

## EFICIENCIA DE INDICADORES ANTROPOMÉTRICOS Y DE COMPOSICIÓN CORPORAL EN EL DIAGNÓSTICO DE OBESIDAD ABDOMINAL INFANTIL.

EFFICIENCY OF ANTHROPOMETRIC INDICATORS IN DIAGNOSIS OF CHILDREN ABDOMINAL OBESITY.

Talavera-Hernandez Luis Felipe <sup>1</sup>, Méndez-Estrada Rosa Olivia <sup>2</sup>, Contreras-Paniagua Alma Delia<sup>1</sup>, Jiménez Pavón David <sup>3,4,5</sup>, Caire-Juvera Graciela <sup>1</sup>, Ortega-Velez María Isabel <sup>1</sup>.

1 C.I.A.D., A.C., Departamento de Nutrición Pública y Salud. Investigación en Alimentación y Desarrollo Hermosillo, México. 2 C.I.A.D., A.C., 2. Departamento de Nutrición y Metabolismo. Investigación en Alimentación y Desarrollo Hermosillo, México 3 Universidad de Cádiz, Facultad de Educación, España. 4 Universidad de Cádiz, Hospital Universitario, España. 5 CIBER de Fragilidad y Envejecimiento Saludable (CIBERFES), España.

### RESUMEN

**Introducción:** Caracterizada por un exceso del tejido adiposo visceral (TAV), la obesidad abdominal incrementa el riesgo del síndrome metabólico. El método más popular para evaluar la obesidad infantil es el índice de masa corporal para la edad (IMC), aunque estudios recientes sugieren la circunferencia de cintura (CC) o el índice cintura-estatura (ICE). **Objetivo:** Evaluar la eficiencia de indicadores antropométricos para predecir TAV y clasificar sobrepeso más obesidad (SO/OB). **Material y Método:** Estudio transversal, analítico y comparativo. Se evaluaron 59 niños (47.5% mujeres) de  $10.6 \pm 2.1$  años de edad en escuelas públicas de Hermosillo, Sonora, México; se examinaron variables antropométricas, estimando el IMC e ICE, se determinó el TAV mediante Absorciometría Dual de Rayos X (DEXA); se analizó mediante: regresión lineal múltiple, concordancia con el modelo de Bland y Altman e índice Kappa de Cohen. **Resultados:** El modelo más eficiente para predecir TAV fue el de la CC ( $R^2=0.90$ ). Los indicadores antropométricos tuvieron buena concordancia entre sí en el diagnóstico de SO/OB ( $Kappa \geq 0.6$ ), aunque el análisis de Bland y Altman indicó buena concordancia entre CC-TAV e ICE-TAV. **Conclusiones:** Los mejores predictores del TAV fueron CC e ICE. Los resultados sugieren que CC e ICE resultan los mejores indicadores para evaluar obesidad abdominal y diagnosticar SO/OB en niños y adolescentes mexicanos.

**Palabras Clave:** Obesidad abdominal infantil, indicadores antropométricos, Absorciometría Dual de Rayos X.

### ABSTRACT

**Introduction:** Abdominal obesity, determined by excess in Visceral Adipose Tissue (VAT), increases the risk of metabolic syndrome. The most common method to evaluate childhood obesity is body mass index (BMI), but recently studies also suggest the use of waist circumference (WC) and waist to height ratio (WHR). **Objective:** Evaluate the efficiency of anthropometric indicators in VAT prediction and classify overweight-obesity (OW/OB). **Material and method:** Cross-sectional, analytical and comparative study. 59 children (47.5% girls) of  $10.6 \pm 2.1$  years of age in public schools of Hermosillo, Sonora, Mexico were evaluated; anthropometric variables were examined, estimating BMI and WHR, VAT was determined by Dual Energy X-ray Absorptiometry (DEXA); multiple linear regression, Bland Altman's concordance and Cohen's Kappa index were analysed. **Results:** The most efficient model to predict VAT was the WC ( $R^2=0.90$ ). The anthropometric indicators reported good concordance with each other in the diagnosis of OW/OB ( $Kappa \geq 0.6$ ), although the Bland Altman analysis only reported good agreement between WC-TAV and WHR-TAV. **Conclusions:** WC and WHR were better predictors of VAT. Results suggest that WC and WHR can be used to assess abdominal obesity and diagnose OW/OB in Mexican children.

**Key words:** Children abdominal obesity, anthropometric indicators, Dual Energy X-ray Absorciometry.

Correspondencia: Luis Felipe Talavera-Hernandez [luis.talaveradc18@estudiantes.ciad.mx](mailto:luis.talaveradc18@estudiantes.ciad.mx)

Recibido: 05 de octubre 2022, aceptado: 12 de diciembre 2022

©Autor2023



Citation: Talavera-Hernandez L.F., Méndez-Estrada R.O., Contreras-Paniagua A.D., Jiménez Pavón D., Caire-Juvera G., Ortega-Velez M.I. (2023) Eficiencia de indicadores antropométricos en el diagnóstico de obesidad abdominal infantil. *Revista Salud Pública y Nutrición*, 22 (1), 1-10. <https://doi.org/10.29105/respyn22.1-710>

### **Significancia**

Este artículo contribuye con evidencia regional sobre la eficiencia del uso de indicadores antropométricos de fácil uso, en la clínica y en la comunidad, para el diagnóstico e interpretación de la obesidad abdominal en niños y adolescentes

### **Introducción**

La obesidad continúa en aumento alrededor del mundo (Haththotuwa et al., 2020), afectando a su paso a niños y adolescentes. Al respecto estudios indican una relación entre la obesidad y el aumento del riesgo para desarrollar enfermedades crónicas no transmisibles, características del síndrome metabólico en la edad adulta (Faianza et al., 2020; Noubiap et al., 2022). En este contexto, México ocupa el primer lugar en obesidad infantil a nivel mundial (UNICEF, 2022) y en 2020 la encuesta nacional de salud y nutrición (ENSANUT) reportó una prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad de 38.2% en niños en edad escolar de 5 a 11 años y 43.8% en adolescentes de 12 a 19 años; con ello se observó un incremento de 2.7% y 5.4% respectivamente con relación a la prevalencia reportada en 2018, antes de la emergencia epidemiológica por COVID-19 (ENSANUT, 2019; Shamah-Levy et al., 2021).

