

# Antigos e novos indicadores antropométricos como preditores de resistência à insulina em adolescentes

*Old and new anthropometric indices as insulin resistance predictors in adolescents*

Isabella Barbosa Pereira Carneiro<sup>1</sup>, Helena Alves de Carvalho Sampaio<sup>1</sup>, Antônio Augusto Ferreira Carioca<sup>2</sup>, Francisco José Maia Pinto<sup>1</sup>, Nágila Raquel Teixeira Damasceno<sup>2</sup>

## RESUMO

**Objetivo:** Apesar da importância da resistência à insulina (RI) no desenvolvimento de doenças crônicas, seu diagnóstico envolve demandas invasivas. Assim, faz-se necessário o desenvolvimento de métodos alternativos para prever RI na prática clínica, sendo os indicadores antropométricos uma alternativa. Portanto, o objetivo deste estudo é avaliar o comportamento desses indicadores com relação ao HOMA-IR (*Homeostasis Model Assessment of Insulin Resistance*). **Materiais e métodos:** Coletaram-se peso, altura e circunferência da cintura de 148 adolescentes. A partir destes, calcularam-se índice de massa corporal (IMC), índice de massa corporal invertido (IMCi), relação cintura-estatura (RCE) e índice de conicidade (IC). Coletaram-se ainda dados de composição corporal (percentual de gordura corporal – %GC), por meio de bioimpedância elétrica, e dados bioquímicos (glicemia e insulinemia de jejum) empregados no cálculo do HOMA-IR. O ponto de corte para o HOMA-IR adotado foi de  $2,39 \pm 1,93$ . A análise estatística envolveu a correlação de Spearman, a construção de modelos de regressão linear múltiplos e curvas ROC (*Receiver Operating Characteristic*), com IC de 95%. Utilizou-se o pacote estatístico SPSS v.18.0, considerando  $p < 0,05$  como nível de significância. **Resultados:** Todos os indicadores antropométricos estavam estatisticamente correlacionados de forma positiva ao HOMA-IR. A curva ROC mostrou que CC, RCE e IC, nesta ordem, apresentaram-se mais eficazes em prever RI. **Conclusão:** Entre os indicadores estudados, aqueles relacionados ao acúmulo de gordura central parecem os mais indicados para prever RI. Arq Bras Endocrinol Metab. 2014;58(8):838-43

## Descritores

Antropometria; resistência à insulina; adolescente; composição corporal

## ABSTRACT

**Objective:** Despite the importance of insulin resistance (IR) on chronic diseases development, its diagnosis remains invasive. Thus, it's necessary to develop alternative methods to predict IR on clinical practice, and the anthropometric indices are a good alternative to it. Given that, this study's purpose is to evaluate these indices behavior in relation to HOMA-IR (*Homeostasis Model Assessment of Insulin Resistance*). **Materials and methods:** We collected weight, height and waist circumference from 148 adolescents. Through these indices, we calculated the body mass index (BMI), inverted body mass index (iBMI), waist-to-height ratio (WHtR) and conicity index (C index). We also collected data from body composition (body fat percentage – %BF), through electric impedance, and biochemical data (fasting glucose and insulin levels) employed on the HOMA-IR calculation. The HOMA-IR cutoff adopted was of  $2.39 \pm 1.93$ . The statistical analysis involved the Spearman correlation analysis, multiple linear regression models and ROC (*Receiver Operating Characteristic*) curves construction, using 95% CI. We used the statistic pack SPSS v.18, considering  $p < 0.05$  as the significance level. **Results:** All anthropometric indices were statistically and positively correlated to HOMA-IR. The ROC curve showed that WC, WHtR and C index, in this order, were the most efficient to predict IR. **Conclusion:** Among the indicators studied, those related to central fat accumulation seem the most suitable for predicting IR. Arq Bras Endocrinol Metab. 2014;58(8):838-43

## Keywords

Anthropometry; insulin resistance; adolescent; body composition

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Estadual do Ceará (UECE), Fortaleza, CE, Brasil  
<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Nutrição em Saúde Pública, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP, Brasil

**Correspondência para:**  
 Helena Alves de Carvalho Sampaio  
 Rua Joaquim Nabuco, 500  
 60125-120 – Fortaleza, CE, Brasil  
 dr.hard2@gmail.com

Recebido em 17/Fev/2014  
 Aceito em 14/Set/2014

DOI: 10.1590/0004-2730000003296

## INTRODUÇÃO

A resistência à insulina (RI) é considerada um dos principais fatores de risco para doenças cardiovasculares, pois está associada a condições, como intolerância à glicose, diabetes melito tipo 2 (DM2), dislipidemias, hipertensão arterial, entre outras alterações metabólicas (1). Sua etiologia está relacionada a fatores genéticos e ambientais, como o acúmulo de gordura visceral (1-3).

