



Medicina U.P.B.

ISSN: 0120-4874

ISSN: 2357-6308

revista.medicina@upb.edu.co

Universidad Pontificia Bolivariana

Colombia

Padilla Doval, Jonathan; Zambrano Arteaga, Juan Carlos; Ojeda Rosero, María Camila; Conde Calderón, Dayana Lizeth; Ruíz Suarez, Nubia Amparo; Cabrera Moncayo, Jesús Antonio

Análisis comparativo de métodos de medición de la composición corporal: revisión narrativa

Medicina U.P.B., vol. 43, núm. 2, 2024, Julio-Diciembre, pp. 61-71

Universidad Pontificia Bolivariana

Medellín, Colombia

DOI: <https://doi.org/10.18566/medupb.v43nx.a08>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=159079010008>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de revistas científicas de Acceso Abierto diamante

Infraestructura abierta no comercial propiedad de la academia

ARTÍCULO DE REVISIÓN

# Análisis comparativo de métodos de medición de la composición corporal: revisión narrativa

Comparative analysis of body composition measurement methods: narrative review / Análise comparativa de métodos de medição de composição corporal: revisão narrativa

Jonathan Padilla Doval<sup>1</sup>, Juan Carlos Zambrano Arteaga<sup>2</sup>, María Camila Ojeda Rosero<sup>3</sup>, Dayana Lizeth Conde Calderón<sup>3</sup>, Nubia Amparo Ruíz Suarez<sup>1</sup>, Jesús Antonio Cabrera Moncayo<sup>2</sup>

Fecha de recepción:

7 de agosto de 2023.

Fecha de aprobación:

20 de febrero de 2024.

## RESUMEN

La obesidad es una afección crónica y no transmisible relacionada con enfermedades cardiovasculares, diabetes, hipertensión arterial, cáncer, entre otras, por lo que es un grave problema de salud pública y una de las mayores epidemias del siglo XXI. Esta revisión narrativa tiene como objetivo presentar un análisis comparativo de diferentes métodos doblemente indirectos de medición de la composición corporal en humanos: aspectos prácticos, ventajas y desventajas. La búsqueda bibliográfica se realizó en las bases de datos PubMed, SciELO, BVS, Dialnet y ScienceDirect. Se incluyeron 77 artículos la mayoría publicados entre 2013 y 2023. Los métodos directos de medición de la composición corporal como la disección de cadáveres y los métodos indirectos como las imágenes diagnósticas son confiables y precisos. Sin embargo, los parámetros antropométricos (métodos doblemente indirectos) son más usados en la práctica clínica, en especial en el IMC y el PA, dado que aportan información relevante y confiable sobre la obesidad y el riesgo cardiometabólico. Los métodos directos e indirectos de medición de la composición corporal son poco asequibles y costosos, pero poseen una alta confiabilidad. Por su parte, los índices antropométricos son más prácticos y fáciles de medir a pesar de su discreta confiabilidad; además, son mucho más económicos, de fácil interpretación y de gran utilidad en estudios epidemiológicos.

**Palabras clave:** antropometría; circunferencia abdominal; índice de masa corporal; obesidad.

## ABSTRACT

Obesity is a chronic noncommunicable illness associated with cardiovascular disease, diabetes, arterial hypertension, cancer, among others, and is therefore considered a serious public health problem and one of the major epidemics of the 21st century. This narrative review aims to present a comparative analysis of different doubly indirect methods of measuring body composition in humans: practical aspects, advantages, and disadvantages. The literature search was performed using PubMed, SciELO, BVS, Dialnet and ScienceDirect databases. 77 articles were included most of them published between 2013 and 2023. Direct methods of measuring body composition such as cadaver dissection and indirect methods such as diagnostic imaging are dependable and accurate. However, anthropometric parameters (doubly indirect methods) are more widely used in clinical practice, mainly Body Mass Index (BMI) and Abdominal Circumference (AC), which provide relevant and reliable information on obesity and cardiometabolic risk. Direct and indirect methods of measuring body composition are expensive and not very

Forma de citar este artículo:

Padilla J, Zambrano JC, Ojeda MC, Conde DL, Ruiz NA, Cabrera JA. Análisis comparativo de métodos de medición de la composición corporal: revisión narrativa. Med UPB. 2024;43(2): 61-71. DOI:10.18566/medupb.v43nx.a08

1. Grupo de Investigación Cuidados de la Salud e Imágenes Diagnósticas, Facultad de Ciencias de la Salud, Fundación Universitaria Navarra, Neiva, Colombia.
2. Grupo de Investigación en Bioquímica y Estudios Genéticos (BIOGEN), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Nariño, Ciudadela Universitaria Torobajo. San Juan de Pasto, Colombia.
3. Grupo de Investigación Navarra Medicina, Facultad de Ciencias de la Salud, Fundación Universitaria Navarra, Neiva, Colombia.

Dirección de correspondencia:

Jonathan Padilla Doval.  
Correo electrónico:  
j.padilla@uninavarra.edu.co

affordable, but they are highly reliable. On the other hand, anthropometric indices are more practical and easier to measure despite their low reliability, they are also much cheaper, easy to interpret and useful in epidemiological studies.

**Keywords:** anthropometry; abdominal circumference; body mass index; obesity.

## RESUMO

A obesidade é uma condição crônica e não transmissível relacionada a doenças cardiovasculares, diabetes, hipertensão, câncer, entre outras, tornando-se um grave problema de saúde pública e uma das maiores epidemias do século XXI. Esta revisão narrativa tem como objetivo apresentar uma análise comparativa de diferentes métodos duplamente indiretos de medição da composição corporal em humanos: aspectos práticos, vantagens e desvantagens. A busca bibliográfica foi realizada nas bases de dados PubMed, SciELO, BVS, Dialnet e ScienceDirect. Foram incluídos 77 artigos, a maioria publicados entre 2013 e 2023. Métodos diretos de medição da composição corporal, como dissecação de cadáveres, e métodos indiretos, como imagens diagnósticas, são confiáveis e precisos. Contudo, os parâmetros antropométricos (métodos duplos indiretos) são mais utilizados na prática clínica, especialmente o IMC e a PA, pois fornecem informações relevantes e confiáveis sobre obesidade e risco cardiometabólico. Os métodos diretos e indiretos de medição da composição corporal não são muito acessíveis e caros, mas apresentam alta confiabilidade. Por seu lado, os índices antropométricos são mais práticos e fáceis de medir, apesar da sua modesta fiabilidade; além disso, são muito mais baratos, fáceis de interpretar e muito úteis em estudos epidemiológicos.