En los esfuerzos por frenar este incremento, es indispensable una adecuada evaluación y seguimiento de indicadores que permitan identificar la efectividad de los programas de prevención y tratamiento de la obesidad infantil. Durante décadas, el índice de masa corporal (IMC) se ha reportado como el indicador más utilizado para medir la obesidad infantil (Bristol (Reino Unido): Development Initiatives., 2021). A pesar de ello, presenta limitaciones para la evaluación de adiposidad, uno de los principales factores de riesgo en el desarrollo de diabetes tipo 2 y enfermedades cardiovasculares en niños y adolescentes (Aristazábal et al., 2019; Després & Lemieux, 2006; Ross et al., 2020). En la actualidad, otros indicadores como la circunferencia de cintura (CC), el índice cintura-cadera, el índice cintura-estatura (ICE), la circunferencia de cuello y el pliegue sub mandibular se utilizan alrededor del mundo para estimar la obesidad central/abdominal (Kelishadi et al., 2015; Ruiz De Eguilaz et al., 2010; Valle-Leal et al., 2016). Destacan por su practicidad, la CC y el ICE, que según un estudio realizado en niños mexicanos, es el

indicador con mayor sensibilidad en el diagnóstico del riesgo metabólico (Valle-Leal et al., 2016). Se reconoce además, el efecto de la etnicidad y otros indicadores socioeconómicos en la sensibilidad de los distintos métodos (Ross et al., 2020).

Entre los factores limitantes reportados en el uso de la CC en la práctica clínica y estudios epidemiológicos, se encuentra la falta de puntos de corte para la clasificación de los grados de obesidad en el estudio del riesgo frente a enfermedades relativas al síndrome metabólico, no obstante, son varios los estudios que recientemente sustentan el uso del percentil 90 para el diagnóstico de sobrepeso más obesidad (Ross et al., 2020; Xi et al., 2020); otro problema surge en el sitio de medición, ya que no existe un consenso internacional y esto dificulta la comparación entre distintas investigaciones (Ostchega et al., 2019); algo similar sucede con los puntos de corte para el diagnóstico de obesidad infantil con el indicador ICE (Tutunchi et al., 2020); por otra parte los estudios de CC e ICE acerca del nivel de confiabilidad y concordancia son limitados en poblaciones infantiles (Ross et al., 2020; Shaw et al., 2007).

El objetivo de este estudio fue analizar la capacidad predictiva y la concordancia de indicadores como el IMC, CC e ICE para evaluar el tejido adiposo visceral (TAV), así como en el diagnóstico de sobrepeso más obesidad.

### **Material y Método**

#### 2.1. Muestra

Se realizó un estudio de corte transversal, analítico y comparativo en la ciudad de Hermosillo, Sonora (Noroeste de México), en un grupo de 59 niños y adolescentes con una edad promedio de  $10.6 \pm 2.1$  años. El reclutamiento y evaluación sucedieron en el periodo entre noviembre 2018 y febrero 2019. Se seleccionaron 3 escuelas primarias y 3 escuelas secundarias de manera no probabilística intencional, correspondientes a zonas en donde los hogares se caracterizan por un nivel de marginación medio o alto; la selección se realizó mediante las bases de datos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y la clasificación de los niveles de marginación del Consejo Nacional de Población (CONAPO) (CONAPO, 2018; INEGI, 2013, 2018).

Un total de 65 participantes firmaron las cartas de consentimiento informado de un total de 650 invitaciones distribuidas; se excluyeron 6 participantes debido a que cumplieron con uno o más de los siguientes criterios de exclusión: recibir medicación hormonal, sufrir de alguna enfermedad metabólica, tener movilidad limitada, algún metal incrustado en el cuerpo o estar embarazada (adolescentes mujeres que hayan tenido su menarquia). Como resultado, 29 niños de escuela primaria (edad promedio de  $8.5 \pm 0.4$  años, 65.5% niñas) y 30 adolescentes (edad promedio de  $12.6 \pm 0.4$  años, 30% niñas) participaron en el estudio. El comité de ética del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. (CIAD) aprobó el protocolo de investigación (Número de referencia CE/016/2018).

### 2.2 Antropometría

Las siguientes medidas se realizaron siguiendo el protocolo de la Sociedad Internacional de Avances en Cineantropometría (ISAK) (Stewart et al., 2011): peso (P), estatura (E) y circunferencia de cintura (CC). Todas las medidas se tomaron por duplicado y sin zapatos ni ropa extra como suéter. El error de la medición entre ambas medidas fue  $< 2\%$ . Los instrumentos incluyeron una balanza con 10 g de sensibilidad, un estadiómetro portátil Seca 213 y una cinta metálica flexible Lukfin. La CC se midió considerando el punto medio entre la cresta iliaca del individuo y su última costilla (Stewart et al., 2011). Para estimar el Índice de Masa Corporal para la edad (IMC) se utilizó el programa de la Organización Mundial de la Salud (OMS) AntrhoPlus en su versión 1.0.4 (Blössner et al., 2009). También se estimó el Índice de Cintura/Estatura (ICE) dividiendo la CC entre la E.

