A **tabela 3** apresenta a correlação do %GC pelo D<sub>2</sub>O, com os índices e as medidas antropométricas. Significativas, mas regulares, correlações ( $p < 0,05$ ) foram observadas no grupo como um todo entre o %GC, peso corporal ( $\sigma = 0,385$ ), IMC ( $\sigma = 0,445$ ) e IC ( $\sigma = 0,549$ ). Resultados similares foram encontrados entre o %GC, CC ( $r = 0,440$ ) e RCE ( $r = 0,463$ ).

Foi constatada somente uma correlação significativa regular entre o %GC e o IMC ( $r = 0,389$ ) entre os meninos.

Correlações regulares entre o %GC pelo D<sub>2</sub>O, IMC ( $r = 0,513$ ) e RCQ ( $r = 0,481$ ) foram encontradas no grupo feminino. Além disso, fortes e significativas correlações ( $p < 0,05$ ) foram observadas nesse grupo entre o %GC, CC ( $\sigma = 0,679$ ), IC ( $r = 0,634$ ) e RCE ( $r = 0,666$ ).

## Discussão

O %GC obtido pelo D<sub>2</sub>O neste estudo foi maior do que o descrito por Deurenberg et al. (1990), citados por Filho (2003),<sup>17</sup> em seu estudo que usou dobras cutâneas com 378 crianças e adolescentes para definir excesso de adiposidade (20% e 25% para meninos e meninas, respectivamente). Portanto, essa amostra de crianças entre seis-nove anos classificada como obesas ou com sobrepeso tem excesso de gordura corporal. Nenhum dos índices/medidas antropométricas usados neste estudo correlacionou-se positiva e fortemente com a quantidade de tecido adiposo em todas as idades e em ambos os sexos, o que alerta para precauções durante seu uso exclusivo e definitivo para o diagnóstico de excesso de gordura corporal.

A ACT foi significativamente diferente quando mensurada pelo D<sub>2</sub>O e BIA e potencializou diagnósticos equivocados relativos à hidratação corporal. Resende et al. (2013)<sup>18</sup> também encontraram diferenças significativas no %ACT em adolescentes obesos, quando mensurado pelo D<sub>2</sub>O e BIA tetrapolar, com uma superestimação dos valores obtidos pela BIA.

Enquanto no presente estudo nenhuma diferença significativa no %MLG foi encontrada entre o D<sub>2</sub>O e BIA, um estudo de Resende et al. (2011),<sup>19</sup> com adolescentes obesos e

**Tabela 2** Distribuição dos valores absolutos das variáveis de composição corporal obtidos pelo método D<sub>2</sub>O, segundo o sexo

Variável (Kg)	Masculino			Feminino			p-valor <sup>a</sup>
	n	$\bar{X} \pm \sigma$	$\hat{X}$	n	$\bar{X} \pm \sigma$	$\hat{X}$	
Peso corporal	28	38,4 ± 8,5	38,1	26	38,9 ± 8,4	38,0	0,924 <sup>b</sup>
ACT	27	17,4 ± 3,7	18,0	26	17,1 ± 3,1	16,3	0,777 <sup>c</sup>
MLG	27	23,8 ± 5,0	24,6	26	23,5 ± 4,3	22,4	0,775 <sup>c</sup>
MG	27	15,0 ± 5,9	15,1	26	15,4 ± 5,0	14,3	0,972 <sup>b</sup>

n, tamanho amostral;  $\bar{X}$ , média amostral;  $\sigma$ , desvio padrão;  $\hat{X}$ , mediana; ACT, água corporal total; MLG, massa livre de gordura; MG, massa corporal de gordura.

<sup>a</sup> Intervalo de confiança = 95%.

<sup>b</sup> Teste de Mann-Whitney.

<sup>c</sup> Teste *t* de Student.

média de 11,2 ± 0,9 anos e que também usou a bioimpedância tetrapolar, encontrou valores significativamente maiores (superestimação) da MLG mensurada pela BIA, quando comparados com o D<sub>2</sub>O.