**Palavras-chave:** antropometria; circunferência abdominal; índice de massa corporal; obesidade.

## INTRODUCCIÓN

Mantener un equilibrio energético y una adecuada composición corporal, con un nivel aceptable de masa grasa, es importante para mantener una buena salud, pues cuando hay una acumulación excesiva de esta, aumenta el riesgo de adquirir enfermedades crónicas no transmisibles<sup>1</sup>. Por eso la obesidad es un grave problema de salud pública y una de las mayores epidemias del siglo XXI<sup>2</sup>, afecta a más de 650 millones de personas<sup>3</sup>.

La razón por la cual la obesidad se asocia con otras enfermedades obedece a que el tejido adiposo tiene actividad endocrina. Junto con otros órganos o tejidos, se encarga de mantener la termorregulación, el equilibrio energético, el metabolismo de la glucosa, de los lípidos, así como la modulación de la función hormonal, entre otras. Por lo tanto, si hay un exceso de tejido adiposo en el cuerpo, este entrará en un estado que alterará el equilibrio hormonal e inmunológico. A su vez, esto conducirá a una respuesta inflamatoria crónica, generadora de repercusiones sistémicas, como alteraciones endoteliales, resistencia a la insulina y acumulación de grasa ectópica. Así, aparecen patologías crónicas graves como la diabetes mellitus tipo II, enfermedades cardiovasculares y síndrome metabólico<sup>4</sup>.

Por consiguiente, determinar la composición corporal en la práctica clínica es un factor importante del

pronóstico de enfermedades crónicas no transmisibles asociadas a la obesidad. Para ello, se cuenta con diversos procedimientos de medición, entre los que están los métodos directos, indirectos y doblemente indirectos<sup>5</sup>. Estos últimos son ampliamente usados por su fácil acceso y bajo costo, por su aporte de información relevante y confiable sobre la obesidad y el riesgo cardiometabólico.

Esta revisión narrativa tiene como objetivo presentar un análisis comparativo de diferentes métodos doblemente indirectos de medición de la composición corporal en humanos: aspectos prácticos, ventajas y desventajas. Se utilizó evidencia científica publicada en su mayoría en los últimos 10 años. Se realizó una búsqueda de artículos en las bases de datos PubMed, SciELO, BVS, Dialnet y ScienceDirect, se utilizaron los términos DeCS o sus equivalentes MeSH en los idiomas inglés y español: antropometría, circunferencia abdominal, índice de masa corporal y obesidad.

## TEMA CENTRAL

### Índices antropométricos de obesidad y riesgo cardiovascular

La composición corporal se evalúa mediante diferentes métodos, estos se clasifican en: directos, como la disección de cadáveres; métodos indirectos, como las imágenes

diagnósticas o métodos doblemente indirectos, como la impedancia bioeléctrica y los índices antropométricos<sup>6,7</sup>. Dentro de este último grupo se encuentran diferentes índices que permiten el diagnóstico de la obesidad y están asociados a riesgo cardiovascular en estudios epidemiológicos (figura 1). Estos son: perímetro abdominal (PA), índice cintura-altura (ICA), índice cintura-cadera (ICC), índice de pulso-masa (IPM), índice de adiposidad corporal (IAC) y el índice de masa corporal (IMC), el cual es considerado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como el parámetro estándar a nivel mundial para la valoración de la composición corporal<sup>8</sup>.

Los métodos indirectos, tales como la resonancia magnética nuclear (RMN), la tomografía computarizada (TAC) o la densitometría ósea (DEXA), son poco usados en la práctica clínica para la medición de la distribución de la masa corporal, debido a su complejidad y alto costo<sup>9</sup>. La DEXA, que en principio fue creada con el fin de medir la densidad mineral ósea, ha sido ajustada para medir masa grasa y muscular. Sin embargo, sus datos son afectados por el estado de hidratación de la persona y expone al paciente a radiaciones ionizantes al igual que el TAC<sup>7,9</sup>. En general, los métodos indirectos son limitados por su alto costo, la complejidad de la prueba, la poca accesibilidad y los posibles efectos adversos sobre los pacientes.

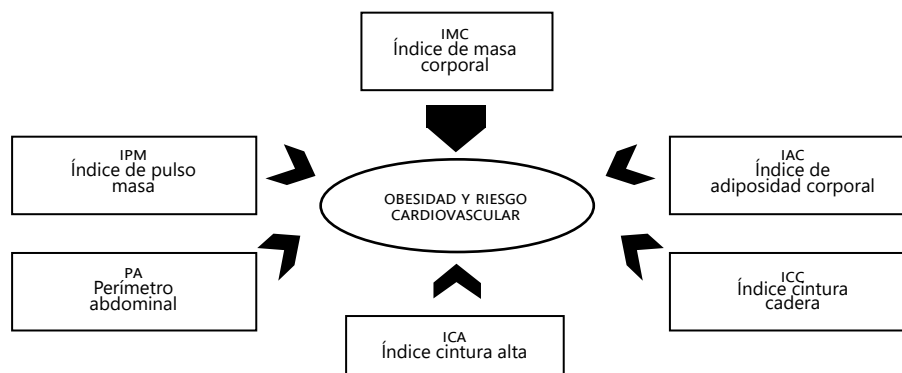
Por otra parte, dentro de los métodos doblemente indirectos, los cuales resultan de la aplicación de ecuaciones derivadas de métodos indirectos, está la impedancia bioeléctrica. Este método tiene una confiabilidad baja, depende de varios factores que incluyen patologías de base del paciente<sup>10</sup>. También se encuentran los índices antropométricos, caracterizados por su facilidad de uso y asequibilidad. De estos, resalta el PA por su alto uso en la práctica clínica y por su énfasis en la ubicación de la grasa corporal. Se considera mejor predictor que el IMC para obesidad central y riesgo cardiovascular<sup>11</sup>. Otro índice antropométrico relevante es el ICA, de alta confiabilidad en el diagnóstico de sobrepeso y obesidad.

Es mejor índice predictor del riesgo cardiometabólico que el IMC y el PA12.