Un antropometrista certificado en el nivel 2 del protocolo ISAK condujo las evaluaciones.

### 2.3. Absorciometría dual de rayos X (DEXA)

Los participantes se trasladaron en vehículos oficiales desde la escuela a las instalaciones del laboratorio de densitometría del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., acompañados de padres y maestros tutores. Los niños y adolescentes asistieron con al menos doce horas de ayuno y con la vejiga vacía; se solicitó a los participantes que el día previo a la evaluación no realizaran ejercicio físico intenso y que consumieran

entre 6 y 8 vasos de agua. A las niñas que reportaron haber iniciado su ciclo menstrual se les realizó una prueba de embarazo en orina previo a la evaluación, con el respectivo consentimiento de la niña y del padre o tutor; miembros del equipo de investigación del sexo femenino explicaron a las niñas el procedimiento para colectar la muestra de orina, y su posterior análisis, para lo que se utilizaron tiras reactivas Spinreact modelo FHC-201 por duplicado para prevenir falsos positivos. Se designó un espacio privado para que los participantes se despojaron de todos los elementos metálicos, de la ropa y calzado y se les proporcionó una bata de uso en recintos clínicos.

Una vez calibrado el equipo se procedió a colocar a los participantes sobre el DEXA según las especificaciones del fabricante y se realizó la evaluación. En un análisis post evaluación se definió la región para el tejido adiposo visceral (TAV) en el programa Hologic Discovery DEXA usando la metodología descrita por Bredella et al. (2013). El software del DEXA localiza automáticamente los límites internos y externos de ambos lados de la pared abdominal; esta región comprende una línea de 5 cm a través del abdomen a la altura de las vértebras L4/L5, con una línea inferior situada sobre 1 cm del borde de la cresta iliaca. Para que el programa pueda estimar el TAV, se mide toda la masa de esta región y se resta el área definida como tejido subcutáneo (Bredella et al., 2013; Goldberg & Fung, 2020). Para algunos casos fue necesario que un analista corrigiera las líneas de marcación generadas automáticamente para tener mayor precisión y certeza en la evaluación.

### 2.4. Análisis estadístico

Los datos se expresan como media  $\pm$  desviación estándar (DE). Se evaluó la diferencia entre las variables continuas mediante la prueba t de Student y se usó la prueba de  $\chi^2$  para el análisis de proporciones. La estratificación de la muestra en normo peso (NP) y sobrepeso + obesidad (SO/OB) siguió los puntos de corte establecidos para cada indicador: para IMC se consideró SO/OB cuando el valor  $z \geq +1$  (Onis et al., 2007); para CC se asumió SO/OB cuando la medición superaba el percentil 90, de acuerdo a los puntos de corte internacionales (Xi et al., 2020); y finalmente se definió SO/OB cuando el ICE  $\geq 0.5$  (Valle-Leal et al., 2016).

Para analizar la capacidad predictiva en la evaluación del tejido adiposo visceral (TAV) mediante los indicadores IMC, CC e ICE, se utilizaron los coeficientes de la regresión lineal múltiple por pasos hacia atrás. Para lo anterior se crearon modelos independientes en donde cada indicador antropométrico se ajustó por posibles variables confusoras; la variable respuesta usada para este análisis fue el TAV medido mediante DEXA. Se consideraron posibles variables confusoras aquellas con plausibilidad biológica y significancia estadística para posteriormente incluirse en los modelos, tales como edad, sexo, masa muscular y densidad mineral ósea.

Para evaluar la eficiencia de los indicadores antropométricos en la estimación de obesidad abdominal, se analizó la concordancia entre IMC, CC e ICE, y el TAV usando el método Bland y Altman. Para ello se reportó el promedio de las diferencias de las medidas estandarizadas, así como su desviación estándar. La diferencia entre las medias representa la concordancia entre los métodos, mientras que la desviación estándar representa la variación entre los mismos (Shaw et al., 2007).

Finalmente, se utilizó el índice Kappa del test de Cohen para analizar la concordancia en el diagnóstico de obesidad abdominal de los diferentes métodos antropométricos, usando como referencia el método tradicional para el diagnóstico de obesidad en general (IMC) en comparación con indicadores más localizados (CC e ICE). Para el análisis se considera que el valor máximo para el índice Kappa es igual a 1, indicando concordancia total, mientras que el valor mínimo puede ser negativo; se considera un valor excelente cuando es superior a 0.8, bueno por encima de 0.6, aceptable si es mayor a 0.4 e inadecuado si el índice Kappa es reportado por debajo de éste punto (Martínez-González et al., 2006).

Se utilizó el programa estadístico SPSS versión 18 para todos los análisis estadísticos, considerando como diferencias estadísticamente significativas valores de  $p \leq 0.05$ .

### Resultados

La Tabla 1 presenta las características generales de la población. Se evaluaron 59 niños y adolescentes con una edad promedio de  $10.6 \pm 2.1$  años, 47.5% de los

cuales fueron mujeres. Los hombres presentaron mayor edad y consecuentemente mayor estatura que las mujeres ( $p \leq 0.05$ ), sin embargo, no se observaron diferencias significativas por sexo en cuanto a la media del peso y circunferencia de cintura ( $p > 0.05$ ).