Entretanto, apesar de sua importância para saúde pública, a RI não possui diagnóstico tão simples assim. O método considerado padrão-ouro para a detecção dessa alteração é o *clamp* euglicêmico e hiperinsulinêmico. No entanto, trata-se de uma técnica de alto custo, invasiva e que demanda muito tempo, tornando-a inviável para a prática clínica (3). Outro método utilizado é o HOMA-IR (*Homeostasis Model Assessment of Insulin Resistance*), que possui boa concordância com o teste padrão-ouro. No entanto, o HOMA-IR não é largamente empregado, pois valores de glicemia e insulinemia de jejum, empregados no seu cálculo, demandam coletas invasivas, o que limita a praticidade do método (4).

Desse modo, é crescente a necessidade do desenvolvimento de métodos práticos, rápidos, não invasivos, de baixo custo e de fácil aplicação que possam prever a resistência à insulina. Indicadores antropométricos obtidos empregando-se instrumentos simples e facilmente encontrados na prática profissional, tais como balança, estadiômetro e fita métrica, podem ser úteis nesse caso, pois alguns deles já possuem associação demonstrada com o acúmulo de gordura visceral (5-7).

Alguns desses indicadores, de fácil aferição, baixo custo e cálculo simples, como a circunferência da cintura, índice de massa corporal e índice de massa corporal invertido, têm sido apontados em estudos recentes como bons preditores de RI, inclusive com crianças e adolescentes (8-11). O destaque para indicadores de acúmulo de gordura central foi observado em outros estudos como o de Vasques e cols. (9). Nesse estudo, os melhores indicadores para prever RI foram a circunferência da cintura (CC), o diâmetro abdominal sagital (DAS) e a relação cintura-estatura (RCE), nessa ordem.

Assim, o objetivo deste estudo é avaliar o comportamento de indicadores antropométricos com relação ao HOMA-IR, bem como investigar quais estão mais associados à resistência à insulina.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo transversal, com abordagem descritiva e analítica, realizado com adolescentes estudantes de escolas públicas localizadas na Zona Oeste da cidade de São Paulo, SP. Foram elegíveis 148 adolescentes e, para o cálculo amostral, considerando os objetivos do presente estudo, utilizaram-se dados de Vasques e cols. (9), com  $\beta = 0,10$  e  $\alpha = 0,05$  (bilateral). Verificou-se que seria necessário um número mínimo de 67 adolescentes para comprovar as inferências propostas.

Todos os adolescentes e responsáveis assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Além disso, o estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Faculdade de Saúde Pública, sob o registro de nº 1886, e pelos diretores das escolas participantes.

Os critérios de inclusão adotados foram: idade entre 10 e 19 anos; estar matriculado em escola pública; ser clinicamente saudável; não fumar; não consumir álcool frequentemente (com quantidade estabelecida de 30 g ou mais de etanol por dia para os homens e 15 g ou mais de etanol por dia para mulheres, de acordo com a VI Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial (12); não utilizar medicamentos moduladores do metabolismo lipídico, antioxidantes e hormônios há pelo menos 2 meses.

Os critérios de não inclusão foram: estar desnutrido; gravidez ou lactação; estar participando de outros protocolos de pesquisa; ser portador de doenças crônicas, tais como neuropatias, endocrinopatias, nefropatias, doenças pulmonares, cardiopatias, doenças reumatológicas, imunodeficiência, síndrome de Cushing e hipotireoidismo.