### Índice de masa corporal (IMC)

El IMC, también denominado parámetro de Quetelet en honor a su inventor, el profesor matemático del siglo XIX, Lambert Adolphe Jacques Quetelet, es definido como la relación entre el peso corporal y la talla elevada al cuadrado<sup>13</sup>. Su unidad convencional es el kg/m<sup>2</sup>. El IMC ha sido útil en estudios poblacionales para determinar la prevalencia de la obesidad y es de uso rutinario en la práctica clínica. Por esta razón, la OMS estableció puntos de corte para el IMC, de los cuales surgen 6 categorías para adultos: bajo peso (<18.5), normopeso (18.5-24.9), sobrepeso (25.0-29.9), obesidad clase I (30.0-34.9), obesidad clase II (35.0-39.9) y obesidad clase III (≥40.0)<sup>14</sup>. Según las pautas del Centro de Control y Prevención de Enfermedades (Center for Diseases Control, CDC), del año 2000<sup>15</sup>, el IMC en niños y adolescentes varía con el crecimiento y con el cambio continuo de la composición corporal. Por lo tanto, para este grupo de individuos se utilizan tablas de crecimiento por edad y género. En la evaluación antropométrica del estado nutricional de los niños, las variables peso, altura, sexo y edad se combinan para expresar el IMC como percentil o unidades de puntuación Z (Z-score)<sup>16</sup>. La OMS recomienda puntos de corte de la puntuación Z de 0, +1 y +2, para definir normopeso, sobrepeso y obesidad para niños y niñas<sup>17</sup>. En términos de percentiles, la obesidad en esta población fue definida como un IMC mayor o igual al percentil 95, y el sobrepeso con un IMC entre los percentiles 85 y 95 para una edad y sexo específicos<sup>18</sup>. Actualmente, en Colombia, el Ministerio de Salud y Protección Social acoge los indicadores antropométricos, los patrones de referencia y los puntos de corte de la OMS para la clasificación antropométrica del estado nutricional de niñas, niños, adolescentes y adultos.

**Figura 1.** Medidas antropométricas que determinan la composición corporal y el riesgo cardiovascular.



Algunos estudios epidemiológicos han identificado que un IMC por encima de los rangos normales se considera un factor de riesgo para varias enfermedades crónicas, incluidas enfermedades cardiovasculares<sup>19</sup>, diabetes mellitus, enfermedad renal crónica, algunos tipos de cáncer, trastornos musculoesqueléticos y síndrome metabólico<sup>20</sup>.

A pesar de su utilidad, el principal limitante del IMC es que se fundamenta en el supuesto de que todo el peso que sobrepase los valores determinados en las tablas de talla-peso corresponden a la masa grasa. En muchos casos, dicho sobrepeso corresponde al aumento de masa muscular o masa ósea<sup>21</sup>. Así que a algunos individuos se les pueden clasificar de manera errónea, principalmente a deportistas, modelos de alta costura, ancianos, personas con hipotiroidismo, individuos cuyas condiciones pueden alterar el valor del IMC y generar falsos positivos<sup>21,22</sup>.

### Perímetro abdominal (PA)

Vague<sup>23</sup>, en 1956, observó a un grupo de personas con acumulación de grasa en regiones no troncales (glúteo-femoral); la denominó obesidad ginecoide. También, a otro grupo de personas con acumulación de grasa en la parte central del cuerpo, de perfil mayoritariamente masculino,

la denominó obesidad androide y está asociada con el PA.

Este índice, basado en la medición del perímetro de cintura, se emplea en el diagnóstico de obesidad central. Es incluso considerado como mejor predictor que el IMC<sup>11</sup>. Está relacionado con exceso de grasa corporal y con riesgo cardiovascular<sup>24</sup>. Además, constituye un indicador para el diagnóstico de síndrome metabólico, síndrome de insulinoresistencia, enfermedades cardio-metabólicas y neurológicas<sup>25,26,27</sup>.

A pesar de ser un índice bastante usado en la práctica clínica, el PA ha tenido controversia por los puntos de corte que se han estipulado (tabla 1)<sup>28</sup>. Según la Adult Treatment Panel III (ATP-III), los valores predictivos por encima de 88 cm en mujeres y 102 cm en hombres han sido utilizados como un criterio estándar a nivel global en la detección de obesidad central y síndrome metabólico<sup>29</sup>. Sin embargo, la Asociación Latinoamericana de Diabetes (ALAD), para el año 2007, presentó sus propios valores de referencia para el diagnóstico de obesidad central<sup>30</sup>, al igual que la Federación Internacional de Diabetes (IDF)<sup>31</sup>. La OMS, por su parte, propuso puntos de corte y 3 categorías para riesgo cardiovascular, son: riesgo bajo, intermedio y alto, valores que difieren entre hombres y mujeres<sup>25</sup>.

**Tabla 1.** Puntos de corte del PA definido por diferentes entidades y en diferentes regiones.

| Población                      | Organización                    | Hombres (en cm)            | Mujeres (en cm)           |
|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Európidos                      | IDF                             | ≥94                        | ≥80                       |
|                                |                                 | ≤93 (riesgo bajo)          | ≤79 (riesgo bajo)         |
| Caucásicos                     | OMS                             | 94-101 (riesgo intermedio) | 80-87 (riesgo intermedio) |
|                                |                                 | ≥102 (riesgo alto)         | ≥88 (riesgo alto)         |
| EEUU                           | ATP-III                         | ≥102                       | ≥88                       |
| Canadá                         | Health Canada                   | ≥102                       | ≥88                       |
| Europeos                       | European Cardiovascular Society | ≥102                       | ≥88                       |
| Asiáticos, incluidos japoneses | IDF                             | ≥90                        | ≥80                       |
| Asiáticos                      | OMS                             | ≥90                        | ≥80                       |
| Japoneses                      | Japanese Obesity Society        | ≥85                        | ≥90                       |
| China                          | Cooperative Task Force          | ≥85                        | ≥80                       |
| Medio Oriente, Mediterráneo    | IDF                             | ≥94                        | ≥80                       |
| África subsahariana            | IDF                             | ≥94                        | ≥80                       |
| Centro y sudamericanos étnicos | IDF                             | ≥90                        | ≥80                       |

Fuente: adaptado de Alberti *et al.*<sup>28</sup>.

A pesar de tener puntos de corte de PA validados por diferentes entidades (tabla 1), todavía hay controversia con diferentes grupos étnicos o raciales en distintas partes del mundo<sup>30</sup>. Por ejemplo, para la población colombiana se han planteado puntos de corte  $\geq 92$  cm en hombres y  $\geq 84$  cm en mujeres, valores que discriminan mejor la resistencia a la insulina en esta población<sup>27</sup>. Por otro lado, la Sociedad Colombiana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular (SCC) propuso puntos de corte  $\geq 91$  cm para hombres y  $\geq 89$  cm para mujeres<sup>32</sup>. Sin embargo, la población colombiana, al igual que en muchos países, es heterogénea, lo cual aumenta el sesgo en el diagnóstico de obesidad central con el PA. Por tal razón, han surgido otros índices antropométricos en los que el perímetro de cintura se corrige por estatura como el ICA o por perímetro de cadera como el ICC.

### Índice cintura-cadera (ICC)

Este parámetro antropométrico resulta de dividir el perímetro de la cintura sobre el perímetro de la cadera de un individuo, ambos valores son registrados en centímetros (cm). Dicha relación representa un elemento más de valoración clínica de la obesidad y del riesgo cardiovascular<sup>33</sup>. Este índice, fácil de usar, de bajo costo, suele

utilizarse en el control y vigilancia de factores de riesgo para enfermedades no transmisibles o enfermedades crónicas a causa de malos hábitos de vida.

