

Article

Predictores Antropométricos de Adiposidad Abdominal en Adolescentes

Anthropometric Predictors of Abdominal Adiposity in Adolescents

Nilviane Pires Silva Sousa^{1,2,3}, Emanuel Péricles Salvador^{1,2}, Allan Kardec Barros³, Camila Guimarães Polisel⁴ y Wellington Roberto Gomes de Carvalho^{1,2}

¹Laboratorio de Estudios e Investigación en Epidemiología de La Actividad Física, Ejercicio y Deportes (LAPAES), Universidad Federal de Maranhão (UFMA), São Luís-MA, Brasil

²Programa de Posgrado en Salud de Adultos y Niños, UFMA, São Luís-MA, Brasil

³Laboratorio de Procesamiento de la Información Biológica (PIB), UFMA, São Luís-MA, Brasil

⁴Centro de Salud y Ciencias Biológicas, Universidad Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campo Grande-MS, Brasil

RESUMEN

Sousa NPS, Salvador EP, Barros AK, Polisel CG, Carvalho WRG. Predictores Antropométricos de Adiposidad Abdominal en Adolescentes. JEPonline 2016;19(4):66-76. El propósito de este estudio fue evaluar el poder predictivo de índices antropométricos y proponer una puntuación límite para el diagnóstico de la adiposidad abdominal en adolescentes. Este es un estudio transversal con una muestra de 516 estudiantes de 10 a 19 años de edad de 16 escuelas públicas de São Luís, Maranhão, Brasil. Se evaluaron los siguientes indicadores: peso, altura, índice de masa corporal (IMC), circunferencia de cintura (CC), índice de conicidad (índice de C), y relación cintura-altura (RCA). La adiposidad abdominal se estimó por una puntuación límite basada en edad y sexo, y se usó luego como referencia en el análisis de la curva ROC. De los indicadores antropométricos evaluados, la CC y la RCA presentaron las mayores áreas por debajo de la curva ROC en la predicción de la adiposidad abdominal en ambos sexos. Los puntos límite para adiposidad abdominal para hombres y mujeres fueron, respectivamente, IMC 21.82 kg•m⁻² y 22.30 kg•m⁻², CC 73.20 cm y 72.55 cm, e índice de C 1.13 y 1.04, la RCA fue 0.45 para ambos sexos. Los resultados indican que la RCA, la CC, el índice de C, y el IMC pueden usarse como métodos de evaluación de alta sensibilidad para determinar la adiposidad abdominal en adolescentes.

Palabras Clave: Curva ROC, Composición Corporal, Sensibilidad, Especificidad

ABSTRACT

The aim of this study was to assess the predictive power of anthropometric indices and propose cut-off points for the diagnosis of abdominal adiposity in adolescents. This is a cross-sectional study with a sample of 516 students aged 10 to 19 yrs from 16 public schools of São Luís, Maranhão, Brazil. The following indicators were assessed: weight, height, body mass index (BMI), waist circumference (WC), conicity index (C Index), and weight-to-height ratio (WHtR). Abdominal adiposity was estimated by a cut-off score based on age and sex, and was further used as a reference to the ROC curve

analysis. Of the anthropometric indicators assessed, WC and WHtR presented the largest areas under the ROC curve in the prediction of abdominal adiposity in both sexes. Cut-off points of abdominal adiposity for men and women were, respectively, BMI 21.82 kg•m⁻² and 22.30 kg•m⁻², WC 73.20 cm and 72.55 cm, and C index 1.13 and 1.04. WHtR was 0.45 for both sexes. The findings indicate that WHtR, WC, C index, and BMI can be used as high-sensitivity screening methods for assessing abdominal adiposity in adolescents.

Keywords: ROC Curve, Body Composition, Sensitivity, Specificity

INTRODUCCIÓN

La obesidad en la niñez y en la adolescencia es un problema de salud público complejo. Su prevalencia ha aumentado a nivel mundial en las últimas décadas (17). De acuerdo a la Encuesta de Gastos de Consumidores 2008-2009 (20), la prevalencia de sobrepeso y obesidad entre los adolescentes brasileiros fue de 20.5% y 4.9%, respectivamente. La obesidad y las enfermedades metabólicas están en un nivel alarmante mundialmente y afectarán cada vez más a niños y adolescentes (24). Estudios epidemiológicos y clínicos han informado que la distribución de la grasa corporal está relacionada con factores de riesgo cardiovascular en adultos, niños y adolescentes (4, 11, 27).

La distribución de la grasa corporal puede ser evaluada por diferentes métodos, especialmente por medidas antropométricas, dado que tienen la ventaja de ser relativamente simples, económicas, y no invasivas. También tienen un buen resultado en la predicción de la grasa visceral y el riesgo cardiovascular (16, 33, 36). Se usan varios indicadores antropométricos para evaluar la composición corporal, incluyendo IMC, que es el índice más utilizado para evaluar el estado nutricional de los adolescentes dado su bajo costo, facilidad, y alta reproductibilidad. Además, el IMC está recomendado por la Organización Mundial de la Salud (28).

