

# Acurácia diagnóstica de índices antropométricos na predição do excesso de gordura corporal em crianças de sete a dez anos

## *Diagnostic accuracy of anthropometric indices in predicting excess body fat among seven to ten-year-old children*

Edineia Aparecida Gomes Ribeiro<sup>I</sup>, Danielle Biazzi Leal<sup>II</sup>, Maria Alice Altenburg de Assis<sup>III</sup>

**RESUMO:** *Objetivo:* Avaliar a acurácia do índice de massa corporal (IMC), circunferência da cintura (CC) e razão cintura-estatura (RCEst) no diagnóstico do excesso de gordura corporal em escolares de Florianópolis, Santa Catarina. *Métodos:* Estudo transversal com 2.772 escolares de sete a dez anos. Curvas ROC (Receiver Operating Characteristic) foram utilizadas para comparar a acurácia diagnóstica do IMC, CC e RCEst na identificação de crianças com excesso de gordura corporal (definido como valores iguais ou superiores ao percentil 90 do resíduo padronizado do somatório de quatro dobras cutâneas). A estimativa da razão de verossimilhança foi utilizada para selecionar, em cada índice antropométrico, o ponto de corte de maior associação com o excesso de gordura corporal. *Resultados:* O IMC, a CC e a RCEst obtiveram bom desempenho na detecção do excesso de gordura corporal, indicado por áreas sob a curva (ASC) ROC próximas a 1,0, com uma ASC um pouco maior para o IMC do que para a CC e RCEst em ambos os sexos. Para os três índices antropométricos, pontos de corte altamente sensíveis e específicos foram derivados. A sensibilidade variou de 85,7 a 92,9% para o IMC, de 78,6 a 89,7% para a CC e de 78,6 a 89,2% para a RCEst. A especificidade variou de 83,2 a 91,4%, de 75,0 a 90,7% e de 77,4 a 88,3% para o IMC, CC e RCEst, respectivamente. *Conclusão:* O IMC, a CC e a RCEst podem ser usados como teste diagnóstico para identificar o excesso de gordura corporal em crianças de sete a dez anos.

**Palavras-chave:** Criança. Adiposidade. Índice de Massa Corporal. Circunferência da cintura. Obesidade abdominal. Validade dos testes.

<sup>I</sup>Programa de Pós-graduação em Educação Física, Universidade Federal de Santa Catarina – Florianópolis(SC), Brasil.

<sup>II</sup>Faculdade de Educação Física, Universidade do Estado de Santa Catarina – Florianópolis (SC), Brasil.

<sup>III</sup>Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Santa Catarina – Florianópolis (SC), Brasil.

**Autor correspondente:** Maria Alice Altenburg de Assis. Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Nutrição, Campus Universitário, Trindade, CEP: 88040-970, Florianópolis, SC, Brasil. E-mail: maria.assis@ufsc.br

**Conflito de interesses:** nada a declarar – **Fonte de financiamento:** Fundação de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica do Estado de Santa Catarina (FAPESC, Processo nº 062/2002).

**ABSTRACT: Purpose:** To evaluate the accuracy of the body mass index (BMI), waist circumference (WC) and waist-to-height ratio (WHtR) in detecting excess body fat among school children in Florianópolis, Santa Catarina. **Methods:** Cross-sectional study with 2,772 school children aged seven to ten years. *Receiver Operating Characteristic* (ROC) curves were used to compare the diagnostic accuracy of the BMI, the WC and the WHtR in identifying children with excess body fat (defined as values that were equal to or higher than the 90<sup>th</sup> percentile of the standardized residuals obtained from the sum of the thickness of four skinfolds). Likelihood ratio estimates were used to select, for each anthropometric index, the cut-off points that presented the highest association with excess body fat. **Results:** The BMI, WC and WHtR performed well in detecting excess body fat, indicated by areas under the ROC curve (AUC) close to 1.0, with one slightly higher AUC for the BMI in comparison to the WC and the WHtR concerning both sexes. Highly sensitive and specific cut-off points were derived for the three anthropometric indices. Sensitivity ranged from 85.7 to 92.9% for the BMI, from 78.6 to 89.7% for the WC, and from 78.6 to 89.2% for the WHtR. Specificity ranged from 83.2 to 91.4%, from 75.0 to 90.7%, and from 77.4 to 88.3% for the BMI, the WC and the WHtR, respectively. **Conclusion:** BMI, WC and WHtR can be used as diagnostic tests to identify excess body fat in children from seven to ten years of age. **Keywords:** Child. Adiposity. Body Mass Index. Waist circumference. Abdominal obesity. Test validity.

## INTRODUÇÃO

O diagnóstico adequado do excesso de peso em crianças e adolescentes e a intervenção precoce são aspectos importantes para reduzir o risco de doenças relacionadas à obesidade na vida adulta. Como a obesidade está ligada tanto à adiposidade como a riscos à saúde<sup>1</sup>, a precisão de indicadores antropométricos da adiposidade deve ser avaliada com base em sua capacidade de detectar o excesso de gordura corporal ou efeitos prejudiciais à saúde. Apesar de os efeitos adversos do excesso de peso sobre a saúde serem considerados como provenientes do excesso de gordura corporal, em razão da facilidade de execução e da simplicidade da obtenção dos seus componentes, técnicas simples e reprodutíveis, como o índice de massa corporal (IMC) e circunferências, têm sido extensamente utilizadas como *proxi* da adiposidade. Os métodos mais adequados para aferição da gordura corporal, como absorptometria de raio X de dupla energia (DEXA) e pesagem hidrostática, são muito complexos e caros, geralmente limitados a estudos de pequeno porte<sup>2</sup>. Por esse motivo, em alguns estudos populacionais, a gordura corporal tem sido medida pela espessura das dobras cutâneas e utilizada para validar a capacidade de indicadores antropométricos mais simples (por exemplo, IMC e circunferência da cintura (CC) em diagnosticar a adiposidade corporal.