La OMS establece puntos de corte para la obesidad abdominal con valores de ICC  $\geq 0.90$  para hombres y  $\geq 0.85$  para mujeres<sup>34</sup>. Por otro lado, el Instituto Nacional de Diabetes y Enfermedades Digestivas y Renales (NIDDK) establece puntos de corte en mujeres con ICC  $> 0.8$  y en hombres con ICC  $> 1.0$ . Estos determinan un mayor riesgo para la salud debido al exceso de grasa. Por lo general, las mujeres presentan obesidad ginecoide, con acumulación de grasa en piernas, muslos y cadera. Este tipo de obesidad está más asociado con problemas de vesícula, varices y constipación. En el caso de los hombres, el ICC presenta valores mayores que en mujeres, debido a que la acumulación de grasa se da sobre todo en abdomen, vientre y espalda baja, por lo que este índice se asocia con riesgo cardiovascular aumentado, hipertensión arterial y diabetes<sup>35</sup>. Un valor de ICC igual a 1.0 indicaría que el perímetro de cintura es igual que el perímetro de cadera. Cuando esto acontece, el riesgo cardiovascular es alto en hombres; en mujeres, con un ICC mayor a 0.85. No obstante, puede variar según los puntos de corte establecidos en diferentes países y regiones (tabla 2).

**Tabla 2.** Puntos de corte para ICC e ICA.

| Índice | Riesgo cardiovascular | Hombres   | Mujeres     | Región   | Autor                                | Año  |
|--------|-----------------------|-----------|-------------|----------|--------------------------------------|------|
| ICC    | Muy bajo              | $< 0.95$  | $< 0.80$    | México   | Torres <i>et al.</i> <sup>36</sup>   | 2017 |
|        | Bajo                  | 0.96-0.99 | 0.81-0.84   |          |                                      |      |
|        | Alto                  | $> 1.0$   | $> 0.85$    |          |                                      |      |
|        | Alto                  | $> 0.95$  | $> 0.82$    | Chile    | Martínez <i>et al.</i> <sup>37</sup> | 2011 |
|        | Muy bajo              | $< 0.95$  | $< 0.80$    | Colombia | Bados <i>et al.</i> <sup>38</sup>    | 2020 |
|        | Bajo                  | 0.96-0.99 | 0.81-0.84   |          |                                      |      |
|        | Alto                  | $\geq 1$  | $\geq 0.84$ |          |                                      |      |
|        | Bajo                  | 0.83-0.88 | 0.72-0.75   | España   | Björntorp <sup>39</sup>              | 1987 |
|        | Moderado              | 0.88-0.95 | 0.78-0.82   |          |                                      |      |
|        | Alto                  | 0.95-1.01 | $> 0.82$    |          |                                      |      |
|        | Muy alto              | $> 1.01$  | –           | Asia     | Huxley <i>et al.</i> <sup>40</sup>   | 2008 |
|        | Incrementado          | 0.90      | 0.80        |          |                                      |      |
|        | Aumentado             | $> 1.0$   | $> 0.85$    | España   | Consenso SEEDO <sup>41</sup>         | 2000 |

| Índice | Riesgo cardiovascular | Hombres     | Mujeres   | Región      | Autor                                | Año  |
|--------|-----------------------|-------------|-----------|-------------|--------------------------------------|------|
| ICA    | Sin riesgo            | <0.5        |           | Reino Unido | Ashwell y Gibson <sup>42</sup>       | 2016 |
|        | Aumentado             | ≥0.5 - <0.6 |           |             |                                      |      |
|        | Muy alto              | ≥0.6        |           |             |                                      |      |
|        | Alto                  | >0.5        |           | Taiwán      | Ren <i>et al.</i> <sup>43</sup>      | 2011 |
|        | Bajo                  | <0.5        |           |             |                                      |      |
|        | Sin riesgo            | <0.5        |           | China       | Peng <i>et al.</i> <sup>44</sup>     | 2015 |
|        | Alto                  | >0.55       | >0.58     |             |                                      |      |
|        | Sin riesgo            | <0.50       | <0.52     | Corea       | Kim <i>et al.</i> <sup>45</sup>      | 2016 |
|        | Alto                  | >0.52       | >0.53     | Colombia    | Oliveros <i>et al.</i> <sup>46</sup> | 2020 |
|        | Sin riesgo            | <0.56       | <0.65     | Irán        | Pasdar <i>et al.</i> <sup>47</sup>   | 2020 |
|        | Bajo peso             | 0.40-0.42   | 0.40-0.43 | España      | Moya y Pérez <sup>48</sup>           | 2021 |
|        | Normopeso             | 0.43-0.48   | 0.43-0.51 |             |                                      |      |
|        | Sobrepeso             | 0.48-0.53   | 0.51-0.55 |             |                                      |      |
|        | Obeso                 | 0.52-0.57   | 0.54-0.60 |             |                                      |      |

Fuente: Elaboración propia.

### Índice cintura-altura (ICA)

El ICA es la relación entre el perímetro de cintura y la talla, ambas medidas en centímetros (cm). Este índice fue utilizado por primera vez en un estudio de riesgo cardiovascular de Framingham<sup>49</sup>. Además de ser fácil de usar, no invasivo y de bajo costo, el ICA tiene una característica determinante que lo hace más preciso que otros métodos: no varía con respecto a la edad. Esto, debido a que mide el perímetro de cintura y se corrige por la estatura de la persona. Además, presenta una alta capacidad predictiva de riesgo cardiometabólico en pacientes en que el IMC suele estar dentro de lo normal<sup>50</sup>. El perímetro de cintura debe estar en menos de la mitad de la estatura en personas de peso corporal normal, por lo que valores por encima de 0.5 ya se consideran como diagnóstico de obesidad central (tabla 2)<sup>51</sup>. El ICA ha sido propuesto como un buen predictor de distribución de grasa visceral<sup>12</sup>, riesgo cardiovascular<sup>52</sup>, diabetes tipo 2<sup>53</sup> y síndrome metabólico<sup>54</sup>. Aunque los puntos de corte todavía no han sido validados por entidades internacionales.

Marrodán *et al.*<sup>55</sup> plantean que el ICA es un marcador apropiado de sobrepeso y obesidad en niños entre los 6 y 14 años y posee un alto poder predictivo. Los puntos de corte que definen la obesidad son ICA>0.51 en niños e ICA>0.50 en niñas; para sobrepeso son ICA>0.47 e ICA>0.48, de forma respectiva.