Tabla 1. Características generales de la población de estudio y las diferencias según el sexo

	Total N=59		Mujeres n=28		Hombres n=31	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE
Edad*	10.6	2.1	9.8	2	11.3	1.9
Peso	41.7	16	37.8	14.4	45.2	16.8
Talla*	141.5	14.3	137.5	14.4	145.1	13.4
CC	69.3	13.1	66	11	72.3	14.3

Fuente: Elaboración propia

CC= Circunferencia de cintura

\* = Diferencia significativa en la prueba de t para muestras independientes  $p \leq 0.05$

La muestra total de niños y adolescentes se clasificó de acuerdo con sus características físicas en normo peso (NP) y sobrepeso más obesidad (SO/OB) aplicando diferentes métodos; los resultados se muestran en la Tabla 2. La prevalencia de SO/OB fue mayor cuando se usó el IMC y menor cuando se usaron los puntos de corte internacionales de la CC al percentil 90 (42.4 y 27.1% respectivamente). La prueba de  $\chi^2$  indicó diferencias entre todas las proporciones. El mismo patrón se observó en hombres y mujeres.

Tabla 2. Prevalencia de normo peso y sobrepeso + obesidad de acuerdo con diferentes indicadores.

	Total N=59			Mujeres n=28			Hombres n=31		
	IMC (%)	CC (%)	ICE (%)	IMC (%)	CC (%)	ICE (%)	IMC (%)	CC (%)	ICE (%)
NP	57.6 <sup>a,b</sup>	72.9 <sup>a,c</sup>	62.7 <sup>b,c</sup>	64.3	75	71.4	51.6	71	54.8
SO/OB	42.4 <sup>a,b</sup>	27.1 <sup>a,c</sup>	37.3 <sup>b,c</sup>	35.7	25	28.6	48.4	29	45.2

IMC= Índice de masa corporal para la edad, punto de corte cuando el valor  $z \geq +1$ .

CC= Circunferencia de cintura, punto de corte en el percentil 90 de acuerdo a Xi et al. (2020).

ICE= Índice de cintura-estatura, punto de corte  $\geq 0.5$ .

NP= Normo peso

SO/OB= Sobrepeso + obesidad

a= Diferencias significativas en la prueba  $\chi^2$  entre IMC y CC,  $p \leq 0.05$ .

b= Diferencias significativas en la prueba  $\chi^2$  entre IMC e ICE,  $p \leq 0.05$ .

c= Diferencias significativas en la prueba  $\chi^2$  entre CC e ICE,  $p \leq 0.05$ .

Para identificar que método era más eficiente en la predicción del TAV, en la Tabla 3 se reporta el coeficiente de determinación para cada método cuando el análisis se ajustó por sexo, edad, masa muscular y contenido mineral óseo; el método con menor sensibilidad en ésta población para la predicción del TAV fue el IMC con un  $R^2 = 0.77$ ,

mientras que la CC fue la de mayor sensibilidad, con un  $R^2 = 0.90$ .

Tabla 3. Coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de indicadores antropométricos para estimar el tejido adiposo visceral.

	$\beta^a$	IC <sup>95%</sup>	$R^2$ <sup>b</sup>
<b>IMC (puntaje z)</b>	70.0 *	57.26 82.7	0.77
<b>CC (cm)</b>	10.5 *	9.31 11.8	0.9
<b>ICE (cm)</b>	1540.8 *	1316.6 1765	0.86

Fuente: Elaboración propia

a = Tejido adiposo visceral (TAV) en gramos evaluado

CC= Circunferencia de cintura.

ICE= Índice de cintura-estatura.

Adicionalmente, el análisis de concordancia usando el método de Bland y Altman (Tabla 4 y Figura 1), reportó, a través de la diferencia de las medias de los diferentes indicadores antropométricos respecto al TAV estimado mediante el DEXA, que el método IMC presenta en esta población un mayor sesgo, que tiende a la subestimación respecto al TAV ( $TAV-IMC = -0.895$ ), a diferencia de los métodos CC e ICE, que además de reportar un mayor nivel de concordancia respecto al TAV ( $TAV-CC \leq 0.001$ ;  $TAV-ICE \leq 0.001$ ), mostraron un rango de variación menor respecto al método de referencia ( $DE = 0.38$  y  $0.60$  respectivamente), con mejores resultados para la CC.

Tabla 4. Concordancia entre indicadores antropométricos y el TAV mediante el análisis Bland y Altman

	Media <sup>a</sup>	DE <sup>b</sup>
<b>TAV-IMC</b>	-0.895	0.94
<b>TAV-CC</b>	$\leq 0.001$	0.38
<b>TAV-ICE</b>	$\leq 0.001$	0.6

Fuente: Elaboración propia

TAV = Tejido adiposo visceral en gramos evaluado mediante Absorciometría Dual de Rayos-X (DEXA)

IMC= Índice de masa corporal para la edad.

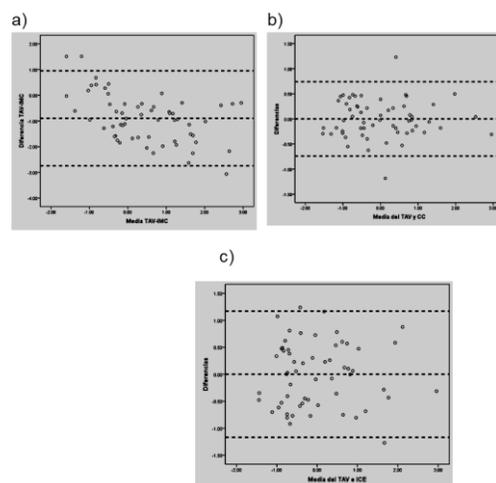
CC= Circunferencia de cintura.

ICE= Índice de cintura-estatura

a= Media de la diferencia de las variables estandarizadas.

b= Desviación estándar de la diferencia de las variables

Figura 1. Gráficos de concordancia de Bland y Altman entre el tejido adiposo visceral evaluado mediante DEXA (TAV) y el índice de masa corporal (IMC) [a], circunferencia de cintura (CC) [b] e índice de cintura estatura (ICE) [c].



