

# Correlación del índice de masa corporal y de la relación cintura/talla con factores de riesgo cardiovascular en niños prescolares y escolares colombianos

## Correlation of body mass index and waist to height ratio with cardiovascular risk factors in Colombian preschool and school children

Juan Carlos Aristizabal,<sup>1,2</sup>  Jacqueline Barona-Acevedo,<sup>3</sup>  Alejandro Estrada-Restrepo<sup>2,4</sup> 

**1** Physiology and Biochemistry Research Group-PHYSIS, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. **2** School of Nutrition and Dietetics, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia., **3** Food and therapeutic alternatives area, Ophidism Program, School of Microbiology, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia., **4** Demography and Health Research Group, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.



### ACCESO ABIERTO

**Citación:** Aristizabal JC, Barona-Acevedo J, Estrada-Restrepo A. **Correlación del índice de masa corporal y de la relación cintura/talla con factores de riesgo cardiovascular en niños prescolares y escolares colombianos.** Colomb Méd (Cali), 2023; 54(1):e2014113 <http://doi.org/10.25100/cm.v54i1.4113>

**Recibido:** 17 Dic 2019  
**Revisado:** 23 Feb 2023  
**Aceptado:** 29 Mar 2023  
**Publicado:** 30 Mar 2023

### Palabras clave:

Obesidad, obesidad abdominal, tamizaje nutricional, relación cintura-estatura, índice de masa corporal, factores de riesgo cardiovascular, niños prescolares, niños escolares

### Keywords:

Obesity, abdominal obesity, nutritional screening, waist-to-height ratio, body mass index, cardiovascular risk factors, preschool children, school children

**Copyright:** © 2023 Universidad del Valle



## Resumen

### Objetivo:

Analizar el grado de acuerdo entre el índice de masa corporal (IMC) y la relación/cintura estatura (rCE) para identificar niños con factores de riesgo cardiovascular (FRC).

### Métodos:

Estudio transversal analítico con 112 niños preescolares (3-5 años) y 209 escolares (6-10 años). El sobrepeso y la obesidad se clasificaron con el IMC y la obesidad abdominal con la rCE  $\geq 0.50$ . Se tomaron muestras sanguíneas en ayuno para análisis de glucosa, insulina, lípidos y cálculo del índice HOMA-IR. Se analizó la presencia de FRC y de múltiples factores del síndrome metabólico (Factores-SinMet) diferentes a la cintura [HOMA-IR elevado, triglicéridos elevados y colesterol de alta densidad (HDL-C) bajo].

### Resultados:

rCE  $\geq 0.50$  clasificó con obesidad abdominal a más de la mitad de los niños preescolares, excediendo el número de niños clasificados con sobrepeso+obesidad por IMC (59.5% vs 9.8%;  $p < 0.001$ ). No hubo acuerdo entre el IMC y la rCE para identificar niños preescolares con FRC o múltiples Factores-SinMet diferentes a la cintura (kappa: 0.0 a 0.23,  $p > 0.05$ ). Fueron similares las proporciones de niños escolares clasificados con obesidad abdominal por la rCE o con sobrepeso+obesidad por el IMC (18.7% vs. 24.9%;  $p > 0.05$ ). Hubo acuerdo sustancial entre la rCE y el IMC para identificar niños escolares con valores elevados de colesterol total, colesterol de baja densidad, triglicéridos, colesterol no-HDL, insulina, HOMA-IR, valores bajos de HDL-C y la presencia de múltiples Factores-SinMet diferentes a la cintura (kappa: 0.616 a 0.857,  $p < 0.001$ ).

#### Conflicto de interés:

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés con respecto a la publicación de este artículo

#### Agradecimientos y declaración de financiación:

Los autores agradecen a la Alcaldía de Medellín, a la Secretaría de Inclusión Social, Familia y Derechos Humanos y al Equipo de Seguridad Alimentaria por financiar el proyecto y permitir el acceso a la base de datos. También agradecemos al Centro de Investigación en Alimentación y Nutrición de la Facultad de Nutrición y Dietética de la Universidad de Antioquia.

#### Autor de correspondencia:

Juan Carlos Aristizabal. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia., E-mail: [juan.aristizabal@udea.edu.co](mailto:juan.aristizabal@udea.edu.co)

#### Conclusión:

En niños preescolares la aplicación de  $rCE \geq 0.5$  no presenta acuerdo con el IMC, pero en escolares presenta un acuerdo sustancial con el IMC en la clasificación del estado nutricional y en la identificación de niños con FRC.

#### Abstract

##### Objective:

To analyze the agreement between body mass index (BMI) and waist-to-height Ratio (WHtR) to identify preschool and school children with cardiovascular risk factors (CRFs).

##### Methods:

Three-hundred-twenty-one kids were divided into preschool (3-5 years) and school children (6-10 years). BMI was used to classify children as overweight or obese. Abdominal obesity was defined with a WHtR  $\geq 0.50$ . Fasting blood lipids, glucose and insulin were measured, and the homeostasis model assessment of insulin resistance (HOMA-IR) was calculated. The presence of CRFs and multiple non-waist circumference (non-WC) metabolic syndrome factors (MetS-Factors) [high HOMA-IR, high triglycerides and low high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C)] were analyzed.

##### Results:

One-hundred-twelve preschool and 209 school children were evaluated. WHtR  $\geq 0.50$  classified abdominal obesity in more than half of the preschool children, exceeding those classified with overweight+obesity by BMI (59.5% vs. 9.8%;  $p < 0.001$ ). There was no agreement between WHtR and BMI to identify preschool kids with CRFs and multiple non-WC MetS-Factors ( $\kappa$ : 0.0 to 0.23,  $p > 0.05$ ). There were similar proportions of school children classified with abdominal obesity by the WHtR and overweight+obesity by the BMI (18.7% vs. 24.9%;  $p > 0.05$ ). There was substantial agreement between WHtR and BMI to identify school children with high total cholesterol values, low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C), triglycerides, non-HDL-C, insulin, HOMA-IR, low HDL-C values, and the presence of multiple non-WC MetS-Factors ( $\kappa$ : 0.616 to 0.857,  $p < 0.001$ ).

##### Conclusion:

In preschool children WHtR  $\geq 0.5$  disagree with BMI results, but in school kids, it has good agreement with the BMI to classify the children's nutritional status and to identify those with CRFs.