Sin embargo, la bibliografía informa que el IMC no debería ser usado solo para la evaluación de la distribución de la grasa corporal, especialmente porque individuos con peso normal no siempre tienen un adecuado porcentaje de grasa corporal. Esto hace necesario considerar el uso de otros instrumentos para tal evaluación (10, 15). Además del IMC, la circunferencia de cintura (CC) en niños y adolescentes está correlacionada con la adiposidad abdominal y está asociada con factores de riesgo para enfermedad cardiovascular (ECV) y desórdenes metabólicos (29). También puede ser usada como herramienta para identificar niños y adolescentes con más probabilidades de tener estas condiciones (5).

La relación cintura-altura (RCA) se utiliza cada vez más como un indicador que considera el aumento de la cintura comparado con la altura (15). Es una medida de uso general para identificar adolescentes con alto riesgo metabólico y cardiovascular. Su uso se justifica por el supuesto de que por una altura dada hay una cantidad aceptable de grasa en el área del tronco (26). El índice de conicidad (índice de C), que evalúa la relación entre el peso corporal, la altura y la circunferencia de cintura, es un indicador clave de obesidad central. Los individuos con una menor acumulación de grasa en el área central tienen una figura corporal de cilindro y aquellos con mayor acumulación de grasa en el área central tienen una figura corporal de cono doble (es decir, dos conos con base común) (31).

Los indicadores antropométricos surgen como medidas simples, de fácil acceso, y no invasivas que pueden diagnosticar adiposidad central. El análisis de la exactitud de estos indicadores antropométricos en el diagnóstico de adiposidad central está justificado por el hecho de que la función del tejido adiposo puede estar influenciada por su localización (subcutáneo y visceral) (14). El tejido subcutáneo que se ubica principalmente en las caderas y muslos cumple un requerimiento clásico del tejido adiposo tal como mantener la temperatura corporal. La grasa localizada en las vísceras, particularmente en la región del tronco (cintura), está más activa metabólicamente y ejerce mayor influencia en el desarrollo de resistencia a la insulina, síndrome metabólico, diabetes mellitus tipo 2, y enfermedad cardiovascular (9, 14). Por lo tanto, el propósito de este estudio fue evaluar el poder predictivo de índices antropométricos y proponer una puntuación límite para el diagnóstico de adiposidad abdominal en adolescentes.

MÉTODOS

Sujetos

Este es un estudio transversal. Este estudio estuvo dirigido a adolescentes de ambos sexos (edad de 10 a 19 años)

inscritos en escuelas municipales, estatales y federales de São Luís, Maranhão, Brasil. El tamaño de la muestra se determinó estimando una proporción (22) basada en una prevalencia de sobrepeso en adolescentes de 20.5% (20), una prevalencia de resultado sugerida de 26.9% (16), un error tolerable de 5% (error tipo I), y un poder de prueba de 85% (error tipo II), alcanzando a 427 individuos con un 20% adicional para posibles pérdidas o rechazos, lo que resultó en una muestra de 512 adolescentes. De acuerdo con el plan, el resultado fue una muestra final de 516 estudiantes.

Todos los adolescentes y sus padres/tutores fueron informados sobre los procedimientos del estudio y los posibles riesgos antes de dar su consentimiento escrito para participar. El estudio se diseñó de acuerdo con la declaración de Helsinki para estudios humanos y fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Federal de Maranhão mediante el protocolo número 251/11. Los criterios de exclusión incluyeron la presencia de deficiencias físicas (permanentes o temporales) que hacían imposible la evaluación, embarazo, lactancia, uso de anticonceptivos, desacuerdo de padres o estudiantes, y ausencia en el día de evaluación. Todas las medidas fueron tomadas por un solo investigador con el mismo instrumento, por lo tanto la intra e inter variabilidad del observador para tomar medidas no fueron significativas. La edad decimal se calculó como la diferencia entre la fecha de nacimiento y la fecha de recolección de datos (13).

Evaluación

Las medidas antropométricas de peso, altura, y circunferencia de cintura (CC) se obtuvieron utilizando técnicas estandarizadas por investigadores bien entrenados (21). Las medidas se tomaron dos veces y la media fue considerada para el análisis. El peso corporal se midió y se registró en 0.1 kg con una balanza plana electrónica calibrada (Seca® 803, Hamburg, Alemania). La altura se midió y se registró con una exactitud de 1 mm con un estadiómetro portátil (Seca® 213, Hamburg, Alemania). El índice de masa corporal (IMC) se calculó como peso (kg) dividido por la altura al cuadrado (m²). La circunferencia de cintura se midió usando una cinta métrica no extensible sin generar presión alguna en la superficie corporal. Fue registrada a la más cercana a 0.1 cm (Seca® 213, Hamburg, Alemania) y medida como la circunferencia horizontal más pequeña entre los márgenes costales y la cresta ilíaca a una respiración mínima. Para la clasificación de la adiposidad abdominal, se usaron los criterios propuestos por Taylor et al. (33) y fue usado adicionalmente como referencia en el análisis de la curva ROC. La relación cintura-altura (RCA) se calculó usando la fórmula: [(CC (cm)/altura (cm))] (1). Para evitar errores subjetivos, todas las mediciones fueron tomadas por la misma persona. El índice de conicidad (índice de C) se determinó al medir peso, altura, y circunferencia de cintura utilizando la siguiente ecuación matemática: índice de C = CC (cm) / 0.109