Os parâmetros antropométricos coletados foram: peso (kg), altura (m), de acordo com o protocolo de Lohman e cols. (13) e CC (cm), no ponto médio entre a última costela e a crista ilíaca (14). A partir desses dados, calcularam-se o índice de massa corporal [IMC =  $\text{Peso (kg)} / \text{Altura}^2 \text{ (m)}$ ] (15), o índice de massa corporal invertido (IMCi =  $\text{Altura}^2 \text{ (m)} / \text{Peso (kg)}$ ) (16), a relação cintura-estatura [(RCE =  $\text{circunferência da cintura (cm)} / \text{Estatura (cm)}$ )] (17) e o índice de conicidade (IC), de acordo com a fórmula de Valdez, ilustrada abaixo (18):

$$IC = \frac{CC \text{ (m)}}{0,109 \times \sqrt{\text{Peso(kg)/Altura(cm)}}$$

Foram coletados ainda dados referentes à composição corporal (%GC), por meio da bioimpedância

elétrica tetrapolar – BIA, utilizando-se o aparelho Biodynamics®. Após 12 horas de jejum, foram coletadas amostras de sangue para dosagem de glicose e insulina. A concentração de glicose plasmática foi obtida por meio do *kit* comercial enzimático e colorimétrico Glicose PAP Liquiform (Labtest, Minas Gerais, Brasil). A insulina plasmática foi determinada pela técnica de radioimunoensaio (*Human Insulin-Specific* RIA Kit – Linco Reserach, St Charles, MO, USA). A resistência à insulina foi mensurada por meio do HOMA-IR, calculado pela fórmula de Matthews e cols. (19):

$$\text{HOMA-IR} = \frac{\text{insulina de jejum } (\mu\text{U/mL}) \times \text{glicemia de jejum } (\text{mmol/l})}{22,5}$$

Considerou-se como ponto de corte para o HOMA-IR o valor de  $2,39 \pm 1,93$ , estabelecido em estudo com 2.264 brasileiros e específico para a faixa etária inferior aos 20 anos de idade (20).

Aplicou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov de modo a avaliar a normalidade da distribuição das variáveis estudadas. Para análise de correlação, foi utilizado o teste de Spearman bruto e ajustado (sexo e idade). A variável HOMA-IR não apresentou distribuição normal, sendo transformada na escala logarítmica. Modelos de regressão linear múltiplos foram desenvolvidos e ajustados por sexo e idade. Foram construídas curvas ROC (*Receiver Operating Characteristic*) e calculadas as áreas abaixo das curvas, com intervalo de confiança (IC 95%) de 95% (21). Para auxílio nas análises, foi utilizado o pacote estatístico SPSS versão 18.0, considerando  $p < 0,05$  como nível de significância.

## RESULTADOS

A amostra do presente estudo não apresentou grande variação na proporção do sexo, entretanto a maior parte foi constituída pelo sexo feminino (57,4%). A tabela 1 apresenta a caracterização dos indivíduos quanto a idade, perfil antropométrico e composição corporal estratificado por sexo. A média do HOMA-IR no grupo foi de 3,8 (2,0).

Com relação ao estado nutricional segundo o IMC, dentre os 148 adolescentes avaliados, a maioria, 64,2% ( $n = 95$ ), era eutrófica. Havia 53 (35,8%) adolescentes com excesso ponderal, dos quais 27,7% ( $n = 41$ ) estavam com sobrepeso e 8,1% ( $n = 12$ ) eram obesos.

Todos os indicadores antropométricos se mostraram estatisticamente correlacionados aos valores de

HOMA-IR. Essa correlação apresentou-se positiva em todos os casos, ou seja, as medidas antropométricas foram diretamente proporcionais com os valores de HOMA-IR (Tabela 2).

Na tabela 3, observa-se que as medidas relacionadas ao acúmulo de gordura central (CC, RCE e IC, nesta ordem) apresentaram-se mais eficazes em prever RI, pois as análises com tais variáveis resultaram

**Tabela 1.** Caracterização dos indivíduos avaliados, segundo idade, perfil antropométrico e composição corporal. São Paulo, 2014

Variáveis	Sexo		Total
	Feminino	Masculino	
Média (desvio-padrão)			
Idade (anos)	14,0 (2,1)	14,2 (2,1)	14,1 (2,1)
IMCi (m <sup>2</sup> /kg)	100,6 (46,3)	96,0 (12,5)	98,6 (36,0)
%GC (%)	25,0 (6,8)	18,8 (8,8)	22,3 (8,3)
IC	1,1 (0,2)	1,2 (0,1)	1,2 (0,1)
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	23,4 (4,8)	24,2 (4,7)	23,7 (4,7)
RCE	0,5 (0,1)	0,5 (0,1)	0,5 (0,1)
CC (cm)	76,2 (16,4)	80,2 (12,0)	77,9 (14,8)

IMCi: índice de massa corporal invertido; %GC: percentual de gordura corporal; IC: índice de concidência; IMC: índice de massa corporal; RCE: relação cintura/estatura; CC: circunferência da cintura.

