



ARTIGO ORIGINAL

Accuracy of different cutoff points of body mass index to identify overweight according to body fat values estimated by DEXA[☆]



Caroline Cristina Anzolin^a, Diego Augusto Santos Silva^b,
Edner Fernando Zanuto^a, Suziane Ungari Cayres^c, Jamile Sanches Codogno^a,
Paulo Costa Junior^a, Dalmo Roberto Lopes Machado^c
e Diego Guilliano Destro Christofaro^{a,*}

^a Universidade Estadual Paulista (Unesp), Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, Presidente Prudente, SP, Brasil

^b Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Departamento de Educação Física, Florianópolis, SC, Brasil

^c Universidade de São Paulo (USP), Escola de Educação Física e Esporte, Ribeirão Preto, SP, Brasil

Recebido em 28 de agosto de 2015; aceito em 6 de abril de 2016

KEYWORDS

Sensitivity and specificity;
Adolescent health;
Overweight;
Obesity;
Body composition

Abstract

Objective: To evaluate the sensitivity and specificity of different cutoff points of body mass index for predicting overweight/obesity according to body fat values estimated by DEXA among Brazilian adolescents.

Methods: Cross-sectional study including 229 male adolescents aged 10–15 years, in which body adiposity and anthropometric measures were assessed. Nutritional status was classified by BMI according to cutoff points described in scientific literature.

Results: Moderate agreements were observed between body fat estimated by DEXA and cutoffs proposed by Cole et al. ($K=0.61$), Conde and Monteiro ($K=0.65$), Must et al. ($K=0.61$) and WHO ($K=0.63$). The BMI in continuous form showed good agreement with the DEXA ($ICC=0.72$). The highest sensitivity was observed for cutoff by Conde and Monteiro (0.74 [0.62, 0.84]) and the highest specificity by Cole et al. (0.98 [0.94, 0.99]). For the areas under the ROC curve of cutoff points analyzed, significant difference comparing the cutoff points by Cole et al. and Conde and Monteiro (0.0449 [0.00294, 0.0927]) was observed.

DOI se refere ao artigo:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.jpmed.2016.04.010>

[☆] Como citar este artigo: Anzolin CC, Silva DA, Zanuto EF, Cayres SU, Codogno JS, Costa Junior P, et al. Accuracy of different cutoff points of body mass index to identify overweight according to body fat values estimated by DEXA. J Pediatr (Rio J). 2017;93:58–63.

* Autor para correspondência.

E-mail: diegochristofaro@yahoo.com.br (D.G. Christofaro).

PALAVRAS-CHAVE

Sensibilidade e especificidade;
Saúde do adolescente;
Sobrepeso;
Obesidade;
Composição corporal

Conclusions: The cutoff proposed by Conde and Monteiro was more sensitive in identifying overweight and obesity when compared to the reference method, and the cutoff proposed by Cole et al. presented the highest specificity for such outcomes.

© 2016 Sociedade Brasileira de Pediatria. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Precisão de diferentes pontos de corte do índice de massa corporal para identificar sobrepeso de acordo com valores de gordura corporal estimados por DEXA

Resumo

Objetivo: Avaliar a sensibilidade e a especificidade de diferentes pontos de corte do índice de massa corporal para o prognóstico de sobrepeso/obesidade de acordo com os valores de gordura corporal estimados por absorciometria de raios X de dupla energia (DEXA) entre adolescentes brasileiros.

Métodos: Estudo transversal que inclui 229 adolescentes do sexo masculino entre 10-15 anos, no qual foram avaliadas a adiposidade corporal e as medidas antropométricas. A situação nutricional foi classificada pelo IMC de acordo com os pontos de corte descritos na literatura científica.