## Contribución del estudio

### 1) ¿Por qué se realizó este estudio?

Dada la alta prevalencia de niños con obesidad, existe la necesidad de un indicador práctico para identificar aquellos con factores de riesgo cardiovascular (FRC) para prevenir futuras complicaciones. El índice de masa corporal (IMC) se usa comúnmente y se asocia con FRC. Sin embargo, el IMC requiere la edad y el sexo de los niños y, en consecuencia, puntos de corte específicos. La relación cintura/estatura (rCE) tiene la ventaja de no requerir esta información, lo que simplifica el proceso. En adultos, la rCE ha mostrado asociaciones más altas con FRC que el IMC, pero en niños los estudios muestran resultados contradictorios. Por lo tanto, este estudio analizó la concordancia entre el IMC y la rCE para identificar a niños con FRC en edad preescolar y escolar.

### 2) ¿Cuáles fueron los resultados más relevantes del estudio?

En preescolares (3-5 años) no hubo concordancia entre la rCE y el IMC para identificar niños con FRC. En escolares (5-10 años) la rCE mostró buena concordancia con el IMC para clasificar el estado nutricional de los niños y para identificar aquellos con FRC.

### 3) ¿Qué aportan estos resultados?

Este estudio proporciona evidencia de que el IMC y la rCE presentan acuerdo en la identificación de niños con FRC en edad escolar, pero no en niños en edad preescolar.

## Introducción

En las últimas décadas, ha habido un rápido aumento en las prevalencias de sobrepeso y obesidad infantil a nivel mundial<sup>1</sup>. En Colombia, la prevalencia de niños con sobrepeso aumentó alrededor del 50% (del 11.0% al 16.8%) y la de obesidad en más del 100% (del 3.4% al 7.6%) entre los años 2005 y 2015<sup>2</sup>. Esto es problemático ya que los niños obesos tienen mayor riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares y el proceso arterioesclerótico puede iniciarse durante la primera década de vida<sup>3,4</sup>. Por lo tanto, existe una necesidad urgente de identificar niños con obesidad y factores de riesgo cardiovascular (FRC) para implementar la atención adecuada<sup>5</sup>. El índice de masa corporal (IMC) se usa comúnmente para clasificar la obesidad en los niños. Sin embargo, este indicador tiene limitaciones ya que evalúa el exceso de peso corporal y no el exceso de grasa corporal, ni la distribución de la grasa corporal<sup>6</sup>. La relación cintura/estatura (rCE) es un indicador más relacionado con la obesidad abdominal que el IMC, y se ha sugerido su uso en lugar del IMC, o juntamente con el IMC, para la detección de la obesidad y FRC en niños<sup>5,7,8</sup>.

La rCE es una herramienta práctica para evaluar la obesidad en niños<sup>7,9,10</sup>. Se calcula dividiendo en centímetros la circunferencia de la cintura por la estatura. A diferencia del IMC, la aplicación de la rCE en niños no requiere el uso de puntos de corte específicos de sexo y edad. El uso de un punto de corte único ( $\geq 0.50$ ) para todos los grupos de edad y sexo, hace de la rCE un indicador de fácil aplicación e interpretación<sup>10</sup>. Además, la rCE parece ser más sensible que el IMC como alerta temprana de riesgo para la salud, dada su mayor asociación con la obesidad abdominal<sup>10,11</sup>.

Varios estudios han encontrado asociaciones más altas entre FRC y la rCE que entre FRC y el IMC<sup>7,8</sup>. Estos hallazgos son generalmente aceptados en adultos<sup>11-13</sup>, pero la superioridad de la rCE sobre el IMC no está clara en niños<sup>14,15</sup>. Además, existe controversia sobre la aplicación de un sólo punto de corte para la rCE ( $\geq 0.50$ ) en niños de diferentes edades y grupos étnicos<sup>16,17</sup>. Existe poca información sobre el grado de acuerdo entre la rCE y el IMC en la identificación de niños colombianos con FRC; lo cual es crucial para considerar el uso de la rCE en jóvenes.

Por lo tanto, los objetivos de este estudio fueron 1) analizar la asociación de la rCE y del IMC con FRC en niños de edad preescolar y escolar y 2) examinar la concordancia entre la rCE y el IMC para identificar niños con FRC.

## Materiales y Métodos

### Diseño del estudio y participantes

Este es un estudio transversal con 321 niños divididos en preescolares (3 a 5 años) y escolares (6 a 10 años) residentes en Medellín-Colombia. Los niños participaron en la Encuesta Alimentaria y Nutricional de Medellín 2015 (Perfil de seguridad alimentaria y nutricional de Medellín y sus corregimientos)<sup>18</sup>. Se encuestaron un total de 3008 viviendas de los seis estratos socioeconómicos de la ciudad. Se incluyeron en el estudio niños de 3 a 10 años, que no estuvieran en estado de gestación o lactancia, cuyos padres o adultos responsables firmaron el consentimiento informado. Se excluyeron del estudio los niños que se encontraban enfermos en el momento de la evaluación o en tratamiento con esteroides, hormonas o medicamentos. Asimismo, se excluyeron del análisis los niños que presentaron un ayuno menor de 10 horas antes de la extracción de sangre. Finalmente, se incluyeron 321 niños (entre 3 y 10 años) (Figura 1). El estudio se realizó de acuerdo con la Declaración de Helsinki y fue aprobado por el Comité de Bioética de la Facultad de Odontología de la Universidad de Antioquia (Acta de aprobación N° 01. 27 de febrero de 2015).