**Tabela 2.** Correlação entre indicadores antropométricos e HOMA-IR. São Paulo, 2014

Variáveis	r*	p	r**	p
IMCi (m <sup>2</sup> /kg)	0,242	0,003	0,083	0,322
%GC (%)	0,318	< 0,001	0,287	< 0,001
IC	0,335	< 0,001	0,171	0,039
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	0,340	< 0,001	0,378	< 0,001
RCE	0,369	< 0,001	0,267	0,001
CC (cm)	0,402	< 0,001	0,335	< 0,001

\* Correlação bruta; \*\* Correlação ajustada por sexo e idade.

IMCi: índice de massa corporal invertido; %GC: percentual de gordura corporal; IC: índice de concidência; IMC: índice de massa corporal; RCE: relação cintura/estatura; CC: circunferência da cintura.

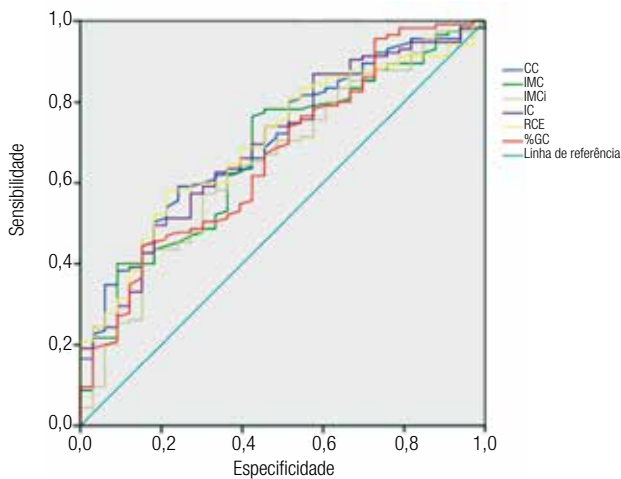
**Tabela 3.** Eficácia dos indicadores antropométricos em prever resistência à insulina. São Paulo, 2014

Variável	ASC-ROC	Erro-padrão	IC 95%	p
IMCi (m <sup>2</sup> /kg)	0,651	0,053	0,611; 0,799	< 0,001
%GC (%)	0,666	0,053	0,573; 0,773	0,002
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	0,673	0,051	0,547; 0,756	0,008
IC	0,696	0,050	0,599; 0,793	0,001
RCE	0,702	0,048	0,608; 0,795	< 0,001
CC (cm)	0,705	0,048	0,562; 0,769	0,004

IMCi: índice de massa corporal invertido; %GC: percentual de gordura corporal; IC: índice de concidência; IMC: índice de massa corporal; RCE: relação cintura/estatura; CC: circunferência da cintura; IC 95%: intervalo de confiança de 95%.

em maiores valores absolutos de área sob a curva ROC (ASC-ROC), bem como menores valores absolutos de erros-padrão.

Todos os indicadores avaliados apresentaram valores de áreas superiores a 0,5. Apenas a medida de CC e a RCE apresentaram valores superiores a 0,7, reforçando a capacidade de tais indicadores em prever a resistência à insulina (Figura 1). Após ajuste por sexo e idade, IMC e CC foram os que apresentaram maior poder explicativo do HOMA-IR (Tabela 4).



**Figura 1.** Curva ROC referente aos indicadores antropométricos em relação à inadequação do HOMA-IR. São Paulo, 2014

CC: circunferência da cintura; IMC: índice de massa corporal; IMCi: índice de massa corporal invertido; IC: índice de conicidade; RCE: relação cintura/estatura; %GC: percentual de gordura corporal.