$$\sqrt{\text{peso corporal (kg)}/\text{altura (m)}} \quad (34).$$

Análisis Estadísticos

Se usó la versión SPSS 19.0 (Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales, Chicago, IL, EEUU) para la base de datos y el análisis estadístico. Los resultados se expresaron como media, mediana y desviación estándar (media o mediana ± DE). La distribución normal de los datos se probó utilizando el test Kolmogorov-Smirnov. La evaluación de las medias entre los dos grupos se llevó a cabo con el t-test de los Estudiantes para 2 muestras independientes (en caso de variables distribuidas normalmente) o el U-test Mann-Whitney para 2 muestras independientes (si las variables no estaban distribuidas normalmente). Para evaluar el rendimiento diagnóstico del IMC, CC, índice de C, y RCA en detección de adiposidad central, se realizó el análisis de la curva ROC. La exactitud refiere a la capacidad del IMC, CC, índice de C, y RCA de discernir entre adolescentes con adiposidad central y aquellos sin exceso de grasa corporal. Se determinaron las áreas debajo de la curva ROC y los intervalos de seguridad. Para determinar mejor los valores críticos óptimos de los indicadores antropométricos con mayor exactitud en la detección del sobrepeso, se consideraron la sensibilidad y la especificidad para cada género. Para todos los tests, la significancia estadística se estableció en P < 0.05.

RESULTADOS

Las características generales de la muestra se informan en la Tabla 1. El estudio incluyó 516 sujetos (152 varones y 364 mujeres) con una edad media de 14.1 ± 2.4 y 14.7 ± 2.1, respectivamente. Las mujeres fueron significativamente mayores que los varones. El peso corporal, IMC, CC, y RCA no fueron significativamente diferentes entre varones y mujeres. Como se esperaba, las mujeres tenían una altura y un índice de C significativamente menor que los varones. La altura y el índice de C fueron significativamente diferentes entre varones y mujeres (161 ± 0.1 cm vs. 157 ± 0.1 cm para altura, P < 0.001 y 1.14 ± 0.1 vs. 1.12 ± 0.1 para índice de C, P = 0.025, respectivamente).

Tabla 1. Características Antropométricas de Varones y Mujeres de 10-19 Años de Edad (n = 516).

Variables	Varones (n = 152)	Mujeres (n = 364)	p
Edad (años) ^{+b}	14.1 ± 2.4	14.7 ± 2.1	0.003
Peso corporal (kg) ^{*a}	57.2 ± 17.3	54.8 ± 11.7	0.128
Altura (cm) ^{+b}	161 ± 0.1	157 ± 0.1	<0.001
IMC (kg·m ⁻²) ^{*a}	21.8 ± 4.6	22.3 ± 4.1	0.227
CC (cm) ^{*a}	73.4 ± 11.6	72.1 ± 10.8	0.235
Índice de C ^{*a}	1.14 ± 0.1	1.12 ± 0.1	0.025
RCA ^{*a}	0.50 ± 0.1	0.50 ± 0.1	0.900

Abreviaturas: **IMC** = índice de masa corporal; **CC** = circunferencia de cintura; **índice de C** = índice de conicidad; **RCA** = relación cintura-altura; *t-test de Estudiantes para muestras independientes; †test Mann-Whitney; aLos valores son dados como media ± DE (desviación estándar); bLos valores son dados como mediana ± DE (desviación estándar)

La prevalencia del exceso de adiposidad abdominal en estudiantes fue de 32.8%, con 34.9% en varones y 31.9% en mujeres. Hubo una diferencia estadísticamente significativa en relación a índices antropométricos entre los grupos con y sin adiposidad central en ambos sexos (Tabla 2).

Tabla 2. Comparación de las Características Antropométricas entre los Grupos Sin Adiposidad y Alta Adiposidad.

Variables	Varones (n = 152)		p	Mujeres (n = 363)		p
	Sin Adiposidad Abdominal (n = 99)	Alta Adiposidad Abdominal (n = 53)		Sin Adiposidad Abdominal (n = 248)	Alta Adiposidad Abdominal (n = 116)	
IMC (kg·m ⁻²)	19.50 ± 3.9	23.8 ± 4.2	<0.001	20.2 ± 3.2	25.6 ± 3.6	<0.001
Índice de C	1.11 ± 0.1	1.23 ± 0.1	<0.001	1.09 ± 0.1	1.21 ± 0.2	<0.001
RCA	0.42 ± 0.04	0.53 ± 0.04	<0.001	0.42 ± 0.04	0.52 ± 0.01	<0.001

