

The logo for CienciaUAT, featuring the text "CienciaUAT" in a bold, orange, sans-serif font, enclosed within a thin white rectangular border.

CienciaUAT

ISSN: 2007-7521

ISSN: 2007-7858

Universidad Autónoma de Tamaulipas

Flores-Olivares, Luis Alberto; De-León-Fierro, Lidia G.;
Jiménez-Ponce, Brenda Paola; Ortiz-Rodríguez, Briseidy
Circunferencia de cintura en cuatro sitios y su relación
con indicadores de obesidad en escolares de 6 a 11 años
CienciaUAT, vol. 13, núm. 2, 2019, Enero-Junio, pp. 18-27
Universidad Autónoma de Tamaulipas

DOI: <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v13i2.1057>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=441960176002>

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

UAEM The logo for redalyc.org, featuring the text "redalyc.org" in a red, lowercase, sans-serif font, with a small red square icon to the right.

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

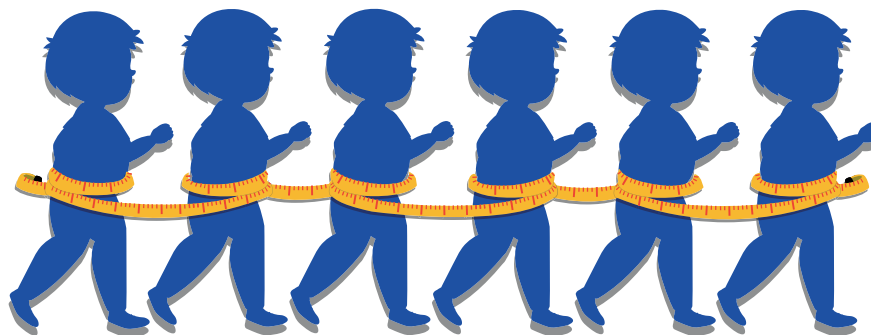


Imagen de: Vector de fondo creado por brgfx - www.freepik.es

Circunferencia de cintura en cuatro sitios y su relación con indicadores de obesidad en escolares de 6 a 11 años

Measurement of waist circumference at four sites and its relationship with obesity indicators in children of 6 to 11 years

Luis Flores-Olivares, Lidia G. De-León*, Brenda Jiménez-Ponce, Briseidy Ortiz-Rodríguez

RESUMEN

La circunferencia de cintura abdominal (CC) se utiliza para evaluar obesidad infantil; para su medición, se emplean diferentes lugares pero aún no se ha demostrado la similitud o diferencia entre los valores obtenidos en cada zona. El objetivo de este trabajo fue identificar el sitio de medición de la CC que mejor determine obesidad infantil, contrastada con indicadores de obesidad. Se midió la CC en cuatro lugares: 1) circunferencia mínima (CM); 2) circunferencia umbilical (CU); 3) circunferencia en el punto medio (CPM); y 4) circunferencia por arriba del borde superior de la cresta ilíaca (CCI); se determinaron la endomorfia (Endo), la suma proporcional de seis pliegues (SP6P) y el índice de masa corporal (IMC), como indicadores de sobrepeso u obesidad en 107 escolares de 6 a 11 años de edad. En niñas la CCI fue más alta que CM y CPM ($P = 0.001$ y 0.049 respectivamente) y CU mayor que CM ($P = 0.025$). Todos los sitios de medición de CC correlacionaron bien con los indicadores de obesidad ($P = 0.001$). La CCI fue el mejor lugar de medición de la CC para predecir sobrepeso u obesidad representada por Endo, SP6P e IMC ($P = 0.001$), por lo que es el sitio que mejor predice obesidad en edad escolar y parece evidenciar la presencia de dimorfismo sexual en niñas; debido a ello, los sitios de medición de circunferencia de cintura no deben ser intercambiables, ya que esta identificación ayudaría a generar un mejor diagnóstico de obesidad y riesgo cardiometabólico en niños y niñas en etapa de la pubertad.

PALABRAS CLAVE: circunferencia de cintura, obesidad infantil, antropometría, escolares.