Sistemas de classificação do estado nutricional de crianças e adolescentes, baseados no IMC para a idade, têm sido recomendados pela *International Obesity Task Force* (IOTF)<sup>3</sup> e pela Organização Mundial de Saúde<sup>4</sup>. Destacam-se também os sistemas nacionais, como aquele desenvolvido para a população brasileira<sup>5</sup>. Uma das limitações desses sistemas baseados no IMC é o fato desse índice ser uma medida indireta de adiposidade, expressando a soma de todos os componentes do peso corporal (massa corporal magra, ossos, tecido adiposo), sem distinção entre a massa magra e a gorda<sup>6</sup>. Além disso, o IMC varia com a idade, o sexo, a composição corporal e o estágio de maturação sexual<sup>7</sup>.

Em razão das limitações do IMC, a utilização da CC e da razão cintura-estatura (RCEst) tem sido sugerida para avaliar a adiposidade. Estudos com crianças e adolescentes observaram uma associação significativa entre os fatores de risco cardiovascular e a CC<sup>8,9</sup>. A utilização da CC tem sido defendida como um indicador mais preciso do tecido adiposo visceral e de riscos à saúde relacionados à obesidade do que o IMC<sup>10</sup>. Contudo, pelo fato de não existirem valores críticos específicos para a população brasileira ou internacionalmente aceitos para a classificação de adiposidade abdominal em crianças e adolescentes, o emprego da CC e a recomendação do seu uso em saúde pública têm sido limitados.

A RCEst incorpora a CC como medida de adiposidade abdominal, mas também a ajusta para o tamanho do indivíduo por meio da divisão por sua estatura<sup>11</sup>. Em estudos realizados com crianças, a RCEst tem sido indicada como melhor preditor de risco do que o IMC ou a CC para desfechos de saúde<sup>8,12</sup>. Apesar do grande número de estudos publicados sobre a prevalência de excesso de peso em crianças e adolescentes, ainda há controvérsias sobre o melhor indicador do excesso de gordura corporal a ser utilizado.

O presente estudo visa analisar a acurácia diagnóstica do IMC, CC e da RCEst no rastreamento do excesso de gordura corporal determinado pela espessura das dobras cutâneas em crianças de sete a dez anos de idade. Adicionalmente, foram identificados os pontos de cortes dos três índices antropométricos que apresentaram maior associação com o excesso de gordura corporal.

## MÉTODOS

### AMOSTRA

Este é um estudo transversal de base populacional, realizado de setembro a novembro de 2002. Foram utilizados dados com informações completas de uma amostra probabilística de crianças escolares com sete a dez anos de idade, de escolas fundamentais da cidade de Florianópolis, Santa Catarina. Detalhes da amostragem podem ser consultados em outras publicações<sup>13,14</sup>. Em resumo, uma amostra representativa de escolares de primeira a quarta série das escolas de ensino fundamental da cidade foi selecionada a partir de uma amostragem estratificada por conglomerados. As informações incluíram dados antropométricos (massa corporal, estatura, dobras cutâneas, circunferências do braço, cintura e quadril) e socioeconômicos da família. O presente artigo aborda apenas as medidas de massa corporal, estatura, CC e quatro dobras cutâneas (tríceps, subescapular, suprailíaca e panturrilha medial) das crianças.

Das 3.522 crianças de primeira a quarta séries das escolas fundamentais selecionadas, foram eliminados os dados de 209 que não apresentavam a idade delimitada no estudo (< 7,0 e > 10,0 anos) e de outros 377 em razão da falta de informações (criança ausente ou doente no dia de avaliação antropométrica ou recusa em participar do estudo). Os pais assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido para a participação de seus filhos neste estudo, o qual recebeu a aprovação do Comitê de Ética em Estudos Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (parecer nº 037/02).

## MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS

O departamento administrativo de cada escola forneceu informações sobre idade e sexo. O IMC, a CC, a RCEst e o somatório de quatro dobras cutâneas (SDC) foram selecionados para avaliar o estado nutricional dos participantes. As medidas antropométricas foram tomadas, nas respectivas escolas selecionadas, por dois professores de Educação Física que foram treinados por um antropometrista experiente para assegurar a padronização das técnicas. As medidas antropométricas foram efetuadas com as crianças descalças e usando roupas leves, utilizando-se técnicas padronizadas recomendadas por Lohman et al.<sup>15</sup>. A massa corporal foi mensurada por meio de uma balança digital portátil com capacidade até 180 kg (MARTE<sup>®</sup>, modelo PP), e a estatura foi mensurada com uma fita métrica fixada em uma parede sem rodapé. O IMC foi calculado como a massa corporal (em kg) dividida pela estatura (em metros) ao quadrado. A CC (cm) foi medida no ponto médio entre a última costela e a borda superior da crista ilíaca (cintura natural), com uma fita inelástica. A RCEst foi determinada pela razão entre a CC (cm) e a estatura (cm).