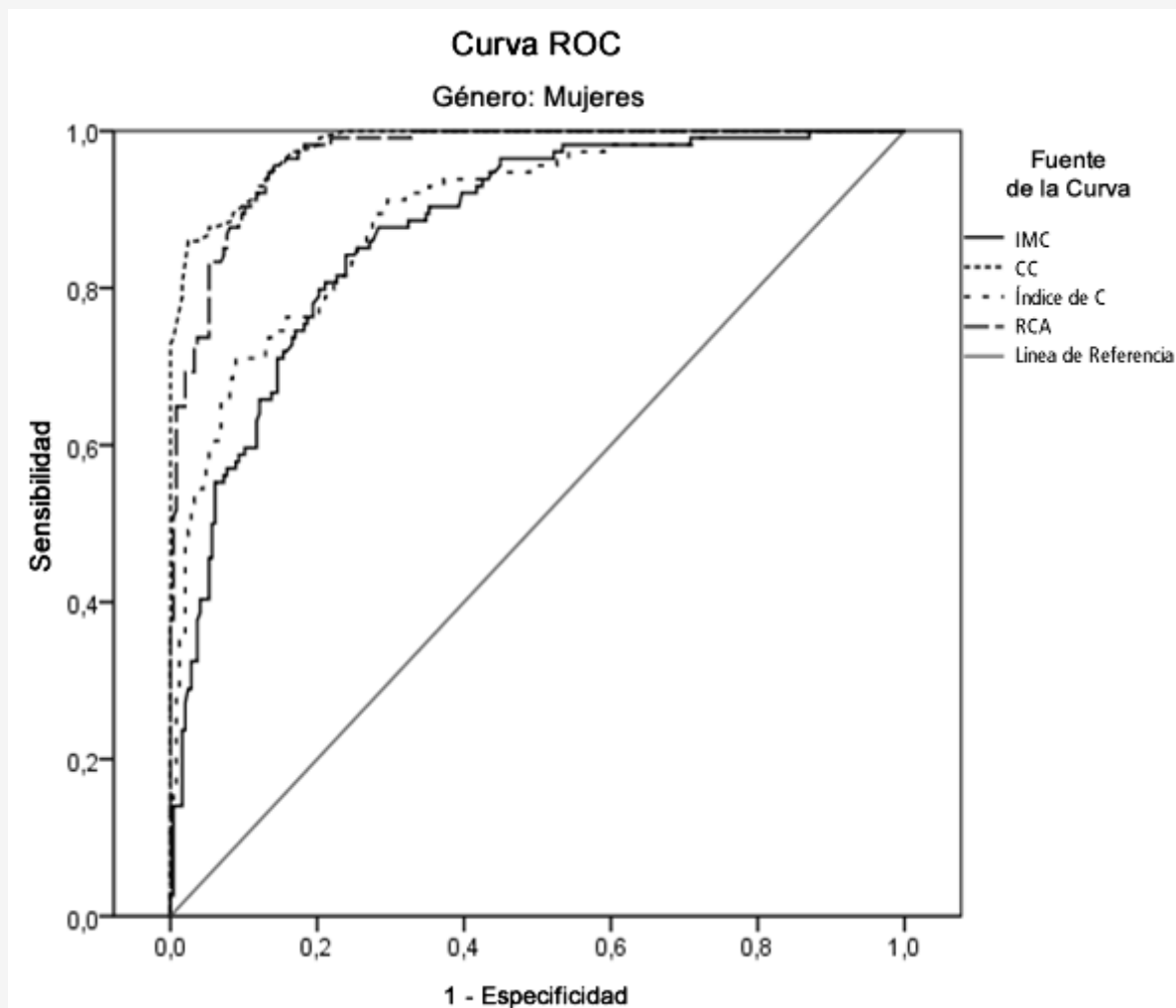
Abreviaturas: **IMC** = índice de masa corporal; **CC** = circunferencia de cintura; **índice de C** = índice de Conicidad; **RCA** = relación cintura-altura; test Mann-Whitney; Los valores son dados como mediana ± DE (desviación estándar)

El área debajo de la curva ROC, los puntos límite, la sensibilidad, y la especificidad se presentan en la Tabla 3 y la Figura 1. Todos los índices antropométricos tuvieron buenos resultados en la identificación de adiposidad abdominal (intervalo de seguridad de 95% del área debajo de la curva ROC > 0.50).

Tabla 3. Área Bajo la Curva ROC, Sensibilidad, y Especificidad de Puntos Límite de Acuerdo a los Indicadores Antropométricos.