Resultados: Foram observadas concordâncias moderadas entre a gordura corporal estimada por DEXA e os cortes propostos por Cole et al. [$K=0,61$], Conde e Monteiro [$K=0,65$], Must et al. [$K=0,61$] e a Organização Mundial de Saúde (OMS) [$K=0,63$]. O IMC de forma contínua mostrou uma boa concordância com a DEXA [$CCI=0,72$]. A maior sensibilidade foi observada em cortes por Conde e Monteiro [0,74 (0,62, 0,84)] e a maior especificidade por Cole et al. [0,98 (0,94, 0,99)]. Nas áreas abaixo da curva de ROC de pontos de corte analisados, foi observada uma diferença significativa ao se compararem os pontos de corte de Cole et al. e Conde e Monteiro [0,0449 (0,00294, 0,0927)].

Conclusões: O corte proposto por Conde e Monteiro foi mais sensível na identificação de sobrepeso e obesidade em comparação com o método de referência e o corte proposto por Cole et al. apresentou a maior especificidade para esses resultados.

© 2016 Sociedade Brasileira de Pediatria. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introdução

A obesidade é uma doença multifatorial cuja prevalência cada vez maior tem sido o foco de várias investigações tanto em países de alta renda^{1,2} quanto em países de renda média,³ como o Brasil.⁴ Esse fato é de preocupação cada vez maior devido à alta incidência dessa doença na população pediátrica.⁵

Nesse contexto, diferentes estratégias para impedir e combater a obesidade infantil foram descritas para avaliar a situação nutricional^{6,7} de escores de massa corporal. Na escolha de alguns dos indicadores da análise da situação nutricional, vários métodos, como a espessura da dobra dermatocutânea, a relação cintura-quadril, a circunferência da cintura e o índice de massa corporal (IMC), podem ser usados.⁸

Esses indicadores antropométricos têm limitações em suas medições, porém ainda apresentam bons valores preditivos de gordura corporal⁸ e os achados na literatura indicaram que o IMC é uma ferramenta adequada para o exame de risco cardiometabólico na população pediátrica,⁹ embora existam diferenças que apontem outros métodos de avaliação como melhores indicadores de gordura corporal.¹⁰ Assim, o índice de massa corporal se tornou uma ferramenta

útil porque é considerado de baixo custo e fácil aplicabilidade, é amplamente usado em estudos epidemiológicos para diagnosticar o excesso de adiposidade corporal.¹¹

Não há consenso na literatura a respeito dos pontos de corte para classificar os valores de índice de massa corporal em abaixo do peso, sobrepeso e obesidade na população pediátrica. Diferentes pontos de corte foram desenvolvidos para essa finalidade.¹²⁻¹⁵ Essa falta de consenso quanto aos pontos de corte para classificar a situação nutricional dessa população dificulta a comparação entre estudos feitos em diferentes locais, já que, com dados de uma única amostra, diferentes prevalências de sobrepeso e obesidade podem ser encontradas. Dependem do ponto de corte usado.¹⁶

Uma das técnicas mais precisas do que as medidas antropométricas para estimar a gordura corporal e outros componentes da composição corporal é a absorciometria de raio-X de dupla energia (DEXA), que consiste em "escanear" o corpo com raios X que, após passar pelo organismo, são medidos por um detector discriminante de energia. A DEXA faz uma análise transversal do corpo e é uma técnica não invasiva considerada segura e que pode medir três componentes corporais: massa de gordura, massa de gordura livre e massa óssea.¹⁷

O objetivo deste estudo foi analisar a sensibilidade e a especificidade de diferentes pontos de corte do índice de massa corporal para o prognóstico de sobrepeso/obesidade de acordo com os valores de gordura corporal estimados por DEXA entre adolescentes brasileiros do sexo masculino.

Métodos

O estudo transversal descritivo/analítico foi feito em uma cidade do Estado de São Paulo, no Sudeste do Brasil. Tem 210.000 habitantes e índice de desenvolvimento humano (IDH) = 0,806. A amostra consistiu em 229 adolescentes do sexo masculino participantes do projeto de extensão universitária em parceria com instituições filantrópicas dessa cidade. Foram adotados os seguintes critérios de inclusão: i) assinatura do formulário de consentimento informado pelos pais ou responsáveis; e ii) idade entre 10 e 15 anos na data de avaliação. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa que envolva seres humanos da universidade responsável pelo estudo.