As dobras cutâneas foram medidas em quatro locais do corpo: tríceps, subescapular, supraílica e panturrilha medial usando um compasso de dobras cutâneas (CESCORF<sup>®</sup>, *Scientific Sports Equipment*, Porto Alegre, RS, Brasil) sobre o lado direito do corpo. As medidas foram realizadas em duplicata, e uma terceira medida foi tomada quando as dobras cutâneas diferiam mais do que 1 mm. A média das leituras em cada local ou das duas leituras mais próximas foi utilizada nas análises.

Em razão da importância da idade na variação da gordura corporal, os valores do SDC foram modelados contra polinômios da idade (idades em anos completos, idade elevada ao quadrado e idade elevada ao cubo), mediante modelo da regressão linear ponderada pelo inverso da variância. Utilizando o modelo com o maior coeficiente de *Pearson* ( $R^2$ ), foram estimados os resíduos padronizados (variação das dobras cutâneas independente do efeito linear da idade) para cada sexo. Valores superiores a  $\pm 4$  desvios padrão dos valores dos resíduos padronizados foram excluídos (73 meninos, 91 meninas), resultando em uma amostra final de 2.772 crianças (51,6% meninos). O valor não convencional de  $\pm 4$  desvios padrão foi escolhido para preservar ao máximo a heterogeneidade da amostra. Os valores do somatório das dobras cutâneas (resíduos padronizados) iguais ou superiores ao percentil 90 foram adotados como medida de referência para a classificação do excesso de gordura corporal. Os valores absolutos do IMC, CC e RCEst foram padronizados de acordo com o sexo e a idade, e transformados em escores Z para serem utilizados nas análises como teste de diagnóstico.

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

As diferenças entre os sexos nas médias das variáveis antropométricas foram analisadas por meio do teste *t* para amostras independentes. Para avaliar as diferenças das áreas sob a curva (ASC) *Receiver Operating Characteristic* (ROC) entre os índices antropométricos, foi observada a superposição dos intervalos de confiança de 95% (IC95%).

A análise da curva ROC<sup>16</sup> foi realizada para avaliar o desempenho geral do IMC, CC e RCEst na detecção do excesso de gordura corporal. A ASC foi utilizada como uma medida global de

acurácia do IMC, CC e RCEst no rastreamento do excesso de gordura corporal. As ASCs podem variar entre 0 e 1; os valores maiores que 0,5 indicam que a ferramenta de seleção é melhor que a chance de classificar ao acaso, e 1 implica em um desempenho perfeito.

Para determinar os valores do IMC, CC e RCEst que mostraram maior associação com o excesso de gordura corporal, doravante denominados ótimos pontos de corte, foram calculadas as razões de verossimilhança positiva [sensibilidade/(1-especificidade)] e negativa [(1-sensibilidade)/especificidade] desses índices antropométricos para cada idade e sexo. A razões de verossimilhança (RVs) expressam quantas vezes é mais (ou menos) provável encontrar um resultado de um teste em pessoas doentes comparadas com aquelas que não apresentam a doença. No contexto do presente estudo, está indicado quantas vezes serão mais prováveis os resultados de IMC, CC e RCEst em indivíduos com excesso de gordura corporal em relação àqueles sem excesso de gordura corporal.

A razão de verossimilhança positiva (RV+) acima de 10 e a razão de verossimilhança negativa (RV-) abaixo de 0,1 têm fornecido diagnósticos com evidências convincentes, enquanto os valores acima de 5,0 e abaixo de 0,2 indicam evidências de diagnóstico moderadas<sup>17,18</sup>. No presente estudo, a seleção dos ótimos pontos de corte foi realizada buscando-se um valor médio do IMC, CC e RCEst entre aqueles que mostraram RV+ entre 5 e 10 e RV- entre 0,1 e 0,2, segundo a idade em cada sexo, ou seja, pontos de corte que obteriam um diagnóstico moderado para o excesso de gordura corporal.

A probabilidade de se identificar o excesso de gordura corporal em crianças diagnosticadas com ou sem excesso de peso (de acordo com os ótimos pontos de corte do IMC) e com ou sem excesso de adiposidade abdominal (de acordo com os ótimos pontos de corte da CC e RCEst) foi calculada pela equação<sup>18</sup>  $Odds\ pós-teste = Odds\ pré-teste \times Razão\ de\ verossimilhança\ (RV+\ ou\ RV-)$ , em que  $Odds\ pré-teste = Prevalência / 1 - Prevalência$ .

Para o cálculo do Odds pré-teste, foi utilizada a prevalência do excesso de gordura corporal baseada no percentil 90 do SDC (resíduos padronizados) da própria amostra, de acordo com o sexo e a idade. Finalmente, os valores de Odds pós-teste foram convertidos em probabilidades:  $Probabilidade\ pós-teste = Odds\ pós-teste / 1 + Resultados\ pós-teste$ .

A acurácia diagnóstica dos índices antropométricos na identificação do excesso da gordura corporal foi determinada pela ASC ROC, e a acurácia diagnóstica dos ótimos pontos de corte desses índices foi determinada pela sensibilidade, especificidade, RV+, RV-, probabilidade pós-teste positiva (PPP) e probabilidade pós-teste negativa (PPN).