Índice Antropométrico	Curva ROC (IS 95%)	Punto Límite	Sensibilidad % (IS 95%)	Especificidad % (IS 95%)
Varones				
IMC ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$)	0.82 (0.76-0.89) *	21.82	79.2	24.2
CC (cm)	0.94 (0.91-0.97) *	73.20	94.3	22.2
Índice de C	0.94 (0.90-0.97) *	1.13	98.1	35.4
RCA	0.98 (0.97-1.00) *	0.45	98.1	20.2
Mujeres				
IMC ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$)	0.87 (0.83-0.91) *	22.30	85.1	25.5
CC (cm)	0.98 (0.97-0.99) *	72.55	98.2	20.2
Índice de C	0.89 (0.85-0.92) *	1.04	99.1	73.7
RCA	0.96 (0.95-0.98) *	0.45	99.1	30.8

Abreviaturas: **IS 95%** = intervalo de seguridad; **IMC** = índice de masa corporal; **CC** = circunferencia de cintura; **índice de C** = índice de conicidad; **RCA** = relación cintura-altura. *Área bajo la curva ROC que demuestra capacidad para discernir la adiposidad abdominal alta (límite más bajo de IS95% > 0.50).



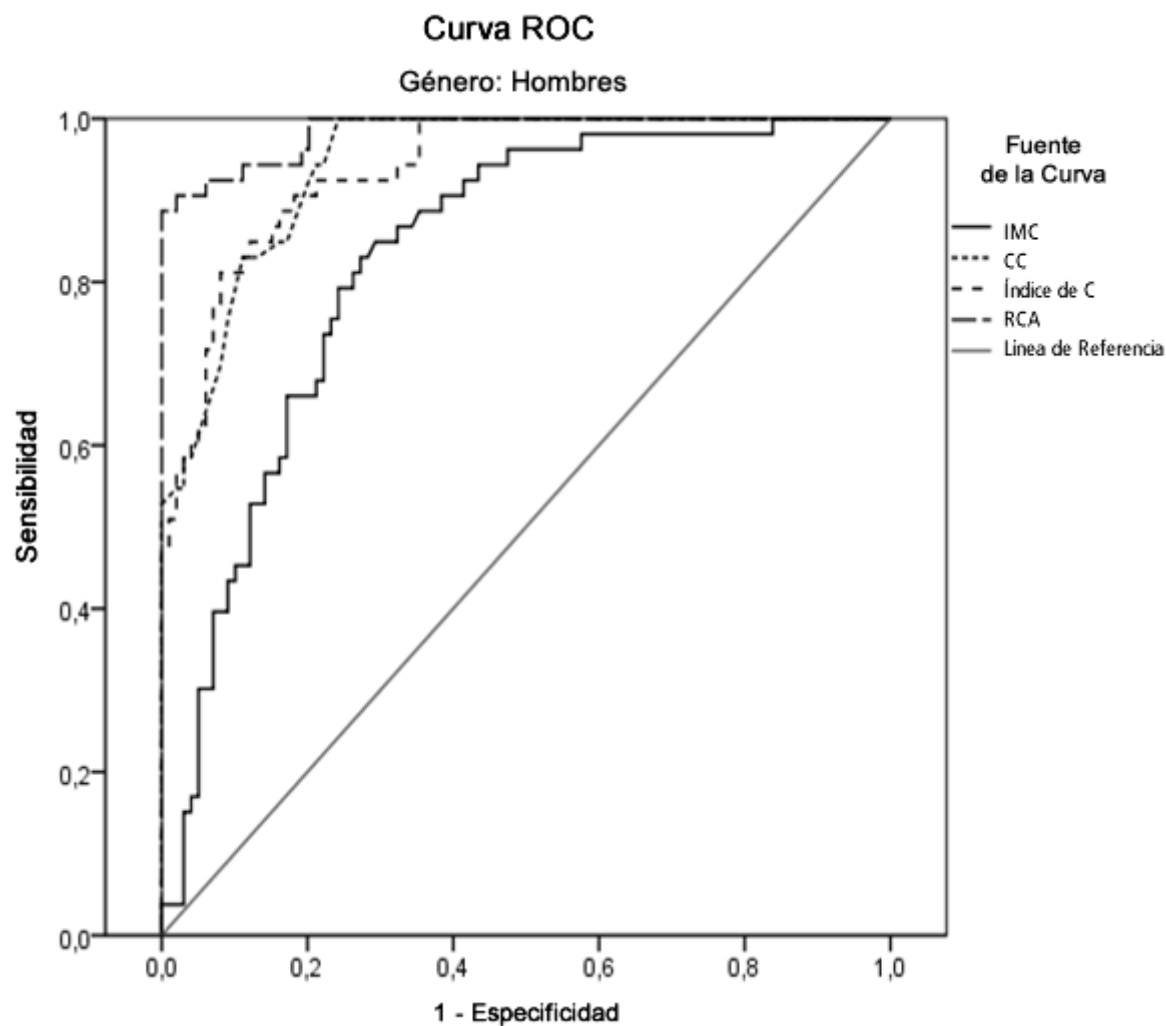


Figura 1. Área Bajo la Curva ROC de los Indicadores Antropométricos en la Predicción de Adiposidad Abdominal Alta para Mujeres y Varones.