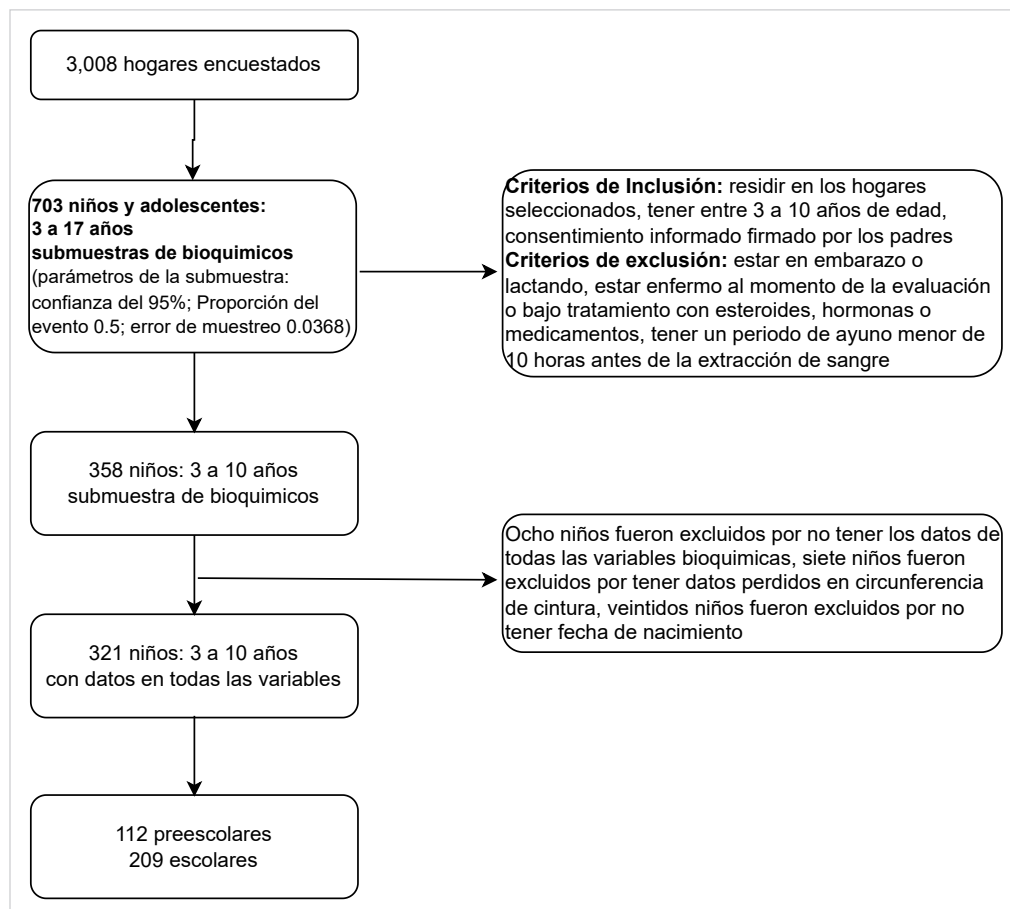


Figura 1. Flujograma de los participantes del estudio

### Medidas corporales e indicadores antropométricos

Los procedimientos antropométricos fueron descritos previamente<sup>19</sup>. En resumen, las mediciones corporales fueron realizadas por personal de salud experimentado y capacitado en antropometría, siguiendo las técnicas descritas por Lohman *et al*<sup>20</sup>. El peso corporal se midió con una precisión de 0.1 kilogramos usando una balanza digital (Seca 813. California, EE. UU.). La estatura se midió con una precisión de 0.1 centímetros utilizando un tallímetro mecánico (Seca 206. California, EE. UU.). La circunferencia de la cintura se midió con una precisión de 0.1 cm utilizando una cinta flexible (Mabis 35-780. EE. UU.) en el punto medio entre el margen inferior de la última costilla flotante y el borde superior de la cresta ilíaca. Las medidas antropométricas se realizaron al menos por duplicado; se realizó una tercera medición en los casos en que la diferencia entre la primera y la segunda lectura fue superior a 0.1 kg en el peso corporal, a 0.5 cm en la estatura y a 1% en la circunferencia de la cintura. El IMC se calculó dividiendo el peso corporal en kilogramos por la estatura en metros cuadrados. El sobrepeso y la obesidad se definieron utilizando los valores de referencia de la Organización Mundial de la Salud (OMS). En niños de cinco años en adelante se aplicaron los valores de referencia de la OMS de 2007<sup>21</sup>, y en niños más pequeños se utilizaron los valores de referencia de la OMS de 2006<sup>22</sup>. La rCE se calculó dividiendo la circunferencia de la cintura en centímetros por la estatura en centímetros. Se utilizó un punto de corte para la rCE  $\geq 0.50$  para clasificar a los niños con obesidad abdominal<sup>23</sup>.

### Factores de riesgo cardiovascular

Se solicitó a los padres de los niños que trajeran a sus hijos después de un ayuno nocturno de 10 a 12 horas. Se extrajo sangre de la vena antecubital en tubos secos. La sangre se centrifugó a 3.000 x g durante 10 minutos para obtener suero. La glucosa, la insulina, el colesterol total, los triglicéridos, el colesterol de lipoproteínas de baja densidad (LDL-C) y el colesterol de lipoproteínas de alta densidad (HDL-C) se midieron mediante métodos estandarizados utilizando un analizador automático (Roche, Cobas c501. Mannheim, Alemania). El modelo de medición de homeostasis de resistencia a la insulina (HOMA) se calculó así: glucosa sérica (mmol/L) x insulina sérica (mU /L) / 22.5<sup>24</sup>. Se utilizaron los criterios del *Panel de Expertos sobre Directrices Integradas para la Salud Cardiovascular y la Reducción del Riesgo en Niños y Adolescentes*<sup>25</sup>, para clasificar los niños con colesterol total alto ( $\geq 5.18$  mmol/l), triglicéridos altos ( $\geq 1.13$  mmol/l y  $\geq 1.47$  mmol/l para niños <10 y  $\geq 10$  años, respectivamente), LDL-C alto ( $\geq 3.37$  mmol/l), no-HDL-C alto ( $\geq 3.76$  mmol/l) y HDL-C bajo ( $\leq 1.03$  mmol/l). La insulina se clasificó con valores altos cuando se encontró superior al percentil 90 de lo reportado por el *Estudio sobre la Identificación y prevención de los Efectos sobre la salud inducidos por la Dieta y el Estilo de vida en niños* (IDEFICS)<sup>26</sup>. Se consideró alto el valor de HOMA  $\geq 3.1$ , siguiendo los criterios aplicados previamente en población de Medellín<sup>27,28</sup>. Los factores del síndrome metabólico (factores SinMet) distintos de la cintura incluyeron HOMA alto, triglicéridos altos y HDL-C bajo.