O método DC com duas dobras cutâneas e equações propostas por Slaughter et al. (1988)<sup>13</sup> subestimou a mensuração do %GC, o que levaria à interpretação equivocada de riscos reduzidos à saúde associados ao excesso de gordura corporal nesses indivíduos. Entretanto, de acordo com Himes (2009),<sup>20</sup> mensurações de dobras cutâneas são geralmente mais bem correlacionadas com a gordura corporal total do que o IMC.

A BIA foi eficiente para mensurar o %GC e %MLG, mas não para aferir o %ACT. No estudo de Lazzer et al. que trata do sobrepeso e obesidade adolescente, citado por Himes (2009),<sup>20</sup> a BIA bipodal subestimou o %GC total por 2-3%. Camarinho et al. (2013),<sup>21</sup> em seu estudo com adolescentes obesos, demonstraram fraca correlação entre MLG e ACT

obtidos pela BIA tetrapolar em relação ao D<sub>2</sub>O, mas forte correlação da MG.

As equações de predição de BIA variam de acordo com a população de referência das quais são derivadas e diferentes equações podem produzir também diferentes estimativas de gordura corporal. Consequentemente, embora as medições sejam feitas com boa confiabilidade, vieses resultantes de equações de predição e suas adaptações à população estudada são uma preocupação com a BIA.<sup>20</sup>

O peso corporal e o IMC apresentaram uma correlação positiva significativa, mas somente regular com o %GC mensurado pelo D<sub>2</sub>O no grupo como um todo. Escott-Stump (2007)<sup>22</sup> afirma que o IMC não é um indicador útil na infância. Trata-se de um instrumento de triagem que não reflete a composição corporal. Freedman & Sherry (2009)<sup>23</sup> afirmam que as mudanças no peso e altura que ocorrem durante o crescimento (entre cinco e 18 anos) resultam em aumentos substanciais (50%) do IMC, o que dificulta ainda mais

**Tabela 3** Comparações entre o percentual de gordura corporal aferido pela diluição do óxido de deutério, com os índices e medidas antropométricas em escolares de seis-nove anos com sobrepeso e obesidade

Índice/Medida antropométrica	n	Medida de tendência central	Coefficiente de correlação	Nível de correlação <sup>c</sup>	p-valor
<b>Masculino</b>					
Peso corporal	28	38,4 ± 8,5	0,374 <sup>a</sup>	Regular	0,055
IMC	28	20,5 ± 3,1	0,389 <sup>a</sup>	Regular	0,045 <sup>d</sup>
CC	25	70,9 ± 9,7	0,371 <sup>a</sup>	Regular	0,074
IC	25	1,2 ± 0,1	0,346 <sup>a</sup>	Regular	0,097
RCE	25	0,5 ± 0,1	0,384 <sup>a</sup>	Regular	0,064
RCQ	25	0,9 ± 0,1	0,158 <sup>a</sup>	Fraca	0,461
<b>Feminino</b>					
Peso corporal	26	38,0 (33,5-42,0)	0,385 <sup>b</sup>	Regular	0,052
IMC	26	20,7 (19,1-22,4)	0,513 <sup>b</sup>	Regular	0,007 <sup>d</sup>
CC	25	75,0 (66-77,5)	0,679 <sup>b</sup>	Forte	0,000 <sup>d</sup>
IC	25	1,3 ± 0,1	0,634 <sup>a</sup>	Forte	0,001 <sup>d</sup>
RCE	25	0,5 ± 0,1	0,666 <sup>a</sup>	Forte	0,000 <sup>d</sup>
RCQ	25	0,9 ± 0,1	0,481 <sup>a</sup>	Regular	0,015 <sup>d</sup>

IMC, índice de massa corporal; CC, circunferência de cintura; IC, índice de conicidade; RCE, relação cintura/estatura; RCQ, relação cintura/quadril.