A gordura corporal total foi medida pela técnica de DEXA, que usa um dispositivo da marca General Electric (General Electric Company, modelo Lunar DPX-MD, EUA) e examina todo o corpo com uma técnica aplicada por um único avaliador treinado. Inicialmente, depois de testar a qualidade do escaneamento, os voluntários foram colocados em posição de supino sem o uso de objetos de metal e sapatos e, durante esse teste, todos permaneceram em repouso por 15 minutos. A gordura corporal total foi expressa em valores percentuais pelo *software* Lunar da GE Medical System (GE Healthcare Life Sciences, Lunar®, versão 4.7., EUA). A classificação de sobrepeso e obesidade por densitometria óssea seguiu as recomendações de Williams et al.¹⁸ (sobrepeso/obesidade \geq 25% da gordura corporal).

O peso corporal foi medido com uma escala eletrônica Filizola® (modelo Filizola, Personal Line 200, Brasil) com precisão de 0,1 kg e a estatura foi estimada com um estadiômetro de madeira fixado na parede modelo Sanny (Sanny®, modelo profissional, Brasil) com precisão de 0,1 cm e estatura máxima de 2 metros. Esses valores antropométricos foram usados para calcular o índice de massa corporal (IMC) por meio do peso corporal em quilogramas dividido pelo quadrado da altura em metros.

A situação nutricional foi avaliada pelo IMC de acordo com os seguintes pontos de corte descritos na literatura: (i) Must et al.,¹⁴ estabelecido para a população dos Estados Unidos entre 6 e 74 anos; (ii) Conde & Monteiro,¹⁵ classificação brasileira para crianças e adolescentes entre 2 e 19 anos; (iii) Cole et al.,¹² pesquisa multicêntrica (Brasil, Grã-Bretanha, Hong Kong, Países Baixos, Cingapura e Estados Unidos), estabelecida para a população entre 0 e 25 anos; e (iv) a Organização Mundial de Saúde [OMS],¹³ para crianças e adolescentes entre 5 e 19 anos.

Como a amostra era composta de adolescentes do sexo masculino entre 10 e 15 anos, os valores exatos dos diferentes pontos de cortes são: Must et al.¹⁴ (10 anos = 22,60; 11 anos = 23,73; 12 anos = 24,89; 13 anos = 25,93; 14 anos = 26,93; 15 anos = 27,76); Conde e Monteiro¹⁵ (10 anos = 13,09; 11 anos = 13,32; 12 anos = 13,63; 13 anos = 14,02; 14 anos = 14,49; 15 anos = 15,01); Cole et al.¹² (10 anos = 19,84; 11 anos = 20,55; 12 anos = 21,22;

13 anos = 21,91; 14 anos = 22,62; 15 anos = 23,29) e OMS¹³ (10 anos = 18,60; 11 anos = 19,30; 12 anos = 20,10; 13 anos = 20,09; 14 anos = 21,9; 15 anos = 22,80).

Exemplos de características foram apresentados como média e desvio padrão. A correção de Spearman (r) foi aplicada para avaliar a relação entre o percentual de gordura corporal estimado pelo método de referência e o IMC e a concordância desses valores foi verificada pelo teste de Kappa para variáveis categóricas e coeficiente de correlação intraclassa (CCI) para variáveis contínuas. A comparação entre a classificação de sobrepeso por DEXA e segundo os pontos de corte testados no presente estudo foi feita com o teste de McNemar. Os parâmetros da curva de ROC (sensibilidade, especificidade, área abaixo da curva [AAC], valor preditivo negativo [VPN]) e valor preditivo positivo [VPP] foram usados para verificar a capacidade de os pontos de corte fazerem o prognóstico de sobrepeso e obesidade. A relevância estatística adotada foi igual a ou menor do que 5% e o intervalo de confiança foi de 95%. Uma análise estatística foi feita com o SPSS (SPSS Inc. Released 2007. SPSS para Windows, versão 15.0, EUA) e o MedCalc (MedCalc®, versão 11.1, Bélgica).