### Análisis estadístico

La distribución normal de los datos se probó con la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Los datos se presentan como medias  $\pm$  desviaciones estándar o medianas y rango intercuartílico según la distribución de datos. Las diferencias entre grupos se compararon mediante ANOVA con modelos lineales generales utilizando el sexo y la edad como covariables en los datos con distribución normal, y la prueba de Mann-Whitney en los datos con distribución no normal. Se utilizó la prueba de  $Ji^2$  para comparar las proporciones de niños según el estado nutricional y la edad escolar. Se calculó la correlación ajustada por edad y sexo para determinar la asociación entre los índices antropométricos y los FRC. Se calcularon los odds ratios (OR) mediante análisis de regresión logística para medir la asociación entre estar en riesgo según el estado nutricional (peso corporal normal / sobrepeso+obesidad) y la presencia de FRC. Los niños con peso corporal normal fueron el grupo de referencia (OR= 1.0). En niños con FRC (es decir, hipercolesterolemia, hipertrigliceridemia, HDL bajo, etc.) la concordancia de los que

**Tabla 1.** Características de los participantes por grupo etario

	Preescolares (n = 112)	Escolares (n = 209)
Hombre (n, %)	60 (53.6)	108 (51.7)
Edad en años	4.5 ± 0.9	8.5 ± 1.5
Estatura (cm)	102.9 (96.4-108.4)	127.1 (120.7-135.8)
Peso corporal (kg)	16.0 (14.5-18.1)	26.3 (22.6-31.1)
Circunferencia de cintura (cm)	51.6 (49.6-53.5)	57.8 (54.2-62.6)
Relación cintura/estatura	0.51 ± 0.04	0.46 ± 0.04*
Índice de masa corporal (puntuación z)	0.1 (-0.5-0.7)	0.1 (-0.5-0.9)
Sobrepeso por IMC (n, %)	7 (6.3)	38 (18.2)‡
Obesos por IMC (n, %)	4 (3.6)	14 (6.7)
Sobrepeso+Obesidad por IMC (n, %)	11 (9.8)	52 (24.9) ‡
Obesidad abdominal rCE≥0.50 (n, %)	66 (59.5)	39 (18.7) ‡
Glucosa ( mmol·L )	4.33 (4.00-4.55)	4.44 (4.16-4.72)
Insulina ( pmol·L )	31.25 (19.1-47.58)	51.74 (29.86-79.52)
HOMA	0.89 (0.53-1.35)	1.5 (0.82-2.29)
Colesterol Total ( mmol·L )	4.14 (3.69-4.71)	4.14 (3.73-4.71)
Triglicéridos ( mmol·L )	0.98 (0.80-1.23)	1.03 (0.75-1.42) †
HDL-C ( mmol·L )	1.20 ± 0.27	1.26 ± 0.28*
LDL-C ( mmol·L )	2.41 (2.15-3.04)	2.40 (1.98-2.78)
No-HDL-C ( mmol·L )	2.83 (2.59-3.61)	2.86 (2.46-3.33)

Datos presentados como media ± desviación estándar o medianas y rango intercuartílico entre paréntesis según la distribución de los datos. Estado nutricional presentado en números y porcentajes. \* Diferencias entre grupos obtenidas con modelos lineales generales ajustado por sexo. ‡ Diferencias entre grupos obtenidas con la prueba de Chi-cuadrado. † Diferencias entre grupos obtenidas con la prueba U de Mann-Whitney; IMC: índice de masa corporal; rCE: Relación cintura-estatura; HOMA: modelo de medición de homeostasis de resistencia a la insulina; HDL-C: colesterol de lipoproteínas de alta densidad; LDL-C: colesterol de lipoproteínas de baja densidad.

tienen exceso de peso corporal por el IMC (sobrepeso+obeso) y obesidad abdominal por la rCE, se probó mediante coeficientes kappa, y se interpretó de acuerdo con criterios de Landis y Koch<sup>29</sup>. Un valor de  $p < 0.05$  se consideró estadísticamente significativo. El análisis estadístico se desarrolló en SPSS versión 24.

## Resultados

Se incluyeron en este estudio un total de 321 niños, 112 preescolares (4.5 ± 0.9 años) y 209 escolares (8.5 ± 1.5 años) (Figura 1). La proporción de niños y niñas fue similar ( $p = 0.746$ ) en preescolares (53.6% vs 46.4%) y escolares (51.7% vs 48.3%). En comparación con los preescolares, los escolares presentaron mayor proporción de sobrepeso (18.2% vs 6.3%;  $p = 0.002$ ) y sobrepeso+obesidad (24.9% vs 9.8%;  $p = 0.001$ ). Por el contrario, los preescolares mostraron mayor rCE (0.51 ± 0.04 vs 0.46 ± 0.04;  $p = 0.001$ ) y mayor proporción de obesidad abdominal (59.5% vs 18.7%;  $p = 0.001$ ) (Tabla 1). La rCE clasificó con obesidad abdominal a más de la mitad de los preescolares que tenían peso corporal normal según el IMC (59.6%). La concordancia entre la clasificación del IMC de niños con sobrepeso+obesidad y la clasificación de la rCE de niños con obesidad abdominal fue pobre en preescolares (kappa: 0.098;  $p = 0.042$ ). Por el contrario, en los escolares, la concordancia entre el IMC y la rCE para clasificar el estado nutricional de los niños fue sustancial (kappa: 0.699;  $p < 0.001$ ).

**Tabla 2.** Asociaciones entre índices antropométricos y factores de riesgo cardiometabólico\*

Factor de riesgo Cardiometabólico	Preescolares				Escolares			
	Índice de masa corporal r ajustado	valor p	Índice de masa corporal r ajustado	valor p	Índice de masa corporal r ajustado	valor p	Relación cintura/estatura r ajustado	valor p
Glucosa	0.015	0.880	0.060	0.542	0.093	0.183	0.058	0.405
Insulina	0.335	0.000	0.299	0.002	0.399	0.000	0.320	0.000
HOMA	0.333	0.000	0.303	0.001	0.393	0.000	0.316	0.000
Colesterol total	-0.030	0.759	-0.091	0.353	-0.043	0.541	-0.003	0.965
Triglicéridos	-0.052	0.595	0.074	0.446	0.277	0.000	0.271	0.000
HDL-C	-0.022	0.823	-0.141	0.146	-0.123	0.078	-0.163	0.020
LDL-C	-0.011	0.913	-0.064	0.513	-0.075	2.287	-0.018	0.800
No HDL-C	-0.023	0.811	-0.046	0.637	0.001	0.994	0.056	0.422

\*Ajustado por sexo y edad. HOMA: modelo de medición de homeostasis de resistencia a la insulina; HDL-C: colesterol de lipoproteínas de alta densidad. LDL-C: colesterol de lipoproteínas de baja densidad.