O nível de significância foi fixado em  $p < 0,05$ . As análises estatísticas foram realizadas usando-se SPSS 15.0 (*Statistical Package for Social Sciences*) e o Stata 10.0 (*Stata Corporation, College Station, TX 10.0*).

## RESULTADOS

As características antropométricas da amostra estão apresentadas na Tabela 1. Comparados às meninas, os meninos foram significativamente mais altos, mais pesados e apresentaram

maiores valores médios do IMC, CC e RCEst. Em média, as meninas apresentaram valores estatisticamente significativos do SDC maiores que os meninos.

A Figura 1 mostra o desempenho da curva ROC para o IMC, CC e RCEst para meninos (a) e meninas (b). Todos os índices antropométricos obtiveram um bom desempenho na identificação do excesso de gordura corporal, como está indicado pela ASC igual ou superior a 0,90. Embora o IC95% não tenha mostrado diferenças estatisticamente significantes das ASC entre os índices, o IMC apresentou melhor desempenho na identificação das crianças de ambos os sexos com excesso de gordura corporal.

Os ótimos pontos de corte do IMC, CC, RCEst e seus respectivos valores de RV+ e RV-, sensibilidade, especificidade e probabilidade pós-teste do excesso de gordura corporal são apresentados na Tabela 2. Todos os pontos de corte escolhidos pela análise da RV apresentaram equilíbrio entre sensibilidade e especificidade de diagnóstico. No entanto, os ótimos pontos de corte do IMC apresentaram melhores índices de acurácia diagnóstica na identificação do excesso da gordura corporal do que a CC e a RCEst. Por exemplo, os dados da Tabela 2 mostram que um menino de sete anos de idade com excesso de gordura corporal teria 10,36 vezes mais chance de ser classificado com excesso de peso pelos ótimos pontos de corte estabelecidos para o IMC do que um menino da mesma idade sem excesso de gordura corporal. Por outro lado, um menino de sete anos de idade sem excesso de gordura corporal teria apenas 0,08 vezes mais chance de ser classificado com excesso de peso comparado a um menino da mesma idade com excesso de gordura corporal.

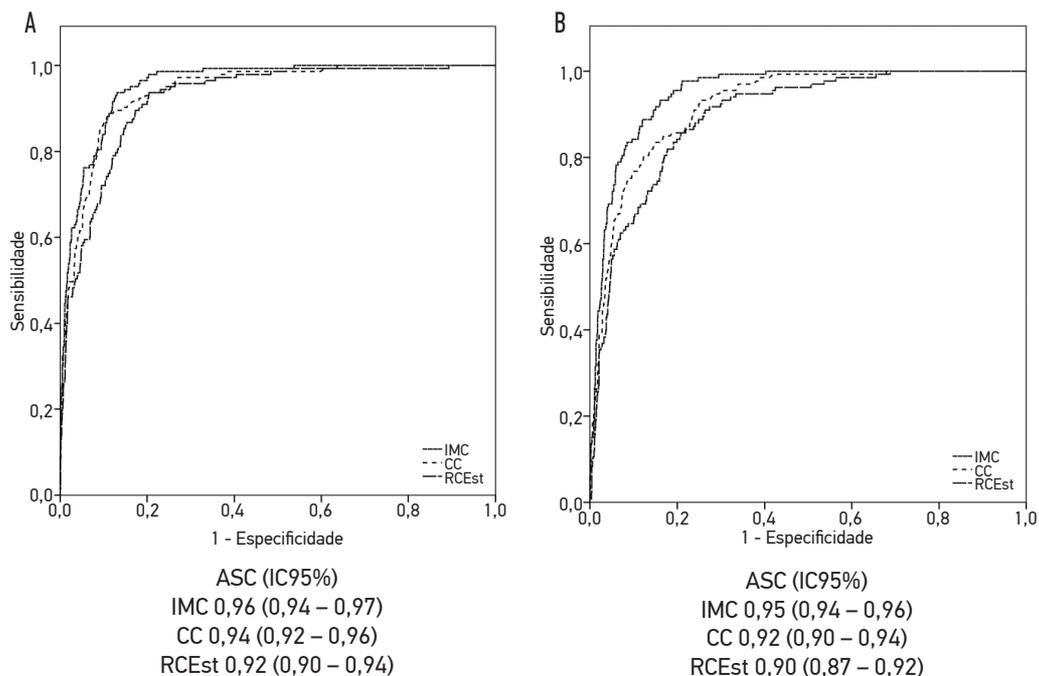
Apesar de termos optado pela adoção dos valores da RV+ entre 5 e 10 e RV- entre 0,1 e 0,2 para escolha dos ótimos pontos de corte, essa combinação não foi possível para o índice RCEst no caso das meninas. Embora os valores de RV+ (3,48) e RV- (0,28) do ponto de corte escolhido para a RCEst para meninas de 10 anos de idade sejam mais modestos, eles foram suficientemente fortes para sugerir que esse ponto de corte pode ser útil em identificar uma criança com excesso de gordura corporal.

Tabela 1. Características antropométricas das crianças segundo o sexo. Florianópolis, 2002.