Resultados

A amostra consistiu em 229 adolescentes do sexo masculino entre 10-15 anos. As características médias da amostra foram as seguintes: idade, 12,31 (\pm 1,78) anos; peso, 47,52 (\pm 13,77) kg; altura, 155,18 (\pm 13,41) cm e IMC, 19,41 (\pm 13,66) kg/m².

Setenta indivíduos jovens (n = 30,5%) foram classificados como detentores de excesso de gordura corporal por DEXA. A prevalência de sobrepeso na análise de vários pontos de corte usados neste estudo foi apresentada na *figura 1*. Nenhuma diferença significativa foi observada entre

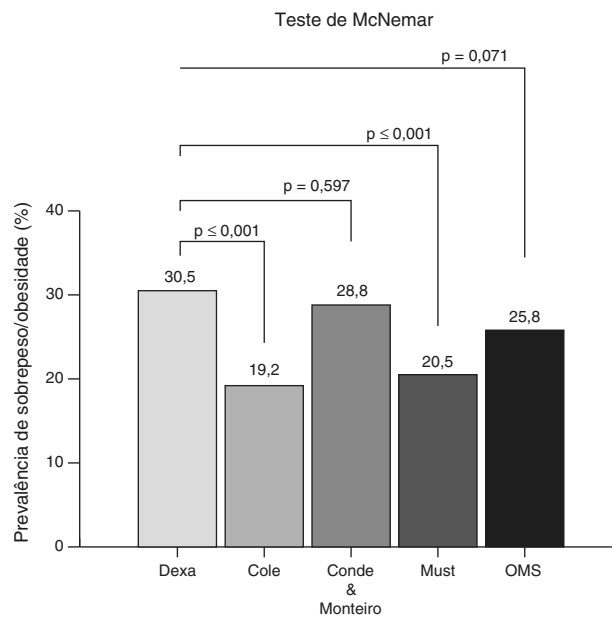


Figura 1 Comparação entre a classificação de sobrepeso por DEXA e por pontos de corte do IMC.

Tabela 1 Propriedades do diagnóstico de diferentes pontos de corte do índice de massa corporal para identificar sobrepeso de acordo com valores de gordura corporal estimados por DEXA

	AAC (IC de 95%)	Sensibilidade (IC de 95%)	Especificidade (IC de 95%)	VPP (IC de 95%)	VPN (IC de 95%)
Cole et al. ¹²	0,78 (0,72; 0,83)	0,58 (0,46; 0,70)	0,98 (0,94; 0,99)	0,93 (0,81; 0,98)	0,84 (0,78; 0,89)
Conde e Monteiro ¹⁵	0,83 (0,77; 0,87)	0,74 (0,62; 0,84)	0,91 (0,85; 0,95)	0,78 (0,67; 0,87)	0,88 (0,83; 0,93)
Must et al. ¹⁴	0,78 (0,73; 0,84)	0,60 (0,48; 0,72)	0,96 (0,92; 0,99)	0,89 (0,76; 0,96)	0,85 (0,78; 0,89)
OMS ¹³	0,81 (0,76; 0,86)	0,70 (0,57; 0,80)	0,93 (0,88; 0,96)	0,83 (0,71; 0,91)	0,87 (0,62; 0,75)

AAC, área abaixo da curva; IC de 95%, intervalo de confiança de 95%; OMS, Organização Mundial de Saúde; VPN, valor preditivo negativo; VPP, valor preditivo positivo.

Tabela 2 Comparação entre curvas de ROC de diferentes pontos de corte

	Diferença entre AAC (IC de 95%)	Valor de p
Cole et al. ¹² em comparação com Conde e Monteiro ¹⁵	0,0449 (0,00294; 0,0927)	0,006*
Cole et al. ¹² em comparação com Must et al. ¹⁴	0,000917 (0,0253; 0,0271)	0,945
Cole et al. ¹² em comparação com a OMS ¹³	0,0358 (0,00549; 0,0771)	0,089
Conde e Monteiro ¹⁵ em comparação com Must et al. ¹⁴	0,0440 (0,00161; 0,0896)	0,059
Conde e Monteiro ¹⁵ em comparação com a OMS ¹³	0,00908 (0,0248; 0,0430)	0,599
Must et al. ¹⁴ em comparação com a OMS ¹³	0,0349 (0,00450; 0,0743)	0,083

AAC, área abaixo da curva; IC de 95%, intervalo de confiança de 95%; OMS, Organização Mundial de Saúde.