**Table 3.** Odds ratio (OR) para factores de riesgo cardiometabólico en preescolares y escolares con sobrepeso/obesidad y obesidad abdominal\*

	Sobrepeso+Obesidad			Obesidad abdominal		
	OR	IC del 95 %	valor p	OR	IC del 95 %	valor p
<b>Preescolares</b>						
Insulina alta	3.02	(0.85-10.74)	0.093	1.07	(0.47-2.46)	0.873
HOMA alto	2.57	(0.72-9.22)	0.158	1.34	(0.55-3.30)	0.517
Colesterol total alto	0.86	(0.80-0.94)	0.352	0.46	(0.15-1.44)	0.176
Triglicéridos altos	1.18	(0.32-4.33)	1.000	1.26	(0.57-2.83)	0.567
HDL-C bajo	0.71	(0.18-2.84)	0.746	2.94	(1.22-7.01)	0.014
LDL-C alto	1.45	(0.28-7.53)	0.647	0.75	(0.26-2.10)	0.575
No HDL-C alto	1.02	(0.20-5.15)	1.000	0.70	(0.27-1.82)	0.463
Factores SinMet distintos a cintura	2.01	(0.54-7.54)	0.283	3.85	(1.21-12.24)	0.039
<b>Escolares</b>						
Insulina alta	4.52	(2.29-8.91)	0.000	3.89	(1.86-8.11)	0.000
HOMA alto	3.76	(1.92-7.37)	0.000	4.49	(2.15-9.38)	0.000
Colesterol total alto	0.89	(0.31-2.58)	0.825	0.97	(0.30-3.03)	0.951
Triglicéridos altos	3.86	(1.98-7.52)	0.000	2.63	(1.30-5.40)	0.006
HDL-C bajo	1.96	(0.93-4.12)	0.073	2.73	(1.30-5.90)	0.009
LDL-C alto	0.51	(0.14-1.84)	0.408	1.10	(0.35-3.50)	0.872
No HDL-C alto	0.83	(0.31-2.21)	0.710	0.99	(0.35-2.78)	0.984
Factores SinMet distintos a cintura	5.01	(2.51-10.2)	0.000	6.45	(1.15-36.35)	0.035

\*Los niños con peso corporal normal se utilizaron como grupo de referencia (OR = 1.0); HOMA: modelo de medición de homeostasis de resistencia a la insulina; HDL-C: colesterol de lipoproteínas de alta densidad; LDL-C: colesterol de lipoproteínas de baja densidad; SinMet: factores del síndrome metabólico.

Datos presentados como media  $\pm$  desviación estándar o medianas y rango intercuartílico entre paréntesis según la distribución de los datos. Estado nutricional presentado en números y porcentajes. \* Diferencias entre grupos obtenidas con modelos lineales generales ajustado por sexo. ‡ Diferencias entre grupos obtenidas con la prueba de Chi-cuadrado. † Diferencias entre grupos obtenidas con la prueba U de Mann-Whitney; IMC: índice de masa corporal; rCE: Relación cintura-estatura; HOMA: modelo de medición de homeostasis de resistencia a la insulina; HDL-C: colesterol de lipoproteínas de alta densidad; LDL-C: colesterol de lipoproteínas de baja densidad.

En comparación con los preescolares, los escolares mostraron niveles más altos de triglicéridos (1.03 mmol/l (0.75-1.42) vs 0.98 mmol/l (0.80-1.23);  $p=0.006$ ) y HDL-C (1.26  $\pm$  0.28 mmol/l vs 1.20  $\pm$  0.27 mmol/l,  $p=0.000$ ) (Tabla 1).

Las asociaciones entre los índices antropométricos y los FRC se muestran en la Tabla 2. En preescolares, el IMC y la rCE mostraron asociaciones similares con la insulina ( $r=0.335$ ,  $p=0.000$  y  $r=0.299$ ,  $p=0.002$ ; respectivamente) y el HOMA ( $r=0.333$ ,  $p=0.000$  y  $r=0.303$ ,  $p=0.001$ ; respectivamente). En escolares, el IMC y la rCE también mostraron asociaciones similares con la insulina y el HOMA, así como con los triglicéridos ( $r=0.277$ ,  $p=0.000$  y  $r=0.271$ ,  $p=0.000$ ; respectivamente). Sólo la rCE presentó asociación negativa con el HDL-C ( $r=-0.163$ ,  $p=0.020$ ) en escolares (Tabla 2).

**Tabla 4.** Concordancia entre el índice de masa corporal y el índice cintura-estatura para identificar preescolares y escolares con factores de riesgo cardiovascular

Factor de riesgo cardiometabólico	Preescolares Kappa (valor p)	Escolares Kappa (valor p)
Insulina alta	0.135 (0.242)	0.648 (<0.001)
HOMA alto	0.082 (0.484)	0.702 (<0.001)
Colesterol total alto	*	0.857 (<0.001)
Triglicéridos altos	0.023 (0.769)	0.654 (<0.001)
HDL-C bajo	-0.025 (0.629)	0.616 (<0.001)
LDL-C alto	0.200 (0.182)	0.824 (<0.001)
No HDL-C alto	0.158 (0.202)	0.651 (0.001)
Factores SinMet distintos a cintura	-0.005 (0.959)	0.675 (<0.001)

\*No hubo preescolares clasificados con niveles altos de colesterol total. HOMA: modelo de medición de homeostasis de resistencia a la insulina; HDL-C: colesterol de lipoproteínas de alta densidad; LDL-C: colesterol de lipoproteínas de baja densidad; SinMet: factores del síndrome metabólico

Los OR para FRC en niños con sobrepeso+obesidad y obesidad abdominal se muestran en la Tabla 3. En los preescolares, aquellos con sobrepeso+obesidad no mostraron asociación con FRC. Cuando estos niños se clasificaron de acuerdo con la rCE, aquellos con obesidad abdominal tenían 2.94 veces (IC 95%= 1.2-7.01) y 3.85 veces (IC 95%= 1.2-12.2) más probabilidades de tener colesterol HDL-C bajo y múltiples factores SinMet distintos a cintura, respectivamente. En los escolares, aquellos con sobrepeso+obesidad u obesidad abdominal fueron más propensos a tener niveles elevados de insulina, HOMA, triglicéridos y factores SinMet distintos a cintura (Tabla 3). Solo los escolares con obesidad abdominal presentaron ORs mayores para HDL-C bajo 2.73 (IC 95%= 1.3-5.9).