Respecto al punto de corte en adultos, algunos autores han propuesto un ICA≥0.5. Este tendría una alta capaci-

dad predictiva de riesgo cardiovascular. Contempla sujetos caucásicos, asiáticos y centroamericanos<sup>56</sup>. Moreira<sup>57</sup> plantea que su empleo es útil y funcional para hombres y mujeres de diferentes grupos étnicos y de cualquier edad, lo que quizá permitiría aplicar un mismo punto de corte en diferentes edades, sexos y etnias a nivel global. Lo anterior representa una ventaja con respecto al IMC y al PA. El uso de un valor único (ICA≥0.50), tanto en hombres como en mujeres, es práctico para identificar sujetos con mayor probabilidad de presentar factores de riesgo cardiometabólico<sup>58</sup> y obesidad abdominal<sup>59</sup>.

Sin embargo, la aplicación de un único punto de corte para todos los grupos de edad y etnias genera controversia<sup>60</sup>. Se han encontrado diferencias en los puntos de corte óptimos en población adolescente de Corea, Estados Unidos y África<sup>61,62</sup>. Es probable que tales diferencias sean consecuencia de la variabilidad étnica en los patrones de distribución de la grasa corporal, de las proporciones de los segmentos corporales y sus relaciones con los factores de riesgo cardiometabólico.

### Índice de pulso-masa (IPM)

Según Sánchez y Liechti<sup>63</sup>, el IPM explica una relación directa entre dos variables, el IMC y el pulso. En condiciones normales, dicha correspondencia debería guardar una relación de 1:3, respectivamente, según la ecuación  $IPM = [(pulso \times IMC)/1730]$ . Por ejemplo, para un IMC de 24 kg/m<sup>2</sup>, en teoría el pulso debe ser

de 72 latidos/minuto. Por ende, al aplicar la ecuación, el IPM sería 1.0. Cuando se pierde esta relación y el IPM es mayor de 1.0, se aumenta el riesgo de muerte por enfermedad cardiovascular (ECV)<sup>63</sup>. Originalmente, el IPM se evaluó en población adulta mayor de 30 años y se evidenció una correlación alta ( $r = 0.94$ ;  $p < 0.05$ ) con riesgo cardiovascular de Framingham. Desde lo fisiológico los resultados se justifican, debido a que la frecuencia cardíaca alta es un indicador de la tasa metabólica, al igual que la actividad del sistema nervioso simpático y del estrés. Estos mejoran con cambios en la dieta, el ejercicio y la reducción del peso corporal. De ahí la necesidad de ampliar el conocimiento en estudios epidemiológicos, ya que la literatura existente para este índice es escasa.

### Índice de adiposidad corporal (IAC)

El índice de adiposidad corporal (IAC), al igual que el ICA, es una relación entre la circunferencia de cintura (cm) y la estatura (m), pero regida por la ecuación  $IAC = ([\text{perímetro de cintura}]/[\text{estatura}^{1.5}] - 18)$ . Representa el porcentaje de grasa corporal en adultos, tanto hombres como mujeres<sup>64</sup>. Varios estudios han usado el IAC para predecir el porcentaje de grasa y algunos trastornos metabólicos<sup>65,66</sup>. En las poblaciones mexicoamericanas y afroamericanas, el IAC demostró su aplicabilidad para medir el porcentaje de grasa corporal. Se determinó como eficiente, novedoso y asequible, con la ventaja de no requerir del peso corporal para su medición, ni tampoco el uso de adipómetro. Así se facilita más su aplicación en poblaciones con acceso limitado a escalas confiables<sup>67</sup>.

Los puntos de corte del IAC (en %) para identificar individuos obesos para la población caucásica son:  $>39$  para mujeres y  $>25$  para hombres de 20 a 39 años, y  $>40$  para mujeres y  $>27$  para hombres de 40 a 59 años<sup>68</sup>. Los valores propuestos por la OMS para el IAC en la clasificación de la obesidad son:  $\geq 25$  para hombres y  $\geq 35$  para mujeres<sup>64,69</sup>. A pesar de los estudios sobre el IAC, es necesario ampliar las investigaciones científicas en diferentes comunidades étnicas y grupos etarios para definir puntos de corte que den mayor confiabilidad en el diagnóstico de obesidad, riesgo cardiovascular y de enfermedades relacionadas.

Ventajas y desventajas de los índices antropométricos

Los métodos directos e indirectos de medición de la composición corporal tienen mayor confiabilidad, pero son más costosos y menos asequibles, debido a la complejidad de las técnicas usadas. Por ende, son menos usados que los métodos doblemente indirectos en la práctica clínica, en especial el IMC y el PA, índices de uso rutinario en la evaluación del estado general de salud de los pacientes<sup>70</sup>. En cuanto al IMC, es un parámetro usado a nivel global por su facilidad de medición y por ser un índice avalado por la OMS. No obstante, en algunos

casos, clasifica de manera incorrecta a deportistas de peso pesado o fisiculturistas, pues no estima la ubicación de la grasa corporal. Por esta razón, personas con abundante masa muscular, que tienen valores por encima del punto de corte, son catalogadas con sobrepeso u obesidad cuando en realidad tienen un peso normal. Aun así, este método es relevante por ser un predictor efectivo de riesgo cardiometabólico y se asocia de modo positivo con diabetes mellitus y síndrome metabólico<sup>71</sup>. Este índice es una variable significativa en estudios epidemiológicos, pues existen millones de registros de pacientes en todo el mundo a quienes se les ha medido con él. Por lo tanto, el IMC puede facilitar nuevos descubrimientos mediante el desarrollo de estudios de asociación del genoma completo (Genomic Wide Association Studies, GWAS)<sup>72</sup> o estudios de medicina de precisión<sup>73</sup>. Dichos estudios han generado resultados esperanzadores hacia una terapia personalizada en pacientes con diferentes tipos de obesidad y comorbilidades asociadas.

Por otra parte, el PA es bastante usado en la práctica clínica en población adulta. Es altamente sensible y específico en la detección de obesidad abdominal y síndrome metabólico. La Adult Treatment Panel III (ATP-III) incluyó el PA dentro de los 5 criterios para el diagnóstico de síndrome metabólico con valores de  $PA \geq 102$  cm para hombres y  $PA \geq 88$  cm para mujeres<sup>28</sup>. Asimismo, la American Heart Association y el National Heart, Lung, and Blood Institute (AHA/NHLBI) y la IDF definieron puntos de corte del PA como criterio para el diagnóstico clínico de síndrome metabólico (tabla 2)<sup>74</sup>.

Sin embargo, la medición del PA ha sido cuestionada en su uso hacia mujeres, debido a que la grasa acumulada en glúteos y caderas aumenta el porcentaje de error. En estos casos, se recomienda usar el ICA o el ICC, que se corrigen por estatura y perímetro de cadera respectivamente<sup>23</sup>. En este sentido, las desventajas del PA se relacionan con una limitación en el diagnóstico de la obesidad central y riesgo cardiovascular, ya que puede haber un seso al usar los puntos de corte de la OMS o la ATP-III a nivel global en grupos raciales de talla baja.