* $p \leq 0,05$.

a classificação de sobrepeso por DEXA em comparação com o ponto de corte proposto por Conde e Monteiro¹⁵ e pela OMS.¹³ Diferenças significativas foram observadas com os pontos de corte de Cole et al.¹² e Must et al.¹⁴

Quanto à relação entre os valores de gordura corporal identificados pelo método de referência adotado neste estudo e no IMC, foi observada uma boa correlação entre

esses métodos ($r = 0,78$). A concordância das medições feitas pelos diferentes pontos de corte foi determinada pelo teste de Kappa e os seguintes valores foram observados: $K = 0,61$ segundo Cole et al.,¹² $K = 0,65$ segundo Conde e Monteiro,¹⁵ $K = 0,61$ segundo Must et al.¹⁴ e $K = 0,63$ segundo a OMS.¹³ Ao considerar a concordância entre variáveis contínuas, percentual de gordura por DEXA e IMC, observou-se uma boa concordância ($CCI = 0,72$).

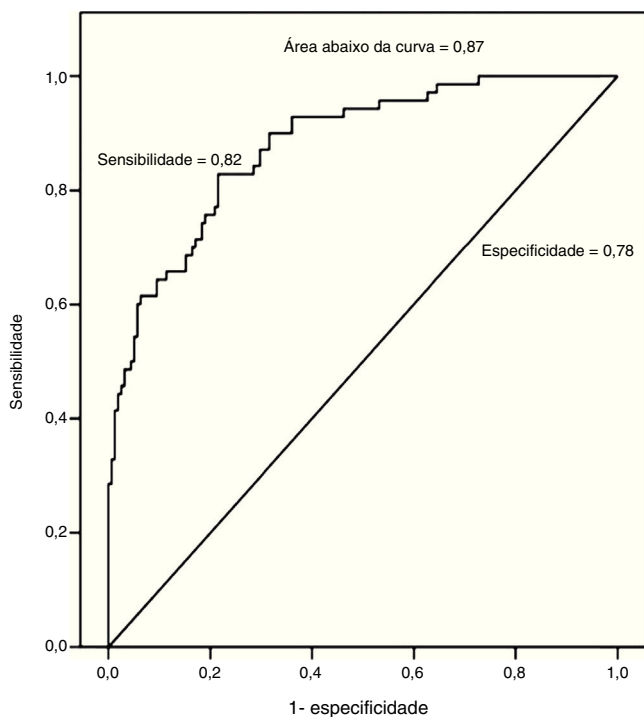
A **tabela 1** apresenta informações sobre a área abaixo da curva, sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo (VPP) e valor preditivo negativo (VPN). A sensibilidade mais alta entre os critérios propostos foi verificada no ponto de corte de Conde e Monteiro¹⁵ e a especificidade mais alta, bem como o VPP mais alto, foi verificada no ponto de corte de Cole et al.¹² O VPN mais alto foi observado no ponto de corte de Conde e Monteiro.¹⁵

A capacidade de o IMC fazer o prognóstico de sobrepeso estimado por DEXA também foi analisada neste estudo (como uma variável contínua). A DEXA observou um alto valor de AAC, sensibilidade e especificidade. Essas informações são apresentadas na **figura 2**.

A **tabela 2** mostra as comparações entre diferentes áreas abaixo das curvas de ROC e seus respectivos intervalos de confiança de diferentes pontos de corte analisados neste estudo. Uma diferença estatisticamente significativa foi observada quando os pontos de corte de Cole et al.¹² e de Conde e Monteiro¹⁵ foram comparados.

Discussão

Nossos achados indicam que o ponto de corte estabelecido por Conde e Monteiro¹⁵ apresentou AAC e sensibilidade mais altas, o que ajuda a identificar de forma mais eficiente a presença de sobrepeso e obesidade entre crianças e adolescentes. Por outro lado, o ponto de corte de Cole et al.¹²

**Figura 2** Curva de ROC da capacidade de o IMC fazer o prognóstico de sobrepeso estimado por DEXA.

apresentou maior especificidade em comparação com os outros resultados.