<sup>a</sup> Correlação de Pearson (distribuição normal).

<sup>b</sup> Rho de Spearman (distribuição não paramétrica).

<sup>c</sup> Segundo Callegari-Jacques (2007).<sup>16</sup>

<sup>d</sup> Correlação significativa ( $\alpha = 0,05$ ).

a interpretação desse índice entre crianças e adolescentes.

A RCQ não foi confiável quando comparada com o %GC mensurado pelo método de referência, mas CC, IC e RCE apresentaram fortes e positivas correlações no grupo feminino e demonstraram ser bons indicadores de elevação de gordura corporal nesse grupo. Em modelos de regressão múltipla, a circunferência de cintura mostrou-se melhor do que o IMC em prever também a resistência à insulina, a pressão sanguínea, os níveis séricos de colesterol e os níveis de triglicérides, especialmente em adolescentes, segundo estudo publicado por Himes (2009).<sup>20</sup>

De acordo com Oliveira et al. (2004),<sup>24</sup> a CC tem sido utilizada no atendimento ambulatorial para avaliar a deposição de gordura na região abdominal de crianças e adolescentes, já que esta variável isolada tem demonstrado uma melhor associação com as alterações metabólicas do que a relação circunferência cintura-quadril (RCQ).

No presente estudo, o valor médio referente à CC no grupo como um todo se mostrou acima do ponto de corte 71 cm, preconizado como limite para a ocorrência de risco à saúde.<sup>25</sup> Entretanto, 24 indivíduos (44,4%) demonstraram uma CC menor do que esse valor, 16 deles (29,6%) com %GC acima de 33%, importante valor de corte para risco cardiovascular recomendado pela Abeso (Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e Síndrome Metabólica),<sup>25</sup> aferidos pelo DEXA (Dual Energy X-ray Absorptiometry) no estudo de Higgins et al.<sup>26</sup> com crianças de quatro a 11 anos. Portanto, o uso exclusivo da CC poderia levar à avaliação de risco falso negativos. Além disso, seis indivíduos (11,1%) apresentaram CC abaixo dos pontos de corte propostos para detecção de elevada massa gordurosa de tronco (ajustados para idade/sexo),<sup>27</sup> mas com %GC superiores ao ponto de corte adotado no atual estudo, também caracterizando potencialmente falsos negativos.

Segundo os pontos de corte do IC usados para identificação de excesso de gordura, preconizados por Sant'anna et al. (2010)<sup>28</sup> em seu estudo com crianças de seis a nove anos, quatro indivíduos (7,4%) apresentaram valores aceitáveis, mas com %GC acima dos preconizados no presente estudo como limítrofes, ajustados por sexo/idade, o que também pode caracterizar falsos negativos.

A média dos valores referentes à RCE no grupo como um todo se mostrou ligeiramente acima do ponto de corte 0,50 cm, limiar para a situação de risco à saúde em indivíduos de ambos os sexos a partir dos seis anos, segundo estudo feito por McCarthy & Ashwell (2006) que avaliou 8.135 crianças e adolescentes.<sup>29</sup> Entretanto, 15 crianças (27,8%) demonstraram uma RCE menor do que esse valor e %GC acima dos usados como referência no presente estudo, o que poderia resultar em falsos negativos, caso fosse a única variável avaliada.

Freedman & Sherry (2009)<sup>23</sup> afirmam que as dobras cutâneas e medidas de circunferência exigem treinamento adicional e podem ser difíceis de padronizar. As informações fornecidas por essas medidas entre as crianças com excesso de peso realmente mostram-se incertas.

Todos os indivíduos apresentaram um %ACT abaixo de 50% do peso corporal. Crianças com sobrepeso ou obesas potencialmente têm menor quantidade de ACT, justificada provavelmente pelas MG e %GC maiores. Kliegman et al. (2009)<sup>30</sup> afirmam que a maior quantidade de gordura nas

crianças com excesso de peso causa a redução de sua ACT como porcentagem do peso corporal.