	Meninos (n = 1.431)	Meninas (n = 1.341)	Valor p
	Média (DP)		
Idade (anos)	8,6 (1,1)	8,5 (1,1)	0,407*
Massa corporal (kg)	31,1 (7,0)	30,4 (6,9)	0,006*
Estatura (cm)	134,0 (8,4)	133,2 (8,9)	0,024**
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	17,1 (2,3)	16,9 (2,4)	0,019*
CC (cm)	59,3 (6,0)	57,4 (5,8)	< 0,001*
RCEst	0,44 (0,0)	0,43 (0,0)	< 0,001*
SDC (mm)	37,3 (19,1)	44,2 (18,8)	< 0,001*

\*Teste t de Student para variâncias iguais; \*\*Teste t de Student para variâncias diferentes.

DP: desvio padrão; IMC: índice de massa corporal; CC: circunferência da cintura; RCEst: razão cintura-estatura; SDC: somatório de quatro dobras cutâneas.



ASC: área sob a curva; IMC: índice de massa corporal; CC: circunferência da cintura; RCEst: razão cintura-estatura.

Figura 1. Curva *Receiver Operating Characteristic* para o índice de massa corporal, circunferência da cintura e razão cintura-estatura em meninos (a) e meninas (b) e a correspondente área sob a curva.

Em geral, a probabilidade pós-teste de uma criança classificada como sem excesso de peso ou sem adiposidade abdominal, pelos ótimos pontos de corte do IMC, CC ou RCEst, apresentar excesso de gordura corporal caiu de 10% (probabilidade pré-teste) para no máximo 2,2% em meninos e 2,8% em meninas com 10 anos de idade. Quando o resultado do teste foi positivo (criança classificada com excesso de peso ou adiposidade abdominal pelos ótimos pontos de corte do IMC, CC ou RCEst), a probabilidade de a criança apresentar excesso de gordura corporal aumentou para mais de 36,0% para os meninos e de 23,5% para as meninas com 10 anos de idade (Tabela 2).

## DISCUSSÃO

Neste estudo, foi comparada a acurácia diagnóstica do IMC, CC e RCEst na identificação de crianças com excesso de gordura corporal (expressa pelo somatório das dobras cutâneas) em uma amostra de escolares de sete a dez anos de idade do município de Florianópolis. Além disso, foram determinados os pontos de corte dos três índices que apresentaram maior associação com a discriminação do excesso de gordura corporal. Os procedimentos analíticos utilizados permitiram

Tabela 2. Pontos de corte para o índice de massa corporal, circunferência da cintura e razão cintura-estatura que apresentaram maior associação com o excesso de gordura corporal, de acordo com o sexo e a idade. Florianópolis, 2002.

	Idade	Meninos						
		Ponto de corte <sup>#</sup>	Se%	Es%	RV+	RV-	PPN (%)	PPP (%)
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	7	17,5	92,9	91,0	10,36	0,08	0,8	50,0
	8	17,7	89,2	91,4	10,35	0,12	1,4	54,0
	9	18,6	89,7	88,2	7,62	0,12	1,3	45,0
	10	19,9	89,7	90,9	9,87	0,11	1,4	55,5
CC (cm)	7	59,1	89,3	90,7	9,59	0,12	1,2	48,1
	8	60,5	83,8	84,0	5,24	0,19	2,1	37,3
	9	63,2	89,7	88,8	7,99	0,12	1,3	46,2
	10	66,4	89,7	90,6	9,53	0,11	1,4	54,6
RCEst	7	0,46	85,7	88,3	7,31	0,16	1,5	41,4
	8	0,46	86,5	85,5	5,98	0,16	1,8	40,4
	9	0,45	84,6	83,8	5,23	0,18	1,9	36,0
	10	0,46	84,6	86,7	6,36	0,18	2,2	44,5
Meninas								
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	7	17,1	89,7	88,0	7,50	0,12	1,2	44,1
	8	18,2	90,0	88,7	7,93	0,11	1,3	49,2
	9	18,7	91,9	90,1	9,28	0,09	1,1	52,4
	10	18,5	85,7	83,2	5,11	0,17	1,6	33,3
CC (cm)	7	56,8	82,8	85,9	5,86	0,20	2,1	38,1
	8	59,0	87,2	85,0	5,80	0,15	1,8	41,5
	9	61,5	89,2	88,5	7,76	0,12	1,4	47,9
	10	61,1	78,6	75,0	3,14	0,29	2,8	23,5
RCEst	7	0,45	82,8	80,4	4,23	0,21	2,2	30,7
	8	0,45	82,1	82,2	4,61	0,22	2,6	36,1
	9	0,44	89,2	85,6	6,20	0,13	1,5	42,4
	10	0,43	78,6	77,4	3,48	0,28	2,7	25,3

Se: sensibilidade; Es: especificidade; RV+: razão de verossimilhança positiva; RV-: razão de verossimilhança negativa; PPN: probabilidade pós-teste negativa; PPP: probabilidade pós-teste positiva; IMC: índice de massa corporal; CC: circunferência da cintura; RCEst: razão cintura-estatura.

<sup>#</sup>Ótimos pontos de corte determinados pela análise da razão de verossimilhança.

estabelecer estimativas de probabilidade de rastreamento das crianças classificadas com ou sem excesso de peso ou de adiposidade abdominal apresentarem excesso de gordura corporal.