Neste estudo, os resultados mostraram que os pontos de corte propostos por Conde e Monteiro¹⁵ são mais adequados, porque fornecem uma AAC maior, valores preditivos negativos e um prognóstico de maior sensibilidade ao excesso de adiposidade na população avaliada. Esses resultados já foram divulgados na literatura.¹⁹ Esse resultado provavelmente ocorreu porque a proposta de Conde e Monteiro¹⁵ só foi aplicada com adolescentes brasileiros em comparação com os padrões internacionais,¹²⁻¹⁴ uma vez que os pontos de corte usados para a avaliação do excesso de peso corporal construídos com ferramentas de outras nações na prevalência de sobrepeso são maiores e poderão subestimar ou ser menos sensíveis quando aplicados a populações em que a prevalência de sobrepeso é menor.²⁰

Os indicadores de sobrepeso avaliados por DEXA mostraram correlação positiva com os pontos de corte analisados. Outros estudos também constataram uma correlação positiva semelhante,^{21,22} o que sugere que todos esses índices conseguem identificar a situação nutricional de crianças e adolescentes. Ademais, no que diz respeito aos valores propostos por Must et al.¹⁴ e Cole et al.,¹² observou-se que essas pesquisas multicêntricas foram feitas em países nos quais a prevalência de sobrepeso/obesidade é alta,²³ o que pode explicar os baixos níveis de sensibilidade e a tendência desses índices de subestimar o sobrepeso e a obesidade na população brasileira.

O ponto de corte proposto pela OMS¹³ mostra grande amplitude em comparação com outras referências, o que poderá ter proporcionado uma menor sensibilidade ao prognóstico de sobrepeso e obesidade. Achados semelhantes foram relatados por Veiga et al.²⁴ Contudo, quando as curvas de ROC de pontos de corte foram observadas, notou-se que Conde e Monteiro¹⁵ mostraram valores críticos mais sensíveis na identificação de gordura corporal excedente em comparação com Cole et al.¹² Isso ocorreu porque o modelo foi construído com base em dados obtidos de brasileiros jovens alguns anos atrás, quando as taxas de obesidade não eram semelhantes à preocupante realidade atual.²⁵ Outro fator é que os valores recomendados para cada faixa etária por Conde e Monteiro¹⁵ eram menores em comparação com os outros pontos de corte analisados neste estudo.

Embora os resultados de sensibilidade e especificidade tenham sido significativos, ao analisar a classificação errônea de pontos de corte comparada com a DEXA, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas em pontos de corte de Cole et al.¹² e Must et al.¹⁴ e pôde-se observar que pode haver classificações errôneas do índice de gordura corporal em algumas populações. Então os pontos de corte estabelecidos por Conde e Monteiro¹⁵ e pela OMS¹³ são menos suscetíveis a classificação errônea de gordura corporal. Ademais, Neovius et al.²⁶ examinaram a classificação errônea de alguns cortes em adolescentes suecos e descobriram um sistema melhor de classificação de gordura excedente por meio dos pontos de corte de Cole et al.¹² e da OMS.¹³ A diferença entre os achados pode estar relacionada com as características da população analisada.

Para usar os diferentes tipos de pontos de corte, os profissionais da saúde devem estar cientes dos pontos fortes e

das limitações de cada ponto de corte. Por exemplo, o corte de Conde e Monteiro,¹⁵ dentre todos os analisados neste estudo, era mais sensível, mas é um dos que têm a maior chance de detectar falsos positivos, ou seja, classificar pessoas que não estão acima do peso como acima do peso. Diferentemente de pontos de corte mais específicos, os de Cole et al.,¹² Must et al.¹⁴ e da OMS¹³ poderão classificar alguns adolescentes acima do peso como peso normal.