La concordancia entre el IMC y la rCE para identificar niños con FRC se presenta en la Tabla 4. No hubo una concordancia significativa entre el IMC y la rCE para detectar niños en edad preescolar con FRC (kappa osciló entre -0.025 y 0.200;  $p > 0.05$ ). Por el contrario, en los escolares, la concordancia entre IMC y rCE fue casi perfecta para colesterol total alto y LDL-C alto (valores kappa  $\geq 0.824$ ;  $p < 0.001$ ) y la concordancia fue sustancial para valores altos de insulina, HOMA, triglicéridos, no-HDL-C, valores bajos de HDL-C y presencia de factores SinMet distintos a cintura (valores kappa  $\geq 0.616$ ;  $p < 0.001$ ).

## Discusión

El objetivo principal del estudio fue analizar la concordancia entre el IMC y la rCE para identificar a niños en edad preescolar y escolar con FRC. Similar a estudios previos<sup>30-32</sup>, el IMC y la rCE mostraron asociaciones paralelas con FRC. Sin embargo, su acuerdo para identificar a los niños con FRC fue contrastante; siendo sustancial en niños en edad escolar pero casi inexistente en niños en edad preescolar. Una posible explicación de los resultados contradictorios podría ser la aplicación de un punto de corte único para la rCE en todos los niños, independientemente de su edad y sexo.

El uso de un punto de corte universal es una de las ventajas de la rCE, ya que evita utilizar límites específicos según edad y sexo. Sin embargo, en este estudio, el  $rCE \geq 0.5$  parece haber sobrestimado la obesidad abdominal en preescolares, lo que concuerda con investigaciones anteriores<sup>33</sup>. Los preescolares mostraron un promedio de rCE por encima del valor umbral ( $0.51 \pm 0.04$ ) y más de la mitad de los niños se clasificaron con obesidad abdominal (59.5%). Este resultado superó la proporción de preescolares con sobrepeso+obesidad (9.8%). Además, más de la mitad de los preescolares con clasificación de peso corporal normal por el IMC (59.6%) fueron clasificados con obesidad abdominal por la rCE. Así, la  $rCE \geq 0.5$  parece haber sobrestimado la obesidad abdominal en niños preescolares y esto contribuyó, probablemente, a la falta de concordancia entre el IMC y el rCE para identificar aquellos con FRC. Estos resultados están en línea con una revisión reciente de Yoo EG<sup>9</sup>, y sugieren que la aplicación de la  $rCE \geq 0.5$  no es adecuada en niños en edad preescolar.

La rCE parece ser inestable durante la primera infancia y podría ser necesario el uso de puntos de corte específicos para la edad. Estudios en niños pequeños reportan que la rCE disminuye durante los primeros años de vida, señalando una mayor velocidad de crecimiento relacionada con la edad en la estatura que en la circunferencia de la cintura<sup>34-37</sup>. Roswall *et al.*<sup>33</sup>, en una muestra representativa de 4,502 niños suecos, encontraron que la rCE disminuyó continuamente desde el nacimiento (0.69) hasta los cinco años (0.48). Los investigadores desarrollaron gráficos de referencia utilizando períodos de seis meses y sugirieron que los gráficos se usaran en niños suecos<sup>33</sup>. Se han realizado estudios similares en otras poblaciones<sup>3,6,39,40</sup>, lo que genera controversia sobre las diferencias étnicas en el umbral óptimo de la rCE para los FRC<sup>16,17,39</sup>. En este estudio, el uso de puntos de corte específicos podría haber mejorado el rendimiento de la rCE, ya que este indicador se correlacionó con algunos FRC, y pudo identificar OR para HDL-C bajo y factores SinMet diferentes a cintura no detectados por el IMC. Sin embargo, no se exploró la opción de utilizar puntos de corte específicos debido a la falta de referencias adecuadas para los niños preescolares colombianos. Se necesitan más estudios con un tamaño de muestra más grande para encontrar puntos de corte óptimos de la rCE en esta población.



El desempeño de la rCE en escolares fue similar al IMC, lo que concuerda con investigaciones previas<sup>31,32,38</sup>. Las asociaciones de la rCE con FRC estuvieron en línea con las del IMC en insulina, HOMA y triglicéridos. Asimismo, la rCE fue ligeramente superior al IMC en la identificación de mayores OR para HDL-C bajo en niños en edad escolar y preescolar. Esto podría deberse al hecho de que la rCE tiene una mayor asociación con la obesidad abdominal que el IMC<sup>7,8</sup>. La rCE y el IMC mostraron una concordancia entre sustancial y perfecta para identificar escolares con valores elevados de colesterol total, LDL-C, triglicéridos, no-HDL-C, insulina, HOMA, valores bajos de HDL-C y la presencia de factores SinMet diferentes a cintura. Estos resultados están en línea con el estudio de Bogalusa, donde Freedman y cols<sup>31</sup>, en una muestra de 2,498 niños de 5 a 17 años, no encontraron diferencias entre la capacidad del IMC y la rCE para identificar niños con FRC. Así, los resultados sugieren que la rCE es una opción válida para el cribado de FRC en escolares, y sus resultados son probablemente similares a los obtenidos por el IMC.

No existe una explicación concreta para el desempeño contrastante de la rCE  $\geq 0.50$  en niños en edad preescolar versus escolares. Una razón podría ser las diferencias en las velocidades de crecimiento en estatura y perímetro de cintura, que se presentan durante la primera infancia y que disminuyen con la edad de los niños, haciendo factible el uso de un punto de corte universal (rCE  $\geq 0.50$ ) para los escolares. Como resultado, un punto de corte fijo de la rCE parece irrelevante en preescolar pero válido en niños en edad escolar. No obstante, existe cierta controversia sobre el punto de corte óptimo de la rCE para la detección de FRC en niños en edad escolar. Algunos estudios apoyan el uso de 0.50<sup>32,38,40</sup>, mientras que otros proponen umbrales diferentes<sup>16,17,41</sup>. Se necesita más investigación para: 1) estudiar cómo el crecimiento afecta la relación entre la rCE y los FRC, 2) analizar la capacidad de la rCE para predecir futuros resultados de salud y 3) dilucidar posibles diferencias étnicas en los puntos de corte óptimos de la rCE. Estas exploraciones requerirán recopilar datos de una gran población de referencia de países latinoamericanos, para contrastar con los norteamericanos y europeos, en quienes se han realizado la mayoría de los estudios.