Finalmente, se realizó un análisis de concordancia para el diagnóstico de obesidad abdominal usando el índice Kappa de la prueba de Cohen, el cual se observa en la Tabla 5. El nivel de concordancia observado entre el método tradicional para el diagnóstico de obesidad general en niños y adolescentes (IMC), y los métodos localizados (CC e ICE), se categorizó como bueno, de acuerdo con el nivel de clasificación de concordancia de la prueba ( $Kappa \geq 0.6$ ). Un resultado similar ( $Kappa \geq 0.6$ ) se observa en la comparación entre los métodos CC e ICE.

Tabla 5. Concordancia en el diagnóstico de normo peso y

		CC		Kappa	ICE		Kappa
		NP (%)	SO/OB (%)		NP (%)	SO/OB (%)	
IMC	NP	57.6	-	0.67	52.5	5.1	0.683
	SO/OB	15.3	27.1		10.2	32.2	
ICE	NP	59.3	3.4	0.62			
	SO/OB	13.6	23.7				

IMC= Índice de masa corporal para la edad, punto de corte cuando el valor  $z \geq +1$ .

CC= Circunferencia de cintura, punto de corte en el percentil 90.

ICE= Índice de cintura-estatura, punto de corte  $\geq 0.5$ .

NP= Normo peso

### **Discusión**

La CC fue el indicador antropométrico con mejor capacidad para predecir el TAV en este estudio, con un coeficiente de determinación mayor en comparación a los otros métodos, así como una mayor concordancia de acuerdo al método Bland y Altman; además se reportó un buen nivel de concordancia en el diagnóstico de obesidad según el índice de Kappa de Cohen cuando se comparó con el método tradicional (IMC) y otro método localizado (ICE). Por su parte el IMC fue el método con menor capacidad predictiva en relación al TAV en los niños y adolescentes sonorenses.

La prevalencia de SO/OB observada en este estudio es en general elevada (>29%) respecto a lo observado en otros contextos (Garrido-Miguel et al., 2019); lo anterior, independientemente del método empleado para definir SO/OB. En relación al IMC, la encuesta nacional de salud y nutrición (ENSANUT) en México reportó en 2020 niveles similares de SO/OB (43%) a los observados en éste estudio (IMC SO/OB = 42%), aunque en 2019, cuando se evaluó a la población de este estudio, los valores eran casi 6% menores (ENSANUT, 2019; Shamah-Levy et al., 2021). Un patrón similar se observó en cuanto a la CC, en el estudio de identificación y prevención de los efectos sobre la salud inducidos por la dieta y el estilo de vida en niños (Identification and prevention of Dietary- and lifestyle- induced health Effects In Children and infantS – IDEFICS) en 2014; en donde a niñas de la región europea con una media de 10.5 años que fueron evaluadas en CC en el punto medio entre la cresta iliaca y la última costilla presentaron una CC de 60.6 cm en su percentil 50 y 59.9 cm en niños, es decir, 9 cm inferiores a la media reportada en los participantes del presente estudio (Nagy et al., 2014).

Lo anterior no necesariamente coincide con otros estudios de la región norte de México, que en un rango de edad similar y usando la misma metodología que el presente estudio, reportan valores de CC promedio que van de los 60 a los 68 cm (Hall López et al., 2013; López-Alonzo et al., 2021; Serrano et al., 2021). La población de este estudio no es representativa de la población mexicana, ni de la región norte del país, y es probable que la alta variabilidad observada esté asociada a factores locales y regionales, enmarcando así la necesidad de generar referencias de CC regionales en nuestro país

para el monitoreo de la obesidad abdominal infantil y no solo mediante el IMC, ya que actualmente las referencias de la región como la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) no reporta la CC como ya lo hacen otras encuestas nacionales (NHANES) (Fryar et al., 2021; Shamah-Levy et al., 2021). En éstos mismos estudios regionales se observa una inconsistencia en el uso de los puntos de corte para el diagnóstico de obesidad abdominal mediante CC; algunos usan el percentil 75 mientras que otros el percentil 90 (Hall López et al., 2013; Serrano et al., 2021). Esto dificulta la validación externa del diagnóstico de obesidad abdominal en población pediátrica, por lo que probablemente los puntos de corte internacionales no incluyen la región latinoamericana (Xi et al., 2020).

A pesar de los resultados en este estudio y otras investigaciones (Ross et al., 2020) que sugieren que la CC es una medida con un gran poder de predicción del TAV, la medición de la CC depende de factores técnicos que podrían limitar su uso por el riesgo de sesgo a diferencia del IMC, que solo requiere datos como peso corporal, estatura y edad. La técnica de medición de la CC requiere del manejo de la cinta antropométrica, una postura del sujeto determinada, así como la localización estandarizada del punto de medición (marca umbilical, cintura mínima, en el borde de la cresta y en el punto medio entre cresta y última costilla, entre otras variantes del método) (Higgins & Comuzzie, 2012; Stewart et al., 2011).

Por otro lado, la mayor parte de los factores de variación se pueden controlar mediante un adiestramiento adecuado del evaluador. En una revisión realizada por Kelishadi et al. (2015), que analizaron 61 estudios, los indicadores más utilizados para la evaluación del riesgo metabólico fueron la CC, ICE y el índice cintura cadera, concluyendo que siempre que se use la misma metodología en la población de estudio, cualquier método puede usarse eficientemente para monitorear los factores de riesgo cardio metabólico (Kelishadi et al., 2015). De manera particular, respecto al método de la CC, el centro nacional para la estadística en salud (NCHS) en Estados Unidos reportó en 2019 que distintos métodos, incluido el aprobado por la OMS y usado en este estudio, tienen una sensibilidad y especificidad superior al 90% respecto al método de la NHANES para diagnosticar obesidad abdominal en población adulta, con excepción de la medición en

mujeres que reportaron un 85% de sensibilidad. Así mismo, la mayoría de los métodos se mantuvieron dentro del rango de  $\pm 1.5$  cm de variación a lo largo de los diferentes grupos étnicos y de edad evaluados, con algunas excepciones, entre ellas las mujeres medidas con el método de la OMS que superaron en promedio 3.21 cm los resultados obtenidos por la NHNES ( $p \leq 0.0125$ ), los autores concluyen que el nivel de variabilidad entre ambos métodos en el grupo de mujeres corresponde a las diferencias anatómicas de la cadera, un punto de referencia determinante en la medición de la CC. (Ostchega et al., 2019).