Adicionalmente, uma limitação a ser considerada é que esses diferentes tipos de pontos de corte devem ser testados em comparação com vários fatores de risco cardiovascular em adolescentes, como hipertensão, diabetes, colesterol e triglicérides, para avaliar sua eficácia na detecção de riscos cardiovasculares.

Como Neovius et al.,²⁶ também testamos a precisão, sensibilidade e especificidade do IMC de forma contínua no prognóstico de sobrepeso observável em uma boa AAC (fig. 2). Esses resultados mostram que quanto maior o IMC, maiores as chances de o indivíduo estar com um percentual elevado de gordura com base na análise do IMC em comparação com a gordura corporal obtida por DEXA. Assim, o uso do IMC por profissionais da saúde deve ser incentivado, pois se correlaciona bem com a gordura corporal. Ademais, o IMC é uma técnica simples e barata.

As seguintes limitações deste estudo devem ser destacadas: (i) o modelo transversal, que não permitiu estabelecer uma relação causal entre resultados; (ii) a amostra formada apenas por voluntários do sexo masculino; (iii) o uso da DEXA como método de referência, já que resultados anteriores mostraram que essa técnica tende a superestimar o percentual de gordura corporal em pessoas com níveis elevados de gordura corporal e subestimá-lo em pessoas com níveis baixos de gordura.²⁷ Assim, para adolescentes com valores extremos de índice de massa corporal, os resultados da DEXA podem não ser precisos. Em todo caso, essa técnica é mais precisa do que medidas antropométricas para estimar a gordura corporal. Devem ser feitos outros estudos que usem métodos mais precisos para estimar a gordura corporal e verificar a possível relação entre cortes.

Como aplicação prática para exame de obesidade na população jovem, essa técnica pode ser usada em diferentes pontos de corte simultaneamente. Por exemplo, no caso deste estudo, o mais sensível e específico, porque se o adolescente foi classificado com sobrepeso em dois pontos de corte, deve ser monitorado de perto. Com base nessas avaliações, a promoção da saúde poderia ser mais bem preparada no ambiente escolar. Indivíduos jovens acima do peso avaliados em diferentes pontos de corte poderiam ser encaminhados a uma Unidade Básica de Saúde a fim de fazer exames de rotina para prevenir problemas cardiovasculares tipicamente associados ao sobrepeso.

Assim, concluiu-se que o ponto de corte proposto por Conde e Monteiro¹⁵ foi mais sensível na identificação de sobrepeso e obesidade em comparação com o método de referência e Cole et al.¹² mostraram uma maior especificidade para esses resultados.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