**Tabela 4.** Associação entre indicadores antropométricos e HOMA-IR\*, ajustados por sexo e idade. São Paulo, 2014

Variáveis	Beta	IC95%	R <sup>2</sup>
CC (cm)	0,005	0,003; 0,007	0,128
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	0,016	0,009; 0,024	0,138
IMCi* (m <sup>2</sup> /kg)	0,434	-0,040; 0,907	0,049
IC*	1,368	0,396; 2,339	0,077
%CG (%)	0,008	0,003; 0,013	0,097
RCE*	0,983	0,448; 1,518	0,109

\*Variável em logaritmo. IMCi: índice de massa corporal invertido; %GC: percentual de gordura corporal; IC: índice de conicidade; IMC: índice de massa corporal; RCE: relação cintura/estatura; CC: circunferência da cintura; IC 95%: intervalo de confiança de 95%.

## DISCUSSÃO

A proposta do presente estudo foi identificar medidas antropométricas de fácil aplicação clínica que apresentassem elevado poder preditivo de RI.

Foram testados indicadores antropométricos tradicionais (IMC, CC, %GC) e emergentes (IC, RCE,

IMCi) potencialmente relacionados ao HOMA-IR. Observou-se que a variável CC apresentou maior desvio-padrão em referência às demais variáveis. Os dados *per si* não se explicam, mas algumas hipóteses podem ser levantadas: é possível que seja uma característica da amostra e da população estudada; pode ser devido à maioria do sexo feminino presente na amostra avaliada; pode ser ainda a presença de 8,1% de adolescentes obesos, podendo deslocar a distribuição nesse sentido. Apesar desse desvio-padrão um pouco mais alto, a variável teve distribuição normal e ausência de valores *outliers*.

O presente estudo mostrou que esses parâmetros antropométricos e de composição corporal se correlacionaram positivamente com o HOMA-IR. A base comum que une essas variáveis é a obesidade que, por sua vez, está intimamente ligada à resistência à insulina (22).

Os indicadores tradicionais foram aqueles que estiveram mais bem correlacionados com o HOMA-IR, em ordem decrescente de correlação após ajuste por sexo e idade: IMC, CC e %GC. Quanto ao poder das variáveis em prever RI, confirmou-se que a CC é o melhor parâmetro, seguido de RCE e IC. Na avaliação do poder preditivo para RI, observou-se que a maior AUC-ROC (> 0,7) foi dos indicadores CC e RCE. Considera-se, assim, que esses obtiveram as melhores *performances* globais para avaliação da resistência à insulina.

O destaque observado nos achados deste estudo, para a CC, a qual apresentou melhor valor preditor para HOMA-IR, já foi descrito na literatura. Segundo estudos, a CC apresenta importante papel como indicador de desenvolvimento de morbididades relacionadas à obesidade, sendo sua relação superior à encontrada com o IMC (23-25), além de apresentar correlação com os depósitos de tecido adiposo visceral e alterações metabólicas (26).

A RCE, por sua vez, tem sido proposta como uma medida mais sensível que a CC para estimar acúmulo de gordura central em adolescentes (27). Já o IC é relatado como um indicador de risco cardiovascular na população geral e um ótimo parâmetro de distribuição de gordura (18,28).

Em metanálise recente com dados de mais de 300 mil pessoas, confirmou-se que as medidas antropométricas de obesidade central fornecem ferramentas superiores para discriminar a obesidade relacionada a risco cardiometabólico em comparação com o IMC (29). Além disso, constatou-se que a RCE foi um melhor preditor do que CC para DM2, dislipidemia e risco de

doenças cardiovasculares em ambos os sexos (29), entretanto essa relação ainda não é consenso (24,30).

Tal importância dada à capacidade desses indicadores antropométricos em discriminar a distribuição da gordura corporal decorre do fato de que as funções do tecido adiposo são fortemente influenciadas pela sua localização: subcutâneo e visceral. O tecido subcutâneo preenche os requisitos clássicos do tecido adiposo, enquanto o visceral é metabolicamente mais ativo e exerce mais influência sobre o desenvolvimento da RI, síndrome metabólica, DM2 e doenças cardiovasculares (31).

No estudo de Kondaki e cols. (10), apesar de nem todos os melhores indicadores serem relacionados à obesidade central, entre eles estava a RCE. Os melhores indicadores encontrados, em ordem decrescente de importância, foram o IMC, a soma das dobras cutâneas e a RCE. No estudo de Moreira e cols. (8), fato semelhante foi observado: %GC, IMC e CC foram os indicadores que melhor prediziam RI.