Por su parte, el ICE es menos utilizado para monitorear la efectividad de una intervención en obesidad infantil respecto a otros métodos como IMC y CC (Brown et al., 2019). No obstante, el índice de  $ICE \geq 0.5$  ha demostrado ser un método con mayor nivel de sensibilidad respecto al IMC y CC cuando se asocia al riesgo del desarrollo del síndrome metabólico en niños mexicanos, particularmente diabetes tipo 2 y enfermedades cardiovasculares (López-González et al., 2016; Valle-Leal et al., 2016). Si bien ya existen puntos de corte internacionales para CC en el diagnóstico de SO/OB, favoreciendo su uso como método de seguimiento en estudios contra la obesidad infantil (Xi et al., 2020), el ICE podría resultar más práctico y fiable para el diagnóstico de obesidad infantil respecto al IMC y CC en contextos clínicos, así como en el desarrollo de estudios epidemiológicos. Los resultados de este estudio sustentan lo anterior, indicando un nivel de concordancia bueno ( $Kappa > 0.6$ ) respecto al método tradicional (IMC) en el diagnóstico de obesidad infantil, además de no requerir de una tabla de referencia para estimar los puntos de corte, haciendo su interpretación más sencilla, rápida y con un buen nivel de fiabilidad.

Por otro lado, Shaw y colaboradores (2007) reportaron en adultos y adultos mayores un nivel de concordancia relativamente aceptable entre el IMC y el porcentaje de grasa corporal del tronco cuando se estimó mediante el DEXA. Es decir, el método de IMC en adultos y adultos mayores se encuentra al nivel de la CC para evaluar indirectamente el TAV (desviación estándar del IMC con valores entre 0.66 y 0.73 vs CC con valores entre 0.65 y 0.71), cuando la CC se midió en el punto medio entre la cresta iliaca y la última costilla (Shaw et al., 2007). Según lo

observado en los niños y adolescentes de este estudio, el rango de sesgo entre ambos métodos respecto al TAV fue más evidente (desviación estándar del IMC = 0.94 vs CC = 0.38). En otros términos, la variabilidad entre el IMC y el TAV en esta población de estudio es relevante, lo que limita la fiabilidad del IMC como un método sensible en la evaluación del TAV. Esto se esperaba, al tratarse de un método diseñado para el diagnóstico de obesidad en general y no como una medida de composición corporal localizada. Por lo mismo, otros autores reportan una baja sensibilidad del IMC en la evaluación del seguimiento en programas de prevención y tratamiento de la obesidad (Vanderwall et al., 2018).

### **Conclusiones**

A pesar de que el IMC, la CC y el ICE, mantienen un buen nivel de concordancia entre sí para el diagnóstico del SO/OB, debido a su practicidad, facilidad de uso, interpretación y mayor fiabilidad en la evaluación del TAV, se recomienda el uso prioritario de la CC en estudios poblacionales dirigidos a niños y adolescentes. Según los resultados del presente estudio, la CC mostró ser el mejor indicador antropométrico con un menor nivel de variabilidad respecto al TAV, coincidiendo también con otros estudios en poblaciones de mayor edad que han mostrado resultados similares. Además, la naturaleza de la unidad de medida de este método (cm) facilita la interpretación de los resultados, sobre todo en estudios longitudinales. Aunque existen diversas metodologías, se recomienda el uso de la misma técnica de evaluación intra e inter sujeto, principalmente en mujeres, que debido a su anatomía pueden presentar un mayor sesgo entre los diferentes métodos. Con el fin de extender el uso de este método en los programas de intervención, es pertinente incorporar estas medidas en las encuestas nacionales o generar referencias regionales a fin de homogenizar su uso en la población y tener un seguimiento más puntual de la obesidad infantil.

Adicionalmente, este estudio suma evidencia al ICE como un método de uso práctico y fiable en el diagnóstico de SO/OB, debido principalmente a su buena concordancia respecto al TAV, así como en el diagnóstico de SO/OB evaluado mediante el IMC, pero con la diferencia de no requerir tablas percentilares para su diagnóstico, una característica útil en el trabajo de campo. Sin embargo, al igual que

con la CC, las referencias regionales siguen siendo necesarias para extender su uso.

### Agradecimiento y financiamiento

Agradecemos especialmente a Gloria Elena Portillo, María Paredes, Dayra Zarate y Kennia Chaparro por su apoyo durante el trabajo de campo.

Financiamiento por el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD A.C.)