A variação dos valores da ASC (0,90 – 0,96) encontrados no presente estudo indicou que os três índices antropométricos obtiveram um bom desempenho no diagnóstico do excesso de gordura corporal em crianças.

Algumas pesquisas realizadas têm sugerido que as medidas de adiposidade central são as melhores ferramentas para identificar crianças e adolescentes com fatores de risco

cardiovascular<sup>8,19,20</sup>. Em um estudo realizado com crianças francesas (6,8-11,8 anos), a CC foi mais consistente na discriminação da obesidade (determinada pela medida da espessura das dobras cutâneas) do que o IMC ou a RCEst<sup>21</sup>. No entanto, outros estudos relataram diferenças mínimas na capacidade do IMC, CC e RCEst em identificar as crianças e adolescentes com marcadores de risco cardiometabólico<sup>22,23</sup>.

A acurácia diagnóstica do IMC, CC e a razão cintura-quadril (RCQ) no rastreamento da obesidade foi avaliada em adolescentes suecos de 17 anos, utilizando a técnica da plestimografia como medida de referência. Os resultados mostraram que o IMC e a CC apresentaram melhor desempenho diagnóstico no rastreamento da obesidade em adolescentes do que a RCQ<sup>24</sup>.

A associação entre IMC, CC e índices de composição corporal (índice de massa gorda, índice de massa magra, índice de massa gorda do tronco e índice de massa magra do tronco) foi avaliada em trabalho realizado com crianças negras pré-púberes na África do Sul. Os resultados mostraram que o IMC apresentou correlação significante estatisticamente maior com a composição corporal do que a CC, e essa associação foi significativamente maior com a massa gorda do que com a massa magra, sugerindo que o IMC seria melhor instrumento de triagem para a gordura corporal do que a CC<sup>25</sup>. Os autores explicaram esse resultado pelo fato de a centralização da gordura corporal ocorrer após a puberdade, e por isso não seria esperado que a CC refletisse a centralização da gordura antes do início da puberdade.

Na seleção do melhor índice antropométrico como ferramenta de triagem para o excesso de gordura corporal, outros estudos também utilizaram a análise da curva ROC, inclusive para determinar os pontos de corte com maior associação com esse desfecho<sup>21,24,26,27</sup>. Nesses estudos a escolha desses índices foi efetuada por meio de cálculos da sensibilidade e especificidade e a seleção dos ótimos pontos de corte realizada com base nos valores dos índices antropométricos que produziram estimativas iguais de sensibilidade e especificidade ou que minimizaram os erros de classificação. A diferença analítica do presente estudo para os demais publicados sobre esse assunto foi que, após o cálculo da sensibilidade e especificidade para todos os valores padronizados do IMC, CC e RCEst, foram estimadas as RV+ e RV- que auxiliaram na escolha do ponto de corte que apresentasse a maior associação do excesso de gordura corporal com o excesso de peso (utilizando o IMC) ou com a adiposidade central (utilizando a CC ou a RCEst). Uma das vantagens da RV é que ela permite descrever a acurácia de um teste de resultados numéricos em diversos pontos de corte do resultado. Nesse aspecto, a análise da RV permitiu escolher um valor para cada índice (de acordo com o sexo e a idade) que gerasse resultados com evidências de diagnóstico moderado, que pode ser considerado o melhor para intervenções em saúde pública. O modo de seleção permitiu também que todos os pontos de corte escolhidos apresentassem, com exceção da RCEst para as meninas, a mesma acurácia diagnóstica, diferentemente do que acontece quando se opta pela análise da maximização da sensibilidade e especificidade para cada sexo e idade.

No presente estudo, os ótimos pontos de corte foram primeiramente escolhidos com base na chance de a criança classificada com excesso de peso ou com excesso de adiposidade abdominal apresentar excesso de gordura corporal, ou seja, os casos verdadeiro-positivos, pois

os testes com altos valores de RV+ fornecem fortes evidências para o diagnóstico quando positivos. Também se levou em consideração na escolha uma baixa frequência de casos falso-negativos (no caso dos pontos de corte do IMC, isso se refere às crianças classificadas sem excesso de peso, mas que apresentaram excesso de gordura corporal), uma vez que os testes com baixos valores de RV- são os melhores para excluir a possibilidade da doença. Em outros estudos, diferentes pontos de corte podem ser escolhidos dependendo de se a minimização do número de falso-positivos em relação aos falso-negativos é julgada mais importante do que o inverso.

No presente estudo, os ótimos pontos de corte do IMC para a classificação do excesso de peso de crianças com sete a dez anos de idade apresentaram valores menores do que a proposta internacional<sup>3</sup> para ambos os sexos, e menores que a proposta brasileira<sup>5</sup> no caso dos meninos. Esse resultado pode indicar que as estimativas da prevalência do excesso de peso baseadas em desfechos de doenças em adultos (tal e qual os valores críticos propostos por Cole et al.<sup>3</sup> e Conde e Monteiro<sup>5</sup>) tendem a ser mais conservadoras do que os desfechos baseados em índices antropométricos que expressem a gordura corporal de crianças da própria amostra.