Se recomienda usar el ICC para la medición de la obesidad tipo ginecoide y androide, pues es uno de los índices antropométricos avalados por la OMS, es incluso más preciso en la valoración de la grasa corporal total y abdominal<sup>75</sup>. A pesar de ello, este índice está influenciado por la edad y la etnia. Para el primer caso, se debe considerar que el ICC cambia conforme un niño o niña pasan a la edad adulta. En el segundo, se debe a los rasgos genéticos definidos entre los diferentes grupos étnicos, lo cual es evidente en la distribución de la grasa corporal.

El ICA, al igual que el PA, es otro parámetro para el diagnóstico de obesidad central. Es eficaz en la detección de personas que podrían padecer síndrome metabólico, tanto en niños como en adultos. Por tanto, y por su alta

capacidad, se recomienda su uso en la práctica clínica como variable predictora de futuros problemas asociados a la obesidad y para la detección de diabetes mellitus tipo II<sup>76</sup>. Pese a su precisión para la obesidad y facilidad para medir, no cuenta con puntos de corte estandarizados por entidades internacionales, por lo que su uso es bajo en la práctica clínica.

Podría afirmarse que el mejor predictor de riesgo cardiovascular de los índices antropométricos mencionados es el ICA, debido a su ventaja de relacionar diferentes segmentos del cuerpo. Es un marcador específico para obesidad central con alta capacidad predictiva en pacientes en que el IMC suele ser normal<sup>50</sup>. No obstante, se requieren más investigaciones y en diferentes etnias, que conlleven validar y usar esta medida antropométrica en la práctica clínica.

De la misma forma, se describe el IPM como un índice antropométrico poco estudiado y conocido, pero correlacionado positivamente con la escala de riesgo cardiovascular de Framingham por su aporte de información relevante sobre el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares<sup>63,77</sup>. Estudios epidemiológicos encaminados a generar nueva información son necesarios para este índice, al igual que para el IAC, que permitan definir puntos de corte en diferentes etnias, grupos etarios y en pacientes con riesgo cardiovascular. El IAC, a diferencia de los anteriores índices, permite estimar el porcentaje

de grasa corporal en ambos sexos y en diferentes etnias con un buen desempeño. Además, valores altos de IAC han sido asociados con un mayor riesgo de desarrollar enfermedad coronaria en adultos de diferentes edades, tanto en hombres como en mujeres<sup>67</sup>.

## CONCLUSIONES

Los métodos directos e indirectos de medición de la composición corporal son costosos e implican mayor riesgo en el paciente por la exposición durante la medición. Son poco asequibles y requieren todo un proceso de preparación según la técnica que se utilice. Sin embargo, su gran ventaja es su alta confiabilidad. Por su parte, los métodos doblemente indirectos son más prácticos y fáciles de aplicar a pesar de su discreta confiabilidad. Además, son mucho más económicos, de fácil interpretación y acceso, son útiles en estudios epidemiológicos. El IMC y el PA son los más usados a nivel global, el último es de mayor confiabilidad que el primero. El ICA, el ICC y el IPM también pueden ser utilizados en la práctica clínica y en el desarrollo de estudios científicos con alta precisión y confiabilidad.

## CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

## REFERENCIAS

1. Obando RH, Torres O. Obesidad asociada a enfermedad renal crónica en pacientes de consultorio externo de medicina interna. *Acta Med. Orreguiana Hampi Runa*. 2019;19(1):117-123.
2. Swinburn BA, Kraak VI, Allender S, Atkins VJ, Baker PI, Bogard JR, *et al*. The global syndemic of obesity, Undernutrition, and Climate Change: The Lancet Commission report. *Lancet*. 2019;393:791-846.
3. Ren J, Wu NN, Wang S, Sowers JR, Zhang Y. Obesity cardiomyopathy: Evidence, mechanisms, and therapeutic implications. *Physiol Rev*. 2021;101(4):1745-1807.
4. Campos Muñoz C, León-García PE, Serrato Díaz A, Hernández-Pérez E. Predicción de diabetes mellitus basada en el índice triglicéridos y glucosa. *Med Clin*. 2023;160(6):231-236.
5. Kuriyan R. Body composition techniques. *Indian J Med Res*. 2018;148(5):648-658.
6. Costa O, Alonso DA, Patrocinio de Oliveira CE, Candia R, de Paz JA. Métodos de evaluación de la composición corporal: una revisión actualizada de descripción, aplicación, ventajas y desventajas. *Arch Med Deporte*. 2015;32(6):387-394.
7. González J. Análisis de composición corporal y su uso en la práctica clínica en personas que viven con obesidad. *Rev Med Clin Condes*. 2022;33(6):615-622.
8. Lin X, Li H. Obesity: Epidemiology, Pathophysiology, and Therapeutics. *Front Endocrinol*. 2021;12:706978.
9. Vaamonde J, Álvarez-Món MA. Obesidad y sobrepeso. *Medicine*. 2020;13(14):767-776.
10. Schiavo L, Pilone V, Tramontano S, Rossetti G, Iannelli A. May bioelectrical impedance analysis method be used in alternative to the dual-energy x-ray absorptiometry in the assessment of fat mass and fat-free mass in patients with obesity? Pros, Cons, and Perspectives. *Obes Surg*. 2020;30(8):3212-3215.
11. World Health Organization (WHO). European Regional Obesity Report 2022. Copenhagen: WHO regional Office for Europe; 2022.
12. Nevill AM, Stewart AD, Olds T, Duncan MJ. A new waist-to-height ratio predicts abdominal adiposity in adults. *Res Sports Med*. 2020;28(1):15-26.
13. Fariñas F, López RM. Obesidad, inmunidad y vacunación. *Vacunas*. 2021;22(3):180-188.