### Bibliografía

- Aristazábal, J.-C., Estrada-Restrepo, A., & Barona, J. (2019). Waist-to-height ratio may be an alternative tool to the body mass index for identifying Colombian adolescents with cardiometabolic risk factors. *Nutricion Hospitalaria*, 36(1), 96–102. <https://doi.org/https://doi.org/10.20960/nh.1909> Available
- Blössner, M., Siyam, A., Borghi, E., Onyango, A., & De Onis, M. (2009). *WHO AnthroPlus for personal computers manual: software for assessing growth of the world's children and adolescents*. World Health Organization: Geneva, Switzerland.
- Bredella, M. A., Gill, C. M., Keating, L. K., Torriani, M., Anderson, E. J., Punyanitya, M., Wilson, K. E., Kelly, T. L., & Miller, K. K. (2013). Assessment of abdominal fat compartments using DXA in premenopausal women from anorexia nervosa to morbid obesity. *Obesity*, 21(12), 2458–2464. <https://doi.org/10.1002/oby.20424>
- Bristol (Reino Unido): Development Initiatives. (2021). El estado de la nutrición en el mundo. In *Informe de la Nutrición Mundial 2021*. <https://globalnutritionreport.org/reports/2021-global-nutrition-report/executive-summary/>
- Brown, T., Moore, T. H., Hooper, L., Gao, Y., Zayegh, A., Ijaz, S., Elwenspoek, M., Foxen, S. C., Magee, L., O'Malley, C., Waters, E., & Summerbell, C. D. (2019). Interventions for preventing obesity in children. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 7. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD001871.pub4>
- CONAPO. (2018). *Consejo Nacional de Población*. [www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Datos\\_Abiertos\\_el\\_%0AIndice\\_de\\_Marginacion](http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Datos_Abiertos_el_%0AIndice_de_Marginacion)
- Després, J. P., & Lemieux, I. (2006). Abdominal obesity and metabolic syndrome. *Nature*, 444(7121), 881–887. <https://doi.org/10.1038/nature05488>
- ENSANUT. (2019). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018*. [https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/doctos/informes/ensanut\\_2018\\_presentacion\\_resultados.pdf](https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/doctos/informes/ensanut_2018_presentacion_resultados.pdf)
- Faienza, M. F., Chiarito, M., Molina-Molina, E., Shanmugam, H., Lammert, F., Krawczyk, M., D'Amato, G., & Portincasa, P. (2020). Childhood obesity, cardiovascular and liver health: a growing epidemic with age. *World Journal of Pediatrics*, 16(5), 438–445. <https://doi.org/10.1007/s12519-020-00341-9>
- Fryar, C. D., Kruszon-Moran, D., Gu, Q., Carroll, M., & Ogden, C. L. (2021). Mean body weight, height, waist circumference, and body mass index among children and adolescents: United states, 1999–2018. *National Health Statistics Reports*, 2021(160), 1–23. <https://doi.org/10.15620/cdc:107559>
- Garrido-Miguel, M., Cavero-Redondo, I., Álvarez-Bueno, C., Rodríguez-Artalejo, F., Moreno, L. A., Ruiz, J. R., Ahrens, W., & Martínez-Vizcaíno, V. (2019). Prevalence and Trends of Overweight and Obesity in European Children from 1999 to 2016: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Pediatrics*, 173(10). <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2019.2430>
- Goldberg, E. K., & Fung, E. B. (2020). Precision of the hologic DXA in the assessment of visceral adipose tissue. *Journal of Clinical Densitometry*, 23(4), 664–672.
- Hall López, J. A., Ochoa Martínez, P. Y., Borbón Román, J. C., & Monreal Ortíz, L. R. (2013). Prevalencia de porcentaje de grasa corporal, obesidad abdominal y estado nutricional en una escuela primaria de Mexicali Baja California México. *International Journal of Morphology*, 31(4), 1269–1275. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022013000400020>
- Haththotuwa, R. N., Wijeyaratne, C. N., & Senarath, U. (2020). Worldwide epidemic of obesity. In T. A. Mahmood, S. Arulkumaran, & F. A. B. T.-O. and O. (Second E. Chervenak (Eds.), *Obesity and Obstetrics* (pp. 3–8). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817921-5.00001-1>
- Higgins, P. B., & Comuzzie, A. G. (2012). *Measures of Waist Circumference BT - Handbook of Anthropometry: Physical Measures of Human Form in Health and Disease* (V. R. Preedy (ed.); pp. 881–891). Springer New York. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1788-1\\_51](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1788-1_51)
- INEGI. (2013). *Censo de Escuelas, Maestros y Alumnos de Educación Básica y Especial*. <https://www.inegi.org.mx/sistemas/mapa/atlas/>