Os valores de referência para a CC em crianças são escassos, tornando difícil as comparações com os pontos de corte determinados neste estudo. Na Inglaterra, McCarthy et al.<sup>28</sup> identificaram para meninos e meninas com idades entre sete e dez anos valores de pontos de corte da CC semelhantes aos encontrados neste estudo. Entretanto, os mesmos pontos de corte da CC indicados no presente estudo foram aproximadamente 4,2 cm menores nos meninos e 6,3 cm menores nas meninas, com idade de sete a dez anos, do que os valores médios de pontos de corte sugeridos em um estudo realizado com crianças neozelandesas<sup>26</sup>. Comparado ao estudo conduzido com crianças francesas com idade entre 6,8 e 11,8 anos<sup>21</sup>, os ótimos pontos de corte da CC para identificar o excesso de gordura corporal no presente estudo foram, em média, 5,2 cm e 9,9 cm menores em meninos e meninas, respectivamente. Entre os motivos para as diferenças dos valores de pontos de corte dos índices antropométricos encontradas em diferentes estudos, pode-se relacionar a diversidade de métodos escolhidos para mensurar a gordura corporal (por exemplo, dobras cutâneas, bioimpedância, plestimografia, DEXA), métodos para expressar o excesso de gordura corporal (por exemplo, equações preditivas de percentual de gordura corporal, como as equações de Lohman<sup>29</sup>, de Slaughter et al.<sup>30</sup>, e percentis do somatório de dobras cutâneas), e também pelo tratamento dos dados antropométricos. Nesse último quesito, destaca-se que no presente estudo os valores do SDC foram tratados para gerar os valores dos resíduos (valores de gordura corporal independentes do efeito da idade das crianças). Pode-se também citar as questões relacionadas à etnia e ao estado puberal, bem como as diferenças na prevalência do excesso de peso e de adiposidade abdominal entre as populações estudadas, e o fato de as pesquisas terem sido realizadas em momentos diferentes.

Entre os aspectos relevantes deste estudo, destaca-se o amplo tamanho da amostra e o uso das análises da RV e probabilidade pós-teste, as quais auxiliam no refinamento

dos resultados do teste diagnóstico, um passo adiante das análises da sensibilidade e especificidade, amplamente já utilizadas em outros estudos. Além disso, também deve ser mencionado que não houve o uso de nenhuma medida de referência sofisticada para a gordura corporal pelo fato de este ser um estudo de base populacional. A medida das dobras cutâneas tem sido utilizada em diversos estudos de base populacional para estimar a gordura corporal dos indivíduos<sup>27,31,32</sup>. O uso do percentil 90 baseado na amostra da medida absoluta das dobras cutâneas (resíduos padronizados) como um ponto de corte para o excesso de gordura corporal no presente estudo foi arbitrário. Contudo, diversos estudos têm utilizado equações de predição para o cálculo do percentual de gordura corporal (%GC), indicando percentuais fixos (por exemplo, GC > 25% em meninos e GC > 30% em meninas) para definir o excesso de gordura corporal em crianças<sup>21,33</sup>. Essa proposta, no entanto, é questionável porque essas equações preditivas são suscetíveis a erros, uma vez que são específicas para a população em que foram desenvolvidas<sup>34,35</sup>. Além disso a quantidade de gordura corporal pode variar com a idade e o sexo<sup>36</sup>.

Nossos dados indicam que a acurácia diagnóstica do IMC, da CC e da RCEst foi semelhante, apesar de o IMC ser mais consistente na identificação de crianças com excesso de gordura corporal em relação àquelas sem essa condição. Nossos resultados também mostraram que os ótimos pontos de corte para o IMC, a CC e a RCEst podem ser usados para prever efetivamente crianças com idade de sete a dez anos, em Florianópolis, com excesso de gordura corporal, como expresso pelas dobras cutâneas, e devem ser comparados com os marcadores biológicos de saúde em estudos futuros.

## REFERÊNCIAS

1. WHO. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. World Health Organ Tech Rep Ser 2000; 894: i-xii,1-253.
2. Freedman DS, Khan LK, Serdula MK, Dietz WH, Srinivasan SR, Berenson GS. Inter-relationships among childhood BMI, childhood height, and adult obesity: the Bogalusa Heart Study. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2004; 28(1): 10-6.
3. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ* 2000; 320(7244): 1240-3.
4. de Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ* 2007; 85(9): 660-7.
5. Conde WL, Monteiro CA. Body mass index cutoff points for evaluation of nutritional status in Brazilian children and adolescents. *J Pediatr* 2006; 82(4): 266-72.
6. Reilly JJ, Dorosty AR, Emmett PM. Identification of the obese child: adequacy of the body mass index for clinical practice and epidemiology. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2000; 24(12): 1623-7.
7. Malina RM, Katzmarzyk PT. Validity of the body mass index as an indicator of the risk and presence of overweight in adolescents. *Am J Clin Nutr* 1999; 70(1): 131S-6S.
8. Savva SC, Tornaritis M, Savva ME, Kourides Y, Panagi A, Silikiotou N, et al. Waist circumference and waist-to-height ratio are better predictors of cardiovascular disease risk factors in children than body mass index. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2000; 24(11): 1453-8.
9. Maffeis C, Pietrobelli A, Grezzani A, Provera S, Tatò L. Waist circumference and cardiovascular risk factors in prepubertal children. *Obes Res* 2001; 9(3): 179-87.
10. Janssen I, Katzmarzyk PT, Ross R. Waist circumference and not body mass index explains obesity-related health risk. *Am J Clin Nutr* 2004; 79(3): 379-84.