O estudo de Vasques e cols. (9) analisou ainda outros indicadores antropométricos não avaliados pelo presente estudo, como diâmetro abdominal sagital (DAS), índice sagital (IS), relação cintura-coxa (RCC). No entanto, esse fato não compromete nossos achados, pois os indicadores aqui empregados foram capazes de detectar alterações também avaliadas por tais indicadores. Além disso, os indicadores utilizados no presente estudo requereram equipamentos simples (fita métrica, balança e estadiômetro) usualmente encontrados com maior frequência na prática clínica. O conjunto de medidas sem dúvida favorece o rastreo, entretanto, especialmente em populações e centros mais carentes, medidas mais práticas são preferidas.

Entre as limitações do presente estudo, pode ser citado o fato de tratar-se de um estudo do tipo transversal, de forma que causa e efeito são medidos simultaneamente, limitando as interpretações quanto aos desfechos observados. Para melhor avaliar tais relações, um estudo de coorte de base populacional seria o mais indicado.

A principal contribuição desse estudo está nos achados que demonstram a possibilidade de predição de RI a partir de indicadores antropométricos em adolescentes, visto que estudos abordando tal temática nesse grupo etário ainda são escassos. A crescente incidência de obesidade entre os adolescentes e, conseqüentemente, de morbidades comumente associadas a esta, entre elas a resistência à insulina, confirma a importância desses achados (32). Assim, tais indicadores, simples e de fácil

afecção, podem facilitar o rastreo e serem úteis como ferramentas para intervenções preventivas e terapêuticas em populações de risco, favorecendo o desenvolvimento de estratégias efetivas para modificações no estilo de vida.

## CONCLUSÃO

Os indicadores antropométricos mais eficazes em prever RI foram aqueles relacionados ao acúmulo de gordura central. Tais indicadores são baseados em metodologias simples e de fácil aplicação que demandam treinamentos simples para seus avaliadores. Assim, esses indicadores podem funcionar como um sinal de alerta aos profissionais em sua prática clínica, servindo como ferramentas na detecção de grupos de risco em abordagens preventivas e terapêuticas em populações vulneráveis.

Financiamento: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) (07/51664-5; 07/52123-8).

Declaração: os autores declaram não haver conflitos de interesse científico neste estudo.

## REFERÊNCIAS

1. Goldfine A, Conlin P, Halperin F, Koska J, Permana P, Schwenke D, et al. A randomised trial of salsalate for insulin resistance and cardiovascular risk factors in persons with abnormal glucose tolerance. *Diabetologia*. 2013;1-10.
2. Mlinar B, Marc J, Janež A, Pfeifer M. Molecular mechanisms of insulin resistance and associated diseases. *Clin Chim Acta*. 2007;375(1):20-35.
3. Milburn MV, Lawton KA. Application of metabolomics to diagnosis of insulin resistance. *Annu Rev Med*. 2013;64:291-305.
4. Huang TT-K, Johnson MS, Goran MI. Development of a prediction equation for insulin sensitivity from anthropometry and fasting insulin in prepubertal and early pubertal children. *Diabetes Care*. 2002;25(7):1203-10.
5. Brambilla P, Bedogni G, Moreno LA, Goran MI, Gutin B, Fox KR, et al. Crossvalidation of anthropometry against magnetic resonance imaging for the assessment of visceral and subcutaneous adipose tissue in children. *Int J Obes (Lond)*. 2006;30(1):23-30.
6. Flodmark CE, Sveger T, Nilsson-Ehle P. Waist measurement correlates to a potentially atherogenic lipoprotein profile in obese 12-14-year-old children. *Acta Paediatr*. 1994;83(9):941-5.
7. 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.
8. Moreira SR, Ferreira AP, Lima RM, Arsa G, Campbell CS, Simões HG, et al. Predicting insulin resistance in children: anthropometric and metabolic indicators. *J Pediatr (Rio J)*. 2008;84(1):47-52.
9. Vasques ACJ, LEFPL R, Rosado GP, Ribeiro RdCL, Franceschini SdCC, Geloneze B. Habilidade de indicadores antropométricos e de composição corporal em identificar a resistência à insulina. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2009;53(1):72-9.