- INEGI. (2018). *Mapa interactivo de Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB)*.  
<https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=26>
- Kelishadi, R., Mirmoghtadaee, P., Najafi, H., & Keikha, M. (2015). Systematic review on the association of abdominal obesity in children and adolescents with cardio-metabolic risk factors. *Journal of Research in Medical Sciences*, 20(3), 294–307.
- López-Alonzo, S. J., Gastélum Cuadras, G., Islas Guerra, S. A., Chávez Erives, A. I., & Orona Escápita, A. (2021). Relación entre actividad física y obesidad en escolares de primaria del norte de México. *Revista Iberoamericana de Ciencias de La Actividad Física y El Deporte*, 10(1), 15–25.  
<https://doi.org/10.24310/riccafd.2021.v10i1.10650>
- López-González, D., Miranda-Lora, A., Klünder-Klünder, M., Queipo-García, G., Bustos-Esquivel, M., Paez-Villa, M., Villanueva-Ortega, E., Chávez-Requena, I., Laresgoiti-Servitje, E., & Garibay-Nieto, N. (2016). Diagnostic Performance of Waist Circumference Measurements for Predicting Cardiometabolic Risk in Mexican Children. *Endocrine Practice*, 22(10), 1170–1176. <https://doi.org/10.4158/EP161291.OR>
- Martinez-González, M. A., Sánchez-Villegas, A., & Faulin, J. (2006). *Bioestadística amigable*. Editorial Diaz de Santos, Madrid, Spain.
- Nagy, P., Kovacs, E., Moreno, L. A., Veidebaum, T., Tornaritis, M., Kourides, Y., Siani, A., Lauria, F., Sioen, I., Claessens, M., Mårild, S., Lissner, L., Bammann, K., Intemann, T., Buck, C., Pigeot, I., Ahrens, W., & Molnár, D. (2014). Percentile reference values for anthropometric body composition indices in European children from the IDEFICS study. *International Journal of Obesity*, 38, S15–S25.  
<https://doi.org/10.1038/ijo.2014.131>
- Noubiap, J. J., Nansseu, J. R., Lontchi-Yimagou, E., Nkeck, J. R., Nyaga, U. F., Ngouo, A. T., Tounouga, D. N., Tianyi, F. L., Foka, A. J., Ndoadoumgue, A. L., & Bigna, J. J. (2022). Global, regional, and country estimates of metabolic syndrome burden in children and adolescents in 2020: a systematic review and modelling analysis. *The Lancet Child & Adolescent Health*, 6(3), 158–170.  
[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(21\)00374-6](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S2352-4642(21)00374-6)
- Onis, M. de, Onyango, A. W., Borghi, E., Siyam, A., Nishida, C., & Siekmann, J. (2007). Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organization*, 85, 660–667.
- Ostchega, Y., Seu, R., Sarafrazi, I. N., Zhang, G., Hughes, J., & Miller, I. (2019). Waist circumference measurement methodology study: National Health and Nutrition examination survey, 2016 data evaluation and methods research. *National Center for Health Statistics*, 2(182), 1–20.  
<https://ncn.loc.gov/2018054057>
- Ross, R., Neeland, I. J., Yamashita, S., Shai, I., Seidell, J., Magni, P., Santos, R. D., Arsenault, B., Cuevas, A., Hu, F. B., Griffin, B. A., Zambon, A., Barter, P., Fruchart, J. C., Eckel, R. H., Matsuzawa, Y., & Després, J. P. (2020). Waist circumference as a vital sign in clinical practice: a Consensus Statement from the IAS and ICCR Working Group on Visceral Obesity. *Nature Reviews Endocrinology*, 16(3), 177–189. <https://doi.org/10.1038/s41574-019-0310-7>
- Ruiz De Eguilaz, M. H., Martínez De Morentín, B., Pérez-Diez, S., Navas-Carretero, S., & Martínez, J. A. (2010). Estudio comparativo de medidas de composición corporal por absorciometría dual de rayos X, bioimpedancia y pliegues cutáneos en mujeres. *Anales de La Real Academia Nacional de Farmacia*, 76(2), 209–222.
- Serrano, B. R., Ramírez-López, G., Barajas, M. A. A., & Hoyos, J. R. C. (2021). Socio-family variables associated with a higher risk of overweight and abdominal obesity in school children from a pediatric service at Colima, Mexico. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 71(2), 104–113.  
<https://doi.org/10.37527/2021.71.2.003>
- Shamah-Levy, T., Romero-Martínez, M., Barrientos-Gutiérrez, T., Cuevas-Nasu, L., Bautista-Arredondo, S., Colchero, M., Gaona-Pineda, E., Lazcano-Ponce, E., Martínez-Barnetche, J., Alpuche-Arana, C., & Rivera-Dommarco, J. (2021). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2020 sobre Covid-19. Resultados nacionales* (Instituto Nacional de Salud Pública (ed.)).
- Shaw, K. A., Srikanth, V. K., Fryer, J. L., Blizzard, L., Dwyer, T., & Venn, A. J. (2007). Dual energy X-ray absorptiometry body composition and aging in a population-based older cohort. *International Journal of Obesity*, 31(2), 279–284.  
<https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803417>
- Stewart, A., Marfell-Jones, M., Olds, T., & Ridder, H. (2011). *Protocolo internacional para la valoración antropométrica ISAK* (ISAK (ed.); 2011th ed.).

- Tutunchi, H., Ebrahimi-Mameghani, M., Ostadrahimi, A., & Asghari-Jafarabadi, M. (2020). What are the optimal cut-off points of anthropometric indices for prediction of overweight and obesity? Predictive validity of waist circumference, waist-to-hip and waist-to-height ratios. *Health Promotion Perspectives, 10*(2), 142–147. <https://doi.org/10.34172/hpp.2020.23>
- UNICEF. (2022). Salud y nutrición. *Salud y Nutrición*. <https://www.unicef.org/mexico/salud-y-nutrición>
- Valle-Leal, J., Abundis-Castro, L., Hernández-Escareño, J., & Flores-Rubio, S. (2016). Índice Cintura-Estatura Como Indicador De Riesgo Metabólico En Niños. *Revista Chilena de Pediatría, 87*(3), 180–185. <https://doi.org/10.1016/j.rchipe.2015.10.011>
- Vanderwall, C., Eickhoff, J., Randall Clark, R., & Carrel, A. L. (2018). BMI z-score in obese children is a poor predictor of adiposity changes over time. *BMC Pediatrics, 18*(1), 1–6. <https://doi.org/10.1186/s12887-018-1160-5>
- Xi, B., Zong, X., Kelishadi, R., Litwin, M., Hong, Y. M., Poh, B. K., Steffen, L. M., Galcheva, S. V., Herter-Aeberli, I., Nawarycz, T., Krzywińska-Wiewiorowska, M., Khadilkar, A., Schmidt, M. D., Neuhauser, H., Schienkiewitz, A., Kułaga, Z., Kim, H. S., Stawińska-Witoszyńska, B., Motlagh, M. E., ... Bovet, P. (2020). International waist circumference percentile cutoffs for central obesity in children and adolescents aged 6 to 18 years. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism, 105*(4), E1569–E1583. <https://doi.org/10.1210/clinem/dgz195>