1. Koebnick C, Smith N, Huang K, Martinez MP, Clancy HA, Kushi LH. The prevalence of obesity and obesity-related health conditions in a large, multiethnic cohort of young adults in California. *Ann Epidemiol*. 2012;22:609–16.
2. Kwon Y, Oh S, Park S, Park Y. Association between household income and overweight of Korean and American children: trends and differences. *Nutr Res*. 2010;30:470–6.
3. Ntandou G, Delisle H, Agueh V, Fayomi B. Abdominal obesity explains the positive rural–urban gradient in the prevalence of the metabolic syndrome in Benin, West Africa. *Nutr Res*. 2009;29:180–9.
4. 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.
5. Sardinha LB, Santos R, Vale S, Silva AM, Ferreira JP, Raimundo AM, et al. Prevalence of overweight and obesity among Portuguese youth: a study in a representative sample of 10–18-year-old children and adolescents. *Int J Pediatr Obes*. 2011;6:e124–8.
6. Lindsay RS, Hanson RL, Roumain J, Ravussin E, Knowler WC, Tataranni PA. Body mass index as a measure of adiposity in children and adolescents: relationship to adiposity by dual energy X-ray absorptiometry and to cardiovascular risk factors. *J Clin Endocrinol Metab*. 2001;86:4061–7.
7. Neovius M, Linne Y, Rossner S. BMI, waist-circumference and waist-hip-ratio as diagnostic tests for fatness in adolescents. *Int J Obes (Lond)*. 2005;29:163–9.
8. Gracia-Marco L, Moreno LA, Ruiz JR, Ortega FB, de Moraes AC, Gottrand F, et al. Body composition indices and single and clustered cardiovascular disease risk factors in adolescents: providing clinical-based cut-points. *Prog Cardiovasc Dis*. 2016;58:555–64.
9. Weber DR, Leonard MB, Shults J, Zemel BS. A comparison of fat and lean body mass index to BMI for the identification of metabolic syndrome in children and adolescents. *J Clin Endocrinol Metab*. 2014;99:3208–16.
10. Welborn TA, Dhaliwal SS. Preferred clinical measures of central obesity for predicting mortality. *Eur J Clin Nutr*. 2007;61:1373–9.
11. Rezende FA, Rosado LE, Franceschini SC, Rosado GP, Ribeiro RC. Aplicabilidade do índice de massa corporal na avaliação da gordura corporal. *Rev Bras Med Esporte*. 2010;16:90–4.
12. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ*. 2000;320:1240–3.
13. 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;85:660–7.
14. Must A, Dallal GE, Dietz WH. Reference data for obesity: 85th and 95th percentiles of body mass index (wt/ht²) and triceps skinfold thickness. *Am J Clin Nutr*. 1991;53:839–46.
15. Conde WL, Monteiro CA. Body mass index cutoff points for evaluation of nutritional status in Brazilian children and adolescents. *J Pediatr (Rio J)*. 2006;82:266–72.
16. Pelegrini A, Silva DA, Gaya AC, Petroski EL. Comparison of three criteria for overweight and obesity classification in Brazilian adolescents. *Nutr J*. 2013;12:5.
17. Sant’Anna MS, Priore SE, Franceschini SC. Methods of body composition evaluation in children. *Rev Paul Pediatr*. 2009;27:315–21.
18. Williams DP, Going SB, Lohman TG, Harsha DW, Srinivasan SR, Webber LS, et al. Body fatness and risk for elevated blood pressure, total cholesterol, and serum lipoprotein ratios in children and adolescents. *Am J Public Health*. 1992;82:358–63.
19. Silva HG, Chiara VL, Barros ME, Rego AL, Ferreira A, Pitasi BA, et al. Diagnosing the nutritional status of schoolchildren: a comparison between Brazilian and international criteria. *J Pediatr (Rio J)*. 2008;84:550–5.
20. Lin WY, Lee LT, Chen CY, Lo H, Hsia HH, Liu IL, et al. Optimal cut-off values for obesity: using simple anthropometric indices to predict cardiovascular risk factors in Taiwan. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2002;26:1232–8.
21. Vieira AC, Alvarez MM, de Marins VM, Sichieri R, da Veiga GV. Accuracy of different body mass index reference values to predict body fat in adolescents. *Cad Saude Publica*. 2006;22:1681–90.
22. Vitolo MR, Campagnolo PD, Barros ME, Gama CM, Ancona Lopez F. Evaluation of two classifications for overweight among Brazilian adolescents. *Rev Saude Publica*. 2007;41:653–6.
23. Falkner B, Cossrow ND. Prevalence of metabolic syndrome and obesity-associated hypertension in the racial ethnic minorities of the United States. *Curr Hypertens Rep*. 2014;16:449.
24. Veiga GV, Dias PC, dos Anjos LA. A comparison of distribution curves of body mass index from Brazil and the United States for assessing overweight and obesity in Brazilian adolescents. *Rev Panam Salud Publica*. 2001;10:79–85.
25. Wang Y, Monteiro C, Popkin BM. Trends of obesity and underweight in older children and adolescents in the United States, Brazil, China, and Russia. *Am J Clin Nutr*. 2002;75:971–7.
26. Neovius MG, Linne YM, Barkeling BS, Rossner SO. Sensitivity and specificity of classification systems for fatness in adolescents. *Am J Clin Nutr*. 2004;80:597–603.
27. Sopher AB, Thornton JC, Wang J, Pierson RN Jr, Heymsfield SB, Horlick M. Measurement of percentage of body fat in 411 children and adolescents: a comparison of dual-energy X-ray absorptiometry with a four-compartment model. *Pediatrics*. 2004;113:1285–90.