As limitações deste trabalho incluem a análise de um subconjunto de dados de um estudo com desenho transversal, que não se traduz em quaisquer conclusões acerca das direções causais entre as associações, além de não traçar comparativos com outros estudos de desenho, metodologia e população idênticos.

Os resultados apresentados neste estudo sugerem uma reflexão sobre o uso de índices e medidas antropométricas, dobras cutâneas e bioimpedância como instrumentos para o diagnóstico definitivo de sobrepeso e obesidade em crianças, na medida em que não houve concordância absoluta de nenhuma técnica usada em todas as idades, em ambos os sexos.

Mais estudos são claramente necessários nessa faixa etária da população, especialmente sobre a viabilidade de maior uso do método D<sub>2</sub>O para a avaliação da composição corporal, uma vez que é considerado referência para a medição de ACT em crianças, requer pequenas quantidades de amostras e é inócuo para os seres humanos, sem riscos ou consequências clínicas.

## Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## Agradecimentos

À Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo apoio financeiro. Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal de São João del Rei, pelo apoio financeiro e institucional, por meio de seus profissionais e professores, particularmente ao professor Gilberto Fontes, que contribuiu com sugestões importantes para a formatação do artigo.

## Referências

1. Speiser PW, Rudolf MC, Anhalt H, Camacho-Hubner C, Chiarelli F, Eliakim A, et al. Consensus statement: childhood obesity. *J Clin Endocrinol Metab.* 2005;90:1871–87.
2. Abrantes MM, Lamounier JA, Colosimo E. Prevalência de sobrepeso e obesidade nas regiões nordeste e sudeste do Brasil. *J Pediatr (Rio J).* 2002;78:335–40.
3. Silveira JA, Colugnati FA, Cocetti M, Taddei JA. Secular trends and factors associated with overweight among Brazilian preschool children: PNSN-1989, PNDS-1996, and 2006/07. *J Pediatr (Rio J).* 2014;90:258–66.
4. Ferriolli E, Cruz BM, Pfrimer K. Uso de isótopos leves em ciências nutricionais. In: Oliveira JE, Marchini JS, editors. *Ciências nutricionais: aprendendo a aprender.* São Paulo (SP): Sarvier; 2008. p. 443–65.
5. IAEA. Targeting malnutrition: isotopic tools for evaluating nutrition worldwide; 1996. Disponível em: <http://www.iaea.org/Publications/Booklets/Malnutrition/seven.html> [acessado 30.05.13].
6. Wells JC, Chomtho S, Fewtrell MS. Programming of body composition by early growth and nutrition. *Proc Nutr Soc.* 2007;66:423–34.
7. Alemán-Mateo H, Esparza Romero J, Macias Morales N, Salazar G, Hernández Trián M, Valencia ME. Body composition by