Este estudio tiene algunas fortalezas y limitaciones. Entre las fortalezas: a) la inclusión de dos grupos de edad independientes, particularmente el análisis de niños preescolares en los que la información es más limitada, b) el análisis de concordancia entre la rCE y el IMC para identificar FRC en niños, lo cual brinda información sobre su comparabilidad, y c) el análisis de tener múltiples factores SinMet diferentes a cintura, dado que la presencia de un factor puede deberse a cambios diarios (p. ej., triglicéridos). Entre las limitaciones: a) se trata de un estudio transversal y no permite establecer relaciones causa-efecto, b) la falta de un método de laboratorio robusto como DEXA para evaluar la obesidad en niños; sin embargo, esto es difícil de realizar en estudios de campo en países de bajos a moderados ingresos, y c) la muestra de estudio no es representativa de ningún grupo particular de la población, aunque los niños incluidos pertenecían a 3,008 hogares seleccionados aleatoriamente de una ciudad cercana a 4.5 millones de personas.

En resumen, en preescolares la rCE  $\geq 0.5$  no presenta acuerdo con los resultados del IMC, pero en escolares la rCE  $\geq 0.5$  tiene buena concordancia con el IMC para clasificar el estado nutricional de los niños e identificar aquellos con FRC.

## Referencias

1. (NCD-RisC) NRFC. Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128·9 million children, adolescents, and adults. *Lancet*. 2017; 390(10113):2627-42
2. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. ENSIN: Encuesta Nacional de Situación Nutricional Colombia. Bogotá, Colombia: Instituto Colombiano de Bienestar Familiar; 2018. Available from: <https://www.icbf.gov.co/bienestar/nutricion/encuesta-nacional-situacion-nutricional/>.
3. Beauloye V, Zech F, Tran HT, Clapuyt P, Maes M, Brichard SM. Determinants of early atherosclerosis in obese children and adolescents. *J Clin Endocrinol Metab*. 2007;92(8):3025-32. doi: 10.1210/jc.2007-0619.

4. Skinner AC, Perrin EM, Moss LA, Skelton JA. Cardiometabolic Risks and Severity of Obesity in Children and Young Adults. *N Engl J Med*. 2015;373(14):1307-17. doi: 10.1056/NEJMoa1502821.
5. Brown EC, Kilgore JL, Buchan DS, Baker JS. A criterion-referenced assessment is needed for measuring child obesity. *Res Sports Med*. 2017;25(1):108-10. doi: 10.1080/15438627.2016.1258648.
6. Antonopoulos AS, Oikonomou EK, Antoniadou C, Tousoulis D. From the BMI paradox to the obesity paradox: the obesity-mortality association in coronary heart disease. *Obes Rev*. 2016;17(10):989-1000. doi: 10.1111/obr.12440.
7. Khoury M, Manlhiot C, McCrindle BW. Role of the waist/height Ratio in the cardiometabolic risk assessment of children classified by body mass index. *J Am Coll Cardiol*. 2013;62(8):742-51. doi: 10.1016/j.jacc.2013.01.026.
8. Mokha JS, Srinivasan SR, Dasmahapatra P, Fernandez C, Chen W, Xu J, et al. Utility of waist-to-height Ratio in assessing the status of central obesity and related cardiometabolic risk profile among normal weight and overweight/obese children: the Bogalusa Heart Study. *BMC Pediatr*. 2010;10:73. doi: 10.1186/1471-2431-10-73.
9. Yoo EG. Waist-to-height Ratio as a screening tool for obesity and cardiometabolic risk. *Korean J Pediatr*. 2016;59(11):425-31. doi: 10.3345/kjp.2016.59.11.425.
10. Ashwell M, Hsieh SD. 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(5):303-7. doi: 10.1080/09637480500195066.
11. 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. doi: 10.1111/j.1467-789X.2011.00952.x.
12. Amirabdollahian F, Haghghatdoost F. Anthropometric Indicators of Adiposity Related to Body Weight and Body Shape as Cardiometabolic Risk Predictors in British Young Adults: Superiority of Waist-to-Height Ratio. *J Obes*. 2018;2018:8370304. doi: 10.1155/2018/8370304.
13. Lee CM, Huxley RR, Wildman RP, Woodward M. Indices of abdominal obesity are better discriminators of cardiovascular risk factors than BMI: a meta-analysis. *J Clin Epidemiol*. 2008;61(7):646-53. doi: 10.1016/j.jclinepi.2007.08.012.
14. Lo K, Wong M, Khalechelvam P, Tam W. Waist-to-height Ratio, body mass index and waist circumference for screening paediatric cardio-metabolic risk factors: a meta-analysis. *Obes Rev*. 2016;17(12):1258-75. doi: 10.1111/obr.12456.
15. Sijtsma A, Bocca G, L'abée C, Liem ET, Sauer PJ, Corpeleijn E. Waist-to-height Ratio, waist circumference and BMI as indicators of percentage fat mass and cardiometabolic risk factors in children aged 3-7 years. *Clin Nutr*. 2014;33(2):311-5. doi: 10.1016/j.clnu.2013.05.010.
16. Elizondo-Montemayor L, Serrano-Gonzalez M, Ugalde-Casas PA, Bustamante-Careaga H, Cuello-Garcia C. Waist-to-height: cutoff matters in predicting metabolic syndrome in Mexican children. *Metab Syndr Relat Disord*. 2011;9(3):183-90. doi: 10.1089/met.2010.0116.
17. Jiang Y, Dou YL, Xiong F, Zhang L, Zhu GH, Wu T, et al. Waist-to-height Ratio remains an accurate and practical way of identifying cardiometabolic risks in children and adolescents. *Acta Paediatr*. 2018. doi: 10.1111/apa.14323.
18. Hoyos GM, Álvarez MC, Manjarrés LM, Uscátegui RM. Perfil de seguridad alimentaria y nutricional de Medellín y sus corregimientos 2015. Medellín: Alcaldía de Medellín y Universidad de Antioquia; 2015.
19. Aristizabal JC, Estrada-Restrepo A, Barona J. Waist-to-height Ratio may be an alternative tool to the body mass index for identifying Colombian adolescents with cardiometabolic risk factors. *Nutr Hosp*. 2019;36(1):96-102. doi: 10.20960/nh.1909.
20. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. Champaign, IL: Human Kinetics Books; 1998.
21. 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. doi: 10.2471/blt.07.043497.
22. WHO. Child Growth Standards based on length/height, weight and age. *Acta Paediatr Suppl*. 2006;450:76-85. doi: 10.1111/j.1651-2227.2006.tb02378.x.
23. Ashwell M, Lejeune S, McPherson K. Ratio of waist circumference to height may be better indicator of need for weight management. *Bmj*. 1996;312(7027):377. doi: 10.1136/bmj.312.7027.377.
24. Wallace TM, Matthews DR. The assessment of insulin resistance in man. *Diabet Med*. 2002;19(7):527-34. doi: 10.1046/j.1464-5491.2002.00745.x.