10. Kondaki K, Grammatikaki E, Pavón DJ, Manios Y, González-Gross M, Sjöström M, et al. Comparison of several anthropometric indices with insulin resistance proxy measures among European adolescents: The Helena Study. *Eur J Pediatr*. 2011;170(6):731-9.
11. Hirschler V, Ruiz A, Romero T, Dalamon R, Molinari C. Comparison of different anthropometric indices for identifying insulin resistance in schoolchildren. *Diabetes Technol Ther*. 2009;11(9):615-21.
12. Sociedade BdH, Sociedade BdC-S, Sociedade B. VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial. *Rev Bras Hipertens*. 2010;3(1).
13. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual: Human Kinetics Books Champaign, Illinois; 1991.
14. Consultation W. Obesity: preventing and managing the global epidemic. World Health Organization technical report series. 2000;894.
15. Keys A, Fidanza F, Karvonen MJ, Kimura N, Taylor HL. Indices of relative weight and obesity. *J Chronic Dis*. 1972;25(6):329-43.
16. Nevill AM, Stavropoulos-Kalinoglou A, Metsios GS, Koutedakis Y, Holder RL, Kitas GD, et al. Inverted BMI rather than BMI is a better proxy for percentage of body fat. *Ann Hum Biol*. 2011;38(6):681-4.
17. Ho S-Y, Lam T-H, Janus ED. Waist to stature ratio is more strongly associated with cardiovascular risk factors than other simple anthropometric indices. *Ann Epidemiol*. 2003;13(10):683-91.
18. Valdez R, Seidell J, Ahn YI, Weiss KM. A new index of abdominal adiposity as an indicator of risk for cardiovascular disease. A cross-population study. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1993;17(2):77-82.
19. Matthews D, Hosker J, Rudenski A, Naylor B, Treacher D, Turner R. Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia*. 1985;28(7):412-9.
20. Pozzan R, Brandão A, Magalhães M, Brandão A. Níveis de insulina e HOMA em uma amostra da cidade do Rio de Janeiro. *Estudo do Rio de Janeiro. Rev Socerj*. 2003;16:75.
21. Hanley JA, McNeil BJ. A method of comparing the areas under receiver operating characteristic curves derived from the same cases. *Radiology*. 1983;148(3):839-43.
22. Reaven GM. Insulin resistance: the link between obesity and cardiovascular disease. *Med Clin North Am*. 2011;95(5):875-92.
23. Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults. Executive Summary of The Third Report of The National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, And Treatment of High Blood Cholesterol In Adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA*. 2001;285(19):2486-97.
24. Tybor DJ, Lichtenstein AH, Dallal GE, Daniels SR, Must A. Independent effects of age-related changes in waist circumference and BMI z scores in predicting cardiovascular disease risk factors in a prospective cohort of adolescent females. *Am J Clin Nutr*. 2011;93(2):392-401.
25. Loh BI, Sathyasryan DR, Mohamed HJ. Plasma adiponectin concentrations are associated with dietary glycemic index in Malaysian patients with type 2 diabetes. *Asia Pac J Clin Nutr*. 2013;22(2):241-8.
26. Janssen I, Heymsfield SB, Allison DB, Kotler DP, Ross R. Body mass index and waist circumference independently contribute to the prediction of nonabdominal, abdominal subcutaneous, and visceral fat. *Am J Clin Nutr*. 2002;75(4):683-8.
27. Garnett S, Baur L, Cowell C. Waist-to-height ratio: a simple option for determining excess central adiposity in young people. *Int J Obes (Lond)*. 2008;32(6):1028-30.
28. Almeida RTd, Almeida MMGd, Araújo TM. Obesidade abdominal e risco cardiovascular: desempenho de indicadores antropométricos em mulheres. *Arq Bras Cardiol*. 2009;92:375-80.
29. Ashwell M, Gunn P, Gibson S. Waist-to-height ratio is a better screening tool than waist circumference and BMI for adult cardiometabolic risk factors: systematic review and meta-analysis. *Obes Rev*. 2012;13(3):275-86.
30. Blüher S, Molz E, Wiegand S, Otto KP, Sergeev E, Tuschy S, et al. Body mass index, waist circumference, and waist-to-height ratio as predictors of cardiometabolic risk in childhood obesity depending on pubertal development. *J Clin Endocrinol Metab*. 2013;98(8):3384-93.
31. Vázquez-Vela MEF, Torres N, Tovar AR. White adipose tissue as endocrine organ and its role in obesity. *Arch Med Res*. 2008;39(8):715-28.
32. Brasil. Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009-Antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.