DISCUSIÓN

En el presente estudio, todos los índices antropométricos fueron capaces de predecir adiposidad central en la muestra estudiada. Sin embargo, el IMC, un índice usado a nivel mundial para definir obesidad en la población adolescente (12), presentó baja exactitud. El uso del IMC ha sido criticado por no estar correlacionado con la composición y distribución de grasa corporal (18), que admite errores de evaluación. Los individuos con alta cantidad de masa muscular pueden presentar altos valores de IMC aún si la grasa corporal no es excesiva.

La circunferencia de cintura (CC) es una de las medidas más usadas normalmente para evaluar obesidad central porque sirve como una medida estándar en la definición y diagnóstico del síndrome metabólico (32) en adolescentes y también como una herramienta de examen para riesgo cardiovascular en adolescentes (3). En comparación con el IMC, la CC es el mejor indicador para la grasa visceral y los factores de riesgo cardiovascular (35).

La RCA es un indicador que ha sido usado cada vez más como un buen marcador para evaluar sobrepeso en adolescentes (3, 15). Además, ha sido propuesto como una medida de riesgo cardiovascular independientemente de la edad (1, 30). Brambilla et al. (7), en un estudio que involucra 2,339 niños y adolescentes de 8 a 18 años de edad, la Encuesta Nacional de Examen de Salud y Nutrición de EEUU 2003/2004, encontró que la RCA fue el mejor predictor de adiposidad central en niños y adolescentes y puede ser usado para evaluar adiposidad corporal en ausencia de pliegues cutáneos.

En el presente estudio la CC y RCA mostraron alta exactitud en la caracterización de la adiposidad central en adolescentes.

Pelegrine et al. (25), en un estudio de 1,268 adolescentes de 15 a 17 años de edad en el Sur de Brasil, encontró que la CC y la RCA tienen suficiente similitud para discernir la grasa corporal. De forma similar, Carneiro et al. (9), evaluó la capacidad para predecir la resistencia a la insulina en una muestra de 148 estudiantes de 10 a 19 años de edad del Oeste de São Paulo/São Paulo, Brasil, y observó que la mayor exactitud ROC (>0.7) se obtuvo por la CC y RCA. Por lo tanto, la RCA y CC parecen ser simples medidas de obesidad central que están asociadas a la grasa visceral y factores de riesgo cardiometabólicos (6, 29) y pueden ser usados en la evaluación de adolescentes de ambos sexos.

En comparación con otros parámetros, el índice de C no fue considerado un buen predictor de adiposidad abdominal, excepto en varones. Pereira et al. (27), en un estudio de 113 adolescentes femeninos de 14 a 19 años de edad de Viçosa/Minas Gerais, observó que el índice de C no fue un buen indicador para masa corporal y grasa corporal total. De manera similar, Pelegrine et al. (25), encontró que el índice de C tenía menor capacidad para distinguir la grasa corporal en adolescentes. El índice de C probablemente no fue un buen indicador de obesidad central en mujeres porque las relaciones entre sus mediciones no son buenos indicadores de obesidad (27). Además, la reserva de grasa en mujeres tiende a acumularse preferentemente en la región glúteofemoral, mientras que en los hombres se acumula en la región central del cuerpo (19).

Con respecto a la puntuación límite de estos índices antropométricos, todavía no hay consenso en cuál debería ser usada para definir obesidad (29) y adiposidad central en niños y adolescentes. Los puntos límite propuestos en este estudio mostraron alta sensibilidad. Sin embargo, aunque un cierto punto límite se representa con frecuencia como el punto donde la sensibilidad y especificidad se encuentran simultáneamente altas, no es siempre correcto porque el uso de un test muy sensible en la práctica clínica puede llevar a diagnósticos indeterminados (23). Se observa que los estudios llevados a cabo con adolescentes proponen el punto límite de la CC y el IMC mediante percentiles establecidos según edad y sexo (33, 37).

Sin embargo, Pellegrini et al. (25) propuso, como puntos límite de CC e IMC, los valores de 75.7 cm y 22.7 kg·m⁻² para varones y 67.7 cm y 20.1 kg·m⁻² para mujeres, respectivamente. Los puntos límite propuestos por Pelegrine et al. (25) estaban cerca de aquellos encontrados en el presente estudio (73.2 cm y 21.82 kg·m⁻² para varones, y 72.55 cm y 22.30 kg·m⁻² para mujeres). El punto límite para la RCA sugerido en el presente estudio fue 0.45 para ambos sexos, que es más bajo que el propuesto internacionalmente (1). Sin embargo está muy cerca de los valores presentados por Beck et al. (4), que sugirió un punto límite de 0.40 para ambos sexos, y por Pelegrine et al. (25), que sugirió puntos límite de 0.43 y 0.41 para hombres y mujeres, respectivamente. Con respecto al índice de C, los puntos límites propuestos en el presente estudio fueron 1.13 para varones y 1.04 para mujeres. Pelegrine et al. (25), propuso valores límite de 1.12 para hombres y 1.06 para mujeres, corroborando los valores encontrados en el presente estudio.