25. Expert Panel on Integrated Guidelines for Cardiovascular Health and Risk Reduction in Children and Adolescents; National Heart, Lung, and Blood Institute. Expert panel on integrated guidelines for cardiovascular health and risk reduction in children and adolescents: summary report. *Pediatrics*. 2011;128 Suppl 5:S213-56. doi: 10.1542/peds.2009-2107C.
26. Peplies J, Jiménez-Pavón D, Savva SC, Buck C, Günther K, Fraterman A, et al. Percentiles of fasting serum insulin, glucose, HbA1c and HOMA-IR in pre-pubertal normal weight European children from the IDEFICS cohort. *Int J Obes (Lond)*. 2014;38 Suppl 2:S39-47. doi: 10.1038/ijo.2014.134.
27. Bermúdez-Cardona J, Velásquez-Rodríguez C. Profile of Free Fatty Acids and Fractions of Phospholipids, Cholesterol Esters and Triglycerides in Serum of Obese Youth with and without Metabolic Syndrome. *Nutrients*. 2016;8(2):54. doi: 10.3390/nu8020054.
28. Aristizabal JC, Gonzalez-Zapata LI, Estrada-Restrepo A, Monsalve-Alvarez J, Restrepo-Mesa SL, Gaitan D. Concentrations of plasma free palmitoleic and dihomo-gamma linoleic fatty acids are higher in children with abdominal obesity. *Nutrients*. 2018;10(1). doi: 10.3390/nu10010031.
29. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*. 1977;33(1):159-74.
30. Aristizabal JC, Barona J, Hoyos M, Ruiz M, Marín C. Association between anthropometric indices and cardiometabolic risk factors in pre-school children. *BMC Pediatr*. 2015;15(1):170. doi: 10.1186/s12887-015-0500-y.
31. 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. doi: 10.1093/ajcn/86.1.33.
32. Kuba VM, Leone C, Damiani D. Is waist-to-height Ratio a useful indicator of cardio-metabolic risk in 6-10-year-old children?. *BMC Pediatrics*. 2013;13(1):91. doi: 10.1186/1471-2431-13-91.
33. Roswall J, Bergman S, Almqvist-Tangen G, Alm B, Niklasson A, Nierop AF, Dahlgren J. Population-based waist circumference and waist-to-height ratio reference values in preschool children. *Acta Paediatrica*. 2009;98(10):1632-6. doi: 10.1111/j.1651-2227.2009.01430.x.
34. Brannsether B, Roelants M, Bjerknes R, Juliusson PB. Waist circumference and waist-to-height Ratio in Norwegian children 4-18 years of age: reference values and cut-off levels. *Acta Paediatr*. 2011;100(12):1576-82. doi: 10.1111/j.1651-2227.2011.02370.x.
35. Nagy P, Kovacs E, Moreno LA, Veidebaum T, Tornaritis M, Kourides Y, et al. Percentile reference values for anthropometric body composition indices in European children from the IDEFICS study. *Int J Obes (Lond)*. 2014;38 Suppl 2:S15-25. doi: 10.1038/ijo.2014.131.
36. Ronnecke E, Vogel M, Bussler S, Grafe N, Jurkutat A, Schlingmann M, et al. Age- and Sex-Related Percentiles of Skinfold Thickness, Waist and Hip Circumference, Waist-to-Hip Ratio and Waist-to-Height Ratio: Results from a Population-Based Pediatric Cohort in Germany (LIFE Child). *Obes Facts*. 2019;12(1):25-39. doi: 10.1159/000494767.
37. Kuriyan R, Thomas T, Lokesh DP, Sheth NR, Mahendra A, Joy R, et al. Waist circumference and waist for height percentiles in urban South Indian children aged 3-16 years. *Indian Pediatr*. 2011;48(10):765-71. doi: 10.1007/s13312-011-0126-6.
38. Aguilar-Morales I, Colin-Ramirez E, Rivera-Mancia S, Vallejo M, Vazquez-Antona C. Performance of Waist-To-Height Ratio, Waist Circumference, and Body Mass Index in Discriminating Cardio-Metabolic Risk Factors in a Sample of School-Aged Mexican Children. *Nutrients*. 2018;10(12). doi: 10.3390/nu10121850.
39. Matsha TE, Kengne AP, Yako YY, Hon GM, Hassan MS, Erasmus RT. Optimal waist-to-height Ratio values for cardiometabolic risk screening in an ethnically diverse sample of South African urban and rural school boys and girls. *PLoS One*. 2013;8(8):e71133. doi: 10.1371/journal.pone.0071133.
40. 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--&apos;keep your waist circumference to less than half your height&apos;. *Int J Obes (Lond)*. 2006;30(6):988-92. doi: 10.1038/sj.ijo.0803226.
41. Zhou D, Yang M, Yuan ZP, Zhang DD, Liang L, Wang CL, et al. Waist-to-Height Ratio: a simple, effective and practical screening tool for childhood obesity and metabolic syndrome. *Prev Med*. 2014;67:35-40. doi: 10.1016/j.ypmed.2014.06.025.