- three-compartment model and relative validity of some methods to assess percentage body fat in Mexican healthy elderly subjects. *Gerontology*. 2004;50:366–72.
8. Koletzko B, Demmelmaier H, Hartl W, Kindermann A, Koletzko S, Sauerwald T, et al. The use of stable isotope techniques for nutritional and metabolic research in paediatrics. *Early Hum Dev*. 1998;53:577–97.
  9. De Onis M, Onyango AW, Borgui E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. WHO (Genebra). 2007;85:660–7.
  10. Freitas AE. Avaliação do impacto de um programa de atividade física na concentração plasmática de adipocitocinas e grelina em crianças obesas e com sobrepeso, de escolas públicas da zona urbana de Ouro Preto, MG. Belo Horizonte, MG: Universidade Federal de Minas Gerais; 2010 [Thesis].
  11. Jelliffe DB. Evolución del estado de nutrición de la comunidad. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 1968.
  12. Heyward VH, Stolarczyk LM. Avaliação da composição corporal. São Paulo, SP: Manole; 2000.
  13. Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, Loan MD, et al. Skinfold equations for estimations of body fatness in children and youth. *Hum Biol*. 1988;60:709–23.
  14. Barbosa-Cortéz L, Tapia-Rojas M, López-Aguilar E, Mejía-Arangur JM, Rivera-Márquez H. Body composition by dilution of deuterium oxide in Mexican children with lymphoma and solid tumors. *Nutrition*. 2007;23:739–44.
  15. Azócar MP, Cano FS, Marín VB, Díaz EB, Salazar GR, Vásquez LF. Estimación del agua corporal total por deutério em diálisis peritoneal pediátrica. *Rev Chil Pediatr (Santiago)*. 2003;74:504–10.
  16. Callegari-Jacques SM. Bioestatística. Princípios e aplicações. São Paulo, SP: Artmed; 2007.
  17. Filho JF. A prática da avaliação física. 2ª ed. Rio de Janeiro, RJ: Shape; 2003.
  18. Resende CM, Júnior JS, Vieira MN, Perdoná GS, Ferriolli E, Pfrimer K, et al. Body composition in obese adolescents: deuterium oxide dilution method, bioelectrical impedance and predictive equations. *Curr Nutr Food Sci (Sharjah)*. 2013;9:73–81.
  19. Resen CM, Júnior JS, Vieira MN, Ferriolli E, Pfrimer K, Perdoná GS, et al. Body composition measures of obese adolescents by the deuterium oxide dilution method and by bioelectrical impedance. *Braz J Med Biol Res*. 2011;44:1164–70.
  20. Himes JH. Challenges of accurately measuring and using BMI and other indicators of obesity in children. *Pediatrics*. 2009;124:S3–22.
  21. Camarinho JM, Junior JSC, Ciampo LAD, Navarro AM, Antonucci GA, Monteiro JP. Body composition estimatives by anthropometry, bioelectrical impedance and deuterium oxide dilution in obese adolescents. *Food Nutr Sci (Irvine)*. 2013;4:9–17.
  22. Escott-Stump S. Nutrição relacionada ao diagnóstico e tratamento. 5 ed. Barueri, SP: Manole; 2007.
  23. Freedman DS, Sherry B. The validity of BMI as an indicator of body fatness and risk among children. *Pediatrics*. 2009;124:S23–34.
  24. Oliveira CL, De Mello MT, Cintra IP, Fisberg M. Obesidade e síndrome metabólica na infância e adolescência. *Rev Nutr (Campinas)*. 2004;17:237–45.
  25. ABESO, Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e Síndrome Metabólica. Diretrizes brasileiras da obesidade; 2009. Disponível em: [http://www.abeso.org.br/pdf/diretrizes\\_brasileiras.obesidade\\_2009\\_2010.1.pdf](http://www.abeso.org.br/pdf/diretrizes_brasileiras.obesidade_2009_2010.1.pdf) [acessado 06.01.14].
  26. Higgins PB, Gower BA, Hunter GR, Goran MI. Defining health-related obesity in prepubertal children. *Obes Res*. 2001;9(4):233–40.
  27. Taylor RW, Jones IE, Williams SM, Goulding A. Evaluation of waist circumference, waist-to-hip ratio, and the conicity index as screening tools for high trunk fat mass, as measured by dual-energy X-ray absorptiometry, in children aged 3–19 y. *Am J Clin Nutr*. 2000;72:490–5.
  28. Sant’anna MS, Tinôco AL, Rosado LE, Sant’ana LF, Brito IS, Araújo LF, et al. Eficácia do índice de conicidade e da relação cintura/estatura em predizer o percentual de gordura corporal em crianças. *Nutrire*. 2010;35:67–80.
  29. Mccarthy HD, Ashwell M. A study of central fatness using waist-to-height ratios in UK children and adolescents over two decades supports the simple message – ‘keep your waist circumference to less than half your height’. *Int J Obes (Lond)*. 2006;30:988–92.
  30. Kliegman R, Behrman RE, Jenson HB, Stanton BF. Nelson, tratado de pediatria. 18th ed. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier; 2009.