ABSTRACT

Waist circumference (WC) is used in the assessment of childhood obesity, however different measurement areas are used, and the similarity or difference between the values of each area has not yet been demonstrated. The aim of this research was to identify the WC area that can best determine childhood obesity, contrasting it with indicators of obesity in children. WC was measured in four different areas: 1) minimum circumference (MC); 2) umbilical circumference (UC); 3) midpoint circumference (MPC); and 4) circumference just above the iliac crest (ICC). Endomorphy (Endo), proportional sum of six skinfolds (PSSS) and body mass index (BMI) were measured as overweight and obesity indicators in 107 children from 6 to 11 years old. ICC was higher than MC and MPC in girls ($P = 0.001$ y 0.049 respectively); also UC was higher than MC ($P = 0.025$) in this group. All measurement areas correlated well with obesity indicators ($P = 0.001$). The ICC was best measurement area to predict adiposity represented by Endo, PSSS and IMC in school age girls and boys ($P = 0.001$) and seems to evidence the sexual dimorphism in girls. Therefore, measurement areas must not be taken interchangeably since this identification would help to generate a better diagnosis of obesity and metabolic risk in boys and girls during puberty.

KEYWORDS: waist circumference, childhood obesity, anthropometry, children.

*Correspondencia: gdeleon@uach.mx/ Fecha de recepción: 14 de diciembre de 2017/ Fecha de aceptación: 11 de junio de 2018/ Fecha de publicación: 31 de enero de 2019

Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ciencias de la Cultura Física, Circuito Universitario Campus 2 Fracc. Campo Bello, Chihuahua, Chihuahua, México, C. P. 31124.

INTRODUCCIÓN

Debido a su alta correlación con la grasa abdominal (subcutánea y visceral) y con la grasa corporal total, la circunferencia de cintura (CC) se ha utilizado en las últimas décadas como uno de los mejores indicadores de obesidad infantil (Verweij y col., 2013; Wang y col., 2003); es por ello que, resulta una medida importante en la prevención, diagnóstico y tratamiento de la obesidad, en esa etapa de la vida. Su uso en la identificación de esta patología ha resultado de gran utilidad y precisión, particularmente en niños y adolescentes, incluso mayor que el índice de masa corporal (IMC), comúnmente empleado (Brambilla y col., 2013; Griffiths y col., 2013; Wimonpeera-pattana y Yamborisut, 2013). Se ha observado que con frecuencia se reporta bajo IMC en niños con obesidad abdominal, por lo que es recomendable complementar este parámetro con la medición de CC en la práctica clínica (Schröder y col., 2014). La CC es un auxiliar importante en la predicción del riesgo cardiovascular asociado a la obesidad infantil (Spolidoro y col., 2013). Existen estudios que muestran cómo la CC por sí sola o ajustada por la estatura, es un buen indicador de enfermedad cardiovascular y de hiperglucemia (López-González y col., 2016; Ma y col., 2016). Por su parte, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2011) recomienda el uso de la CC, como una medición práctica, para definir adecuadamente la obesidad e identificar mejor los factores de riesgo cardiometabólico.

En la literatura existe una amplia variedad de protocolos para medir la CC, de hecho, han sido documentados consistentemente al menos ocho lugares anatómicos diferentes (Wang y col., 2003; Fernández y col., 2004; Eisenmann, 2005; Sant'Anna y col., 2009; Klünder-Klünder y Flores-Huerta, 2011; Shi, 2016). Agarwal y col. (2009), registraron diferencias en los valores de CC entre 11 sitios de medición, debido a la localización anatómica, la postura y la fase de respiración.

La OMS (2011), recomienda medir la CC en el punto medio de la zona abdominal, entre el

margen inferior de la décima costilla y el borde superior de la cresta ilíaca. La Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK, por sus siglas en inglés: International Society for the Advancement of Kinanthropometry), sugiere realizar la medición en el perímetro mínimo visible (Stewart y col., 2011); mientras que el Centro para el Control y Prevención de Enfermedades de los Estados Unidos de América (CDC, por sus siglas en inglés: Centers for Disease Control and Prevention) recomienda medir justo por encima del borde superior de la cresta iliaca (Fryar y col., 2016). La variabilidad en las diferentes zonas puede ser un problema, ya que en cada una de ellas se obtiene distinto valor (Monzani y col., 2016).