La diversidad metodológica con respecto a la medición de medidas anatómicas puede influenciar los valores propuestos por los estudios, justificando la variedad de puntos límites existentes. En el caso de Pelegrine et al. (25), por ejemplo, las mediciones se realizaron de acuerdo a los procedimientos de la Sociedad Canadiense de Fisiología del Ejercicio (8). En el presente estudio, los procedimientos se basaron en el Manual de Referencia de Estandarización Antropométrica (21). En este contexto, es considerado importante llevar a cabo estudios, particularmente en la población Brasileña, para estandarizar valores límite y procedimientos para ser usados en el análisis y medición de los índices antropométricos.

CONCLUSIONES

Los resultados muestran que los indicadores antropométricos RCA, CC, índice de C, e IMC pueden ser usados como métodos de examen con alta sensibilidad en la evaluación de la adiposidad abdominal en adolescentes y que la RCA y la CC presentan la mayor sensibilidad entre varones y mujeres.

AGRADECIMIENTOS

A los autores les gustaría agradecer a la Junta de Directores de la Escuela, a los estudiantes y a sus padres o parientes por su participación en el estudio. Este estudio fue financiado por la *Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Maranhão* (FAPEMA, Process BM nº 03347/14).

Dirección de correo: Nilviane P. S. Sousa, MSc, Post-Graduate Program in Adult and Child Health. Av. dos Portugueses, Federal University of Maranhão (UFMA), 1996 - Cidade Universitária Bom Delgado, Zip-code: 65080-805, São Luís, Maranhão, Brazil, E-mail: nilvipires@gmail.com

REFERENCIAS

- Ashwell M, Hsieh SD. (2005). Six reasons why the waist-to-height ratio is a rapid and effective global indicator for health risks of obesity and how its use could simplify the international public health message on obesity. *Int J Food Sci Nutr.* 2005;56:303-307.
- Ashwell M, Gunn P, Gibson S. (2012). 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;13:275-286.
- Bacopoulou F, Efthymiou V, Landis G, Rentoumis A, Chrousos GP. (2015). Waist circumference, waist-to-hip and waist-to-height ratio reference percentiles for abdominal obesity among Greek adolescents. *BMC Pediatrics.* 2015;15:1-9.
- Beck CC, Lopes AS, Pitanga FJG. (2011). Anthropometric indexes of overweight and obesity as predictors of lipid changes in adolescents. *Rev Paul Pediatr.* 2011;29:46-53.
- Bergmann GG, Bergmann MLA, Moreira RB, Pinheiro ES, Marques AC, Gaya A. (2011). Overweight and obesity in childhood and adolescence: Possibility of measurements and reflections about evaluation proposals. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde* 2011;16:62-69.
- Brambilla P, Bedogni G, Moreno LA, Goran MI, Gutin B, Fox KR, et al. (2006). Crossvalidation of anthropometry against magnetic resonance imaging for the assessment of visceral and subcutaneous adipose tissue in children. *Int J Obes.* 2006;30:23-30.
- Brambilla P, Bedogni G, Heo M, Pietrobelli A. (2013). Waist circumference-to-height ratio predicts adiposity better than body mass index in children and adolescents. *Int J Obes.* 2013;37:943-946.
- Canadian Society for Exercise Physiology (CSEP). (2003). The Canadian Physical Activity, Fitness and Lifestyle Appraisal: CSEP's Guide to Health Active Living. (2nd Edition). Ottawa: CSEP, 2003.
- Carneiro IBP, Sampaio HAC, Carioca AAF, Pinto FJM, Damasceno NRT. (2014). Old and new anthropometric indices as insulin resistance predictors in adolescents. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2014;58:838-843.
- Chung S. (2015). Body mass index and body composition scaling to height in children and adolescent. *Ann Pediatr Endocrinol Metab.* 2015;20:125-129.
- Chung HI, Park S, Park JM, Yoo EG. (2016). Waist-to-height ratio as an index for cardiometabolic risk in adolescents: Results from the 1998-2008 KNHANES. *Yonsei Med J.* 2016;57:658-663.
- Etchison WC, Bloodgood EA, Minton CP, Thompson NJ, Collins MA, Hunter CS, Hongying D. (2011). Body mass index and percentage of body fat as indicators for obesity in an adolescent athletic population. *Sports Health.* 2011;3:249-252.
- Eveleth PH, Tanner JM. (1976). Worldwide Variation in Human Growth. Cambridge: Cambridge University Press, 1976.
- Farb MG, Gocke N. (2015). Visceral adiposopathy: A vascular perspective. *Horm Mol Biol Clin Investig.* 2015;21:125-136.
- Faria ER, Gontijo CA, Franceschini SCC, Peluzio MCG, Priore SE. (2014). Body composition and risk for metabolic alterations in female adolescents. *Rev Paul Pediatr.* 2014;32:207-215.
- Farias ES, Santos AP, Farias Júnior JC, Ferreira CRT, Carvalho WRG, Gonçalves EM et al. (2012). Excess weight and associated factors in adolescents. *Revista de Nutrição.* 2012;25:229-236.
- Güngör NK. (2014). Overweight and obesity in children and adolescents. *J Clin Res Pediatr Endocrinol.* 2014;6:129-143.
- Guo B, Wu Q, Gong J, Xiao Z, Tan Y, Shang J, et al. (2015). Relationships between the lean mass index and bone mass and reference values of muscular status in healthy Chinese children and adolescents. *J Bone Miner Metab.* 2015; e-pub ahead of print 19 November 2015, doi 10.1007/s00774-015-0725-8.
- Harwood HJ. (2012). The adipocyte as an endocrine organ in the regulation of metabolic homeostasis. *Neuropharmacology.* 2012;63:57-75.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2008). Pesquisa de Orçamentos Familiares (2008-2009): Antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil. Rio de Janeiro, 2010.
- Lohman TG, Roche AF, Martorell R. (1988). Anthropometric Standardization Reference Manual. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Lwanga SK, Lemeshow S. (1991). Sample Size Determination in Health Studies: A Practical Manual. World Health Organization
- Martinez EZ, Louzada FN, Pereira BB. (2003). Analyses of diagnostic test using ROC curves. *Cadernos Saúde Coletiva.* 2003;11:7-31.
- Mumphrey MB, Hao Z, Townsend RL, Patterson LM, Münzberg H, Morrison CC et al. (2016). Eating in mice with gastric bypass surgery causes exaggerated activation of brainstem anorexia circuit. *Int J Obes.* 2016; e-pub ahead of print 17 March 2016; doi: 10.1038/ijo.2016.38.
- Pelegri A, Silva DAS, Silva JMFL, Grigollo L, Petroski EL. (2015). Anthropometric indicators of obesity in the prediction of high body fat in adolescents. *Rev Paul Pediatr.* 2015; 33:56-62.
- Pereira PF, Serrano MSH, Carvalho GQ, Lamounier JA, Peluzio MCG, Franceschini SCC, et al. (2011). Waist and waist-to-height ratio: Useful to identify the metabolic risk of female adolescents? *Rev Paul Pediatr.* 2011;29:372-377.
- Pereira PF, Serrano HMS, Carvalho GQ, Ribeiro SMR, Peluzio MCG, Franceschini SCC et al. (2015). Measurements of location of body fat: An assessment of colinearity with body mass, adiposity and stature in female adolescents. *Rev Paul Pediatr.* 2015;33: 63-71.
- Pinho L, Botelho ACC, Caldeira AP. (2014). Associated factors of overweight in adolescents from public schools in Northern Minas Gerais State, Brazil. *Rev Paul Pediatr.* 2014; 32:237-243.
- Rerksuppaphol S, Rerksuppaphol L. (2014). Waist circumference, waist-to-height ratio and body mass index of Thai Children: Secular changes and updated reference standards. *J Clin Diagn Res.* 2014;8:05-09.
- Ricardo GD, Caldeira GV, Corso ACT. (2009). Prevalence of overweight and obesity and central adiposity indexes among school-aged children in Santa Catarina, Brazil. *Rev Bras Epidemiol.* 2009;12:424-435.
- Sant'anna MSL, Tinôco ALA, Rosado LEFPL, Sant'ana LFR, Brito ISS, Araújo LF, et al. (2010). Effectiveness of the conicity index