14. World Health Organization (WHO). Obesity: Preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation. WHO Tech Rep Ser. 2000;894.
15. National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 2000 CDC Growth Charts for the United States: Methods and Development. National Center for Health Statistics. Vital and Health Statistics. 2002;11(246):1-190.
16. World Health Organization (WHO). Multicentre Growth Reference Study Group. 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. Geneva: WHO; 2006.
17. Anderson LN, Carsley S, Lebovic G, Borkhoff CM, Maguire JL, Parkin PC, *et al.* Misclassification of child body mass index from cut-points defined by rounded percentiles instead of Z-scores. BMC Res Notes. 2017;10:639.
18. Must A, Anderson SE. Body mass index in children and adolescents: Consideration for population-based applications. Int J Obes. 2006;30(4):590-594.
19. Ruiz-García A, Arranz-Martínez E, Morales-Cobos LE, García-Álvarez JC, Iturmendi-Martínez N, Rivera-Tejido M. Tasas de prevalencia de sobrepeso y obesidad y sus asociaciones con factores cardiometabólicos y renales. Estudio SIMETAP-OB. Clin Investig Arterioscler. 2022;34(6):291-302.
20. García JA, Alemán JI. Síndrome metabólico: una epidemia en la actualidad. Rev Med Hondur. 2014;82(3):121-125.
21. Bösby-Westphal A, Müller MJ. Diagnosis of obesity based on body composition-associated health risks-time for a change in paradigm. Obes Rev. 2021;22(2):e13190.
22. Lebedowska A, Hartman-Petrycka M, Błońska-Fajfrowska B. How reliable is BMI? Bioimpedance analysis of body composition in underweight, normal weight, overweight, and obese women. Ir J Med Sci. 2021;190(3):993-998.
23. Vague J. The degree of masculine differentiation of obesities: A factor determining predisposition to diabetes, atherosclerosis, gout, and uric calculous disease. Am J Clin Nutr. 1956;4(1):20-34.
24. Carretero J, Pérez P, Seguí JM, Carrasco FJ, Lois N, Fernández E, *et al.* High-risk obesity phenotypes: Target for multimorbidity prevention at the ROFEMI Study. J Clin Med. 2022;11(16):4644.
25. Tarqui C, Alvarez D, Espinoza P. Riesgo cardiovascular según circunferencia abdominal en peruanos. An Fac Med. 2017;78(3):287-291.
26. Ricci G, Pirillo I, Tomassoni D, Sirignano A, Grappasonni I. Metabolic syndrome, hypertension, and nervous system injury: Epidemiological correlates. Clin Exp Hypertens. 2017;39(1):8-16.
27. Gallo JA, Ochoa JE, Balparda JK, Aristizábal D. Puntos de corte del perímetro de la cintura para identificar sujetos con resistencia a la insulina en una población colombiana. Acta Med Colomb. 2013;38(3):118-126.
28. Alberti KG, Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ, Cleeman JI, Donato KA, *et al.* Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity. Circulation. 2009;120(16):1640-1645.
29. O'Neill S, O'Driscoll L. Metabolic syndrome: A closer look at the growing epidemic and its associated pathologies. Obes Rev. 2015;16(1):1-12.
30. González A, Gómez JE, Elizondo S, Rangel M, Sánchez M. Guía de práctica clínica de síndrome metabólico. Rev ALAD. 2019;9:179-200.
31. Alberti K, Zimmet P, Shaw J. The metabolic syndrome a new worldwide definition. Lancet. 2005;366(9491):1059-1062.
32. Buendía R, Zambrano M, Díaz A, Reino A, Ramírez J, Espinosa E. Puntos de corte de perímetro de cintura para el diagnóstico de obesidad abdominal en población colombiana usando bioimpedanciometría como estándar de referencia. Rev Colomb Cardiol. 2016;23(1):19-25.
33. Li Y, Wang C, Zhao M, Yao S, Wang M, Zhang S, *et al.* Effect of brachial-ankle pulse wave velocity combined with Waist-to-Hip Ratio on cardiac and cerebrovascular events. Am J Med Sci. 2021;362(2):135-142.
34. World Health Organization (WHO). Waist circumference and waist-hip ratio: report of a WHO expert consultation. Geneva: WHO; 2011.
35. Ghachem A, Paquin J, Brochu M, Dionne JJ. Should waist circumference cutoffs in the context of cardiometabolic risk factor assessment be specific to sex, age, and BMI. Metab Syndr Relat Disord. 2018;16(7):366-374.
36. Torres ME, Carreón JM, Bernal LI, Reyna L. Valoración nutricional de las personas adultas mayores de acuerdo al ajuste de tablas estandarizadas de CENAPRECE en la zona urbana de Guerrero, México. Rev Salud Publica Nutr. 2017;16(2):11-18.
37. Martínez C, Veiga P, Cobo JM, Carbajal A. Assessment of the nutritional status of a group of people older than 50 years by means of dietary and body composition parameters. Nutr Hosp. 2011;26(5):1081-1090.
38. Bados DM, Bilbao DS, Basante JL, Benavides LM, Santofimio OA, Martínez A, *et al.* Obesidad, riesgo cardiovascular y actividad física en estudiantes de Medicina de tres universidades colombianas. Estudio multicéntrico. Rev Colomb Endocrinol Diabet Metab. 2020;7(3):164-169.