11. Hsieh SD, Yoshinaga H, Muto T. Waist-to-height ratio, a simple and practical index for assessing central fat distribution and metabolic risk in Japanese men and women. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2003; 27(5): 610-6.
12. Hara M, Saitou E, Iwata F, Okada T, Harada K. Waist-to-height ratio is the best predictor of cardiovascular disease risk factors in Japanese schoolchildren. *J Atheroscler Thromb* 2002; 9(3): 127-32.
13. de Assis MA, Rolland-Cachera MF, Grosseman S, de Vasconcelos FA, Luna ME, Calvo MC, et al. Obesity, overweight and thinness in schoolchildren of the city of Florianopolis, Southern Brazil. *Eur J Clin Nutr* 2005; 59(9): 1015-21.
14. de Assis MA, Rolland-Cachera MF, de Vasconcelos FA, Bellisle F, Conde W, Calvo MC, et al. Central adiposity in Brazilian schoolchildren aged 7-10 years. *Br J Nutr* 2007; 97(4): 799-805.
15. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. Champaign IL United States: Human Kinetics; 1988.
16. Altman DG, Bland JM. Diagnostic tests 3: receiver operating characteristic plots. *BMJ* 1994; 309(6948): 188.
17. Deeks JJ. Systematic reviews in health care: Systematic reviews of evaluations of diagnostic and screening tests. *BMJ* 2001; 323(7305): 157-62.
18. Deeks JJ, Altman DG. Diagnostic tests 4: likelihood ratios. *BMJ* 2004; 329(7458): 168-9.
19. 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(6): 988-92.
20. Campagnolo PD, Hoffman DJ, Vitolo MR. Waist-to-height ratio as a screening tool for children with risk factors for cardiovascular disease. *Ann Hum Biol* 2011; 38(3): 265-70.
21. Hubert H, Guinhouya CB, Allard L, Durocher A. Comparison of the diagnostic quality of body mass index, waist circumference and waist-to-height ratio in screening skinfold-determined obesity among children. *J Sci Med Sport* 2009; 12(4): 449-51.
22. Adegboye AR, Andersen LB, Froberg K, Sardinha LB, Heitmann BL. Linking definition of childhood and adolescent obesity to current health outcomes. *Int J Pediatr Obes* 2010; 5(2): 130-42.
23. Freedman DS, Kahn HS, Mei Z, Grummer-Strawn LM, Dietz WH, Srinivasan SR, et al. Relation of body mass index and waist-to-height ratio to cardiovascular disease risk factors in children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Am J Clin Nutr* 2007; 86(1): 33-40.
24. Neovius M, Linné Y, Rosner S. BMI, waist-circumference and waist-hip-ratio as diagnostic tests for fatness in adolescents. *Int J Obes (Lond)* 2005; 29(2): 163-9.
25. Cameron N, Jones LL, Griffiths PL, Norris SA, Pettifor JM. How well do waist circumference and body mass index reflect body composition in pre-pubertal children? *Eur J Clin Nutr* 2009; 63(9): 1065-70.
26. 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(2): 490-5.
27. Glässer N, Zellner K, Kromeyer-Hauschild K. Validity of body mass index and waist circumference to detect excess fat mass in children aged 7-14 years. *Eur J Clin Nutr* 2011; 65(2): 151-9.
28. McCarthy HD, Jarrett KV, Crawley HF. The development of waist circumference percentiles in British children aged 5.0-16.9 y. *Eur J Clin Nutr* 2001; 55(10): 902-7.
29. Lohman TG. Applicability of body composition techniques and constants for children and youths. *Exerc Sport Sci Rev* 1986; 14: 325-57.
30. Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, Van Loan MD, et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol* 1988; 60(5): 709-23.
31. Mei Z, Grummer-Strawn LM, Wang J, Thornton JC, Freedman DS, Pierson RN Jr, et al. Do skinfold measurements provide additional information to body mass index in the assessment of body fatness among children and adolescents? *Pediatrics* 2007; 119(6): e1306-13.
32. Deurenberg-Yap M, Niti M, Foo LL, Ng SA, Loke KY. Diagnostic accuracy of anthropometric indices for obesity screening among Asian adolescents. *Ann Acad Med Singapore* 2009; 38(1): 3-6.
33. Fernandes RA, Rosa CSC, da Silva CB, Bueno DR, de Oliveira AR, Júnior IFF. Accuracy of different body mass index cutoffs to predict excessive body fat and abdominal obesity in adolescents. *Rev Assoc Med Bras* 2007; 53(6): 515-9.
34. Reilly JJ, Wilson J, Durnin JV. Determination of body composition from skinfold thickness: a validation study. *Arch Dis Child* 1995; 73(4): 305-10.
35. Roche AF, Sievogel RM, Chumlea WC, Webb P. Grading body fatness from limited anthropometric data. *Am J Clin Nutr* 1981; 34(12): 2831-8.
36. Taylor RW, Jones IE, Williams SM, Goulding A. Body fat percentages measured by dualenergy X-ray absorptiometry corresponding to recently recommended body mass index cutoffs for overweight and obesity in children and adolescents aged 3-18 y. *Am J Clin Nutr* 2002; 76(6): 1416-21.

Recebido em: 26/07/2011

Versão final apresentada em: 13/01/2012

Aprovado em: 16/02/2012