and waist to height ratio to predict the percentage of body fat in children. *Nutrire: Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição*. 2010;35:67-80.

32. Schneider HJ, Klotsche J, Silber S, Stalla GK, Wittchen HU. (2011). Measuring abdominal obesity: Effects of height on distribution of cardiometabolic risk factors risk using waist circumference and waist-to-height ratio. *Diabetes Care*. 2011;37:e7.
33. Taylor RW, Ianthe e Jones, Williams SM, Goulding A. (2000). Evaluation of waist circumference, waist-to-hip ratio, and conicity index as screening tools for high trunk fat mass, as measures by dual-energy by dual-energy X-ray absorptiometry, in children aged 3-19 y. *Am J Clin Nutr*. 2000;72:490-495.
34. Valdez RA. Simple model-based index of abdominal adiposity. (1991). *J Clin Epidemiol*. 1991;44:955-956.
35. Wickel EE. (2014). Evaluating the utility of the body adiposity index in adolescent boys and girls. *J Sci Med Sport*. 2014;17:434-438.
36. Wicklow BA, Becker A, Chateau D, Palmer K, Kozyrskij A, Sellers EAC. (2015). Comparison of anthropometric measurements in children to predict metabolic syndrome in adolescence: Analysis of prospective cohort data. *Int J Obes*. 2015; e-pub ahead of print 14 April 2015; doi:10.1038/ijo.2015.55.
37. World Health Organization (WHO). (2006). WHO Child Growth Standards: length/height-for-age, weight-for age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age. *Methods and development. WHO (nonserial publication)*. Geneva: WHO 2006/2007.

Cita Original

Sousa NPS, Salvador EP, Barros AK, Polisel CG, Carvalho WRG (2016) Anthropometric Predictors of Abdominal Adiposity in Adolescents. *JEPonline* 19(4) 66-76.