39. Björntorp P. The associations between obesity, adipose tissue distribution and disease. *Acta Med Scand.* 1987;222(723):121-134.
40. Huxley R, James WP, Barzi F, Patel JV, Lear SA, Suriyawongpaisal P, *et al.* Ethnic comparisons of the cross-sectional relationships between measures of body size with diabetes and hypertension. *Obes Rev.* 2008;9(1):53-61.
41. Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (SEEDO). Consenso SEEDO'2000 para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica. *Med Clin.* 2000;115(15):587-597.
42. Ashwell M, Gibson S. Waist-to-height ratio as an indicator of 'early health risk': simpler and more predictive than using a 'matrix' based on BMI and waist circumference. *BMJ Open.* 2016;6(3):e010159.
43. Ren-Jieh Kuo, Yung-Hung Wua, Liang-Kung Chen. Inability of waist-to-height ratio to predict new onset diabetes mellitus among older adults in Taiwan: A five-year observational cohort study. *Arch of Gerontol Geriatr.* 2011;53(1):1-4.
44. Peng Y, Li W, Wang Y, Bo J, Chen H. The cut-off points and boundary values of waist-to-height ratio as an indicator for cardiovascular risk factors in Chinese adults from the PURE Study. *PLoS One.* 2015;10(12):e0144539.
45. Kim SH, Choi H, Won CW, Kim BS. Optimal cutoff points of anthropometric parameters to identify high coronary heart disease risk in Korean adults. *J Korean Med Sci.* 2016;31(1):61-66.
46. Oliveros O, García CE, Bustos BJ, Acevedo AA, Aguirre D. Indicadores antropométricos de adiposidad en adultos del municipio del Carmen de Chucurí: diferencias rural-urbano. *Rev Salus UC.* 2020;24(2):21-26.
47. Pasdar Y, Moradi S, Moludi J, Saiedi S, Moradinazar M, Hamzeh B, *et al.* Waist-to-height ratio is a better discriminator of cardiovascular disease than other anthropometric indicators in Kurdish adults. *Sci Rep.* 2020;10(1):16228.
48. Moya M, Pérez-Fernández V. Trunk fat estimation according to gender in childhood through basic somatic readings. An opportunity for improving girl's evaluation. *Res Sq.* 2021:1-15.
49. Kahn HS, Imperatore G, Cheng YJ. A population-based comparison of BMI percentiles and waist-to-height ratio for identifying cardiovascular risk in youth. *J Pediatr.* 2005;146(4):482-488.
50. Tee JY, Gan WY, Lim PY. Comparisons of body mass index, waist circumference, waist-to-height ratio, and a body shape index (ABSI) in predicting high blood pressure among Malaysian adolescents: a cross-sectional study. *BMJ Open.* 2020;10(1):e032874.
51. Correa MM, Facchini LA, Thumé E, Araújo de Oliveira ER, Tomasi E. The ability of waist-to-height ratio to identify health risk. *Rev Saude Publica.* 2019;53(66):1-11.
52. Liu J, Tse LA, Liu Z, Rangarajan S, Hu B, Yin L, *et al.* Predictive values of anthropometric measurements for cardiometabolic risk factors and cardiovascular diseases among 44 048 Chinese. *J Am Heart Assoc.* 2019;8(16):e010870.
53. Chen N, Kun L, Sun Y, Dong J, Chu X, Ke Y, *et al.* Associations of waist-to-height ratio with the incidence of type 2 diabetes and mediation analysis: Two independent cohort studies. *Obes Res Clin Pract.* 2023;17(1):9-15.
54. Sun H, Saeedi P, Karuranga S, Pinkepank M, Ogurtsova K, Duncan BB, *et al.* IDF diabetes atlas: Global, regional, and country-level diabetes prevalence estimates for 2021 and projections for 2045. *Diabetes Res Clin Pract.* 2022;183:109119.
55. Marrodán MD, Martínez JR, González M, López N, Cabañas MD, Prado C. Precisión diagnóstica del índice cintura-talla para la identificación del sobrepeso y de la obesidad infantil. *Med Clin.* 2013;140(7):296-301.
56. Taylor RW, Williams SM, Grant AM, Taylor BJ, Goulding A. Predictive ability of waist-to-height in relation to adiposity in children is not improved with age and sex-specific values. *Obesity.* 2011;19(5):1062-1068.
57. Moreira MN. ¿Qué medida antropométrica de exceso de peso discrimina mejor el riesgo cardiovascular? *Med Clin.* 2010;134(9):396-398.
58. Castanheira M, Chor D, Braga JU, Cardoso LO, Griep RH, Molina M, *et al.* Predicting cardiometabolic disturbances from waist-to-height ratio: findings from the Brazilian longitudinal study of adult health (ELSA-Brasil) baseline. *Public Health Nutr.* 2018; 21(6):1028-1035.
59. Fan Y, Wang R, Ding L, Meng Z, Zhang Q, Shen Y, *et al.* Waist circumference and its changes are more strongly associated with the risk of type 2 diabetes than body mass index and changes in body weight in Chinese adults. *J Nutr.* 2020;150(5):1259-1265.
60. Manyara AM. Optimal cut-offs of five anthropometric indices and their predictive ability of type 2 diabetes in a nationally representative Kenyan study. *AIMS Public Health.* 2021;8(3):507-518.
61. Choi DH, Hur YI, Kang JH, Kim K, Cho YG, Hong SM, *et al.* Usefulness of the waist circumference-to-height ratio in screening for obesity and metabolic syndrome among Korean children and adolescents: Korea National Health and Nutrition Examination Survey, 2010-2014. *Nutrients.* 2017;9(3):256.
62. Bauer KW, Marcus MD, El Ghormli L, Ogden CL, Foster GD. Cardio-metabolic risk screening among adolescents: understanding the utility of body mass index, waist circumference and waist to height ratio. *Pediatr Obes.* 2015;10(5):329-337.
63. Sánchez E, Liechti H. Lifetime risk of developing coronary heart disease. *Lancet.* 1999;353(9156):924-925.

64. Bergman RN, Stefanovski D, Buchanan TA, Sumner AE, Reynolds JC, Sebring NG, *et al.* A better index of body adiposity. *Obesity*. 2011;19(5):1083-1089.
65. Fogal AS, Castro S, Zarbato G, Queiroz A. Body adiposity index is worse than body mass index when evaluating the factors associated with adiposity in elderly people. *J Geriatr Med Gerontol*. 2017;3(4):1-8.
66. Rodrigues de Oliveira RA, Costa O, Mota RJ, Bouzas JC. Association between body adiposity index and cardiovascular risk factors in teachers. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2020;22:e59010.
67. Tosta de Almeida R, da Costa Pereira A, Mendes da Fonseca MJ, Alvim de Matos SM, Leão Aquino EM. Association between body adiposity index and coronary risk in the Brazilian longitudinal study of adult health (ELSA-Brazil). *Clin Nutr*. 2020;39(5):1423-1431.
68. Gallagher D, Heymsfield SB, Heo M, Jebb SA, Murgatroyd PR, Sakamoto Y. Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *Am J Clin Nutr*. 2000;72(3):694-701.
69. World Health Organization (WHO). Obesity: Preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation on obesity. Geneva: WHO; 1998.
70. Mill-Ferreira E, Cameno V, Saúl-Gordo H, Camí MC. Estimación del porcentaje de grasa corporal en función del índice de masa corporal y perímetro abdominal: Palafolls Fórmula. *Semergen*. 2019;45(2):101-108.
71. Pérez C, Hervás G, Gianzo M, Aranceta J. Prevalence of obesity and associated cardiovascular risk factors in the Spanish population: the ENPE study. *Rev Esp Cardiol*. 2022;75(3):232-241.
72. Speakman JR, Loos RJ, O'Rahilly S, Hirschhorn JN, Allison DB. GWAS for BMI: A treasure trove of fundamental insights into the genetic basis of obesity. *Int J Obes*. 2018;42(8):1524-1531.
73. Martos-Moreno GA, Argente J. Medicina de precisión en las obesidades infantiles. *An RANM*. 2021;138(3):221-230.
74. Qie R, Li Q, Zhao Y, Han M, Liu D, Guo C, *et al.* Association of hypertriglyceridemic waist-to-height ratio and its dynamic status with risk of type 2 diabetes mellitus: The rural Chinese cohort study. *Diabetes Res Clin Pract*. 2021;179:108997.
75. Song Q, Huang T, Song J, Meng X, Li C, Wang Y, *et al.* Causal associations of body mass index and waist-to-hip ratio with cardiometabolic traits among Chinese children: A Mendelian randomization study. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2020;30(9):1554-1563.
76. Lu N, Cheng G, Ma CM, Liu XL. Hypertriglyceridemic waist phenotype, hypertriglyceridemic waist-to-height ratio phenotype and abnormal glucose metabolism in adolescents. *Diabetes Res Clin Pract*. 2023;198:110622.
77. Villanueva DJ, Conde DL, Ojeda MC, Ruiz NA, Zambrano JC. Evaluación antropométrica de la adiposidad corporal y el riesgo cardiovascular en población adulta de Neiva, Colombia. *Rev Nutr Clin Metab*. 2023;6(1):15-29.