En 2008, un panel de expertos en obesidad revisó 120 estudios, y las zonas más comunes que se encontraron, fueron la circunferencia de cintura mínima (CM) (33 %), la circunferencia umbilical (CU) (27 %), y la circunferencia en el punto medio (CPM) (26 %); concluyeron que la metodología empleada para medir la CC no influye en la asociación que guarda con enfermedades cardiovasculares y metabólicas (Ross y col., 2008).

Uno de los primeros estudios en analizar los distintos protocolos de medición de CC fue llevado a cabo por Wang y col. (2003), quienes hallaron diferencias entre los valores de las zonas de medición, sin embargo, todas ellas presentaron alta correlación con la grasa corporal total y la grasa del tronco en niños y adultos de ambos géneros.

Una revisión sistemática, llevada a cabo en adultos, mostró que la CPM es la que más correlacionó con el porcentaje de grasa corporal y la grasa visceral (Shi y col., 2016). En otro estudio, la circunferencia por arriba del borde superior de la cresta ilíaca (CCI) fue la medida que guardó mayor asociación con los pliegues del tríceps y subescapular (Sarli y Shariatpanahi, 2016). No obstante, otros autores han reportado que la medición de la CU tiene mejor relación con la detección de

sobrepeso y obesidad general y abdominal en jóvenes adultos (De-Oliveira y col., 2014).

Debido a la variedad de resultados, es importante esclarecer cuál de esos sitios de medición de la CC presenta mayor exactitud y precisión en la detección de obesidad abdominal, con el fin de unificarlo y estandarizarlo (Klunder-Klunder y Flores-Huerta, 2011).

En niños y adolescentes, la evidencia es más limitada. En las niñas, se han documentado mayores diferencias entre las zonas de medición que en los niños (Yang y Wang, 2017), pero la CCI es el sitio que muestra el valor más alto de todos los que se han medido, en ambos géneros (Johnson y col., 2010; Patry-Parisien y col., 2012). Sin embargo, estas diferencias que existen, entre las zonas de medición, no parecen afectar su asociación con la grasa corporal total y la grasa visceral (Harrington y col., 2013; Yang y Wang, 2017), aunque aún es escasa la literatura publicada, como para indicar una evidencia concreta.

Por otra parte, la prevalencia de obesidad en niños y adolescentes, con base en la CC, puede variar considerablemente, en función del sitio donde fue medida y acorde a la tabla de referencia utilizada (Eisenmann, 2005). En un reciente estudio, se registró que la clasificación de obesidad, a partir de distintas tablas de referencia para la CC, puede generar una variación desde el 9 % hasta el 61 % (Monzani y col., 2016).

Rudolf y col. (2007), midieron la CC en tres diferentes zonas, en niños con peso normal y sobrepeso, y los clasificaron usando tablas de referencia propuestas por McCarthy y col. (2001), quienes midieron la CPM; estos autores encontraron diferencias en la clasificación entre las distintas mediciones, por lo que indicaron que las tablas de referencia de CC no deben ser intercambiables entre diferentes protocolos de medición (Hitze y col., 2008).

El objetivo del presente estudio fue determinar el sitio de circunferencia de cintura abdo-

minal que mejor se asocie con indicadores de obesidad, contrastando cuatro zonas de medición contra la endomorfia, la suma proporcional de seis pliegues y el índice de masa corporal, en escolares de 6 a 11 años de edad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo forma parte de un proyecto en escolares, aprobado por el Comité de Ética e Investigación del Hospital Central del Estado de Chihuahua y la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Chihuahua, con el registro A-/104/2013. Se realizó un estudio de tipo no experimental, transversal y correlacional.

Sujetos

Se obtuvo una muestra de 107 escolares, 48 niños y 59 niñas, con una edad promedio de 9.2 ± 1.7 años y 9.5 ± 1.5 años, respectivamente. Todos otorgaron su asentimiento de participación voluntaria y se obtuvo la firma del consentimiento informado por sus padres o tutores.

Variables antropométricas

Se midió el perfil restringido de acuerdo a los lineamientos técnicos de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK, por sus siglas en inglés: International Society for the Advancement of Kinanthropometry) (Stewart y col., 2011). Se utilizó una báscula Health-o-meter modelo BFM 580-01 (Shanghai, China) con una sensibilidad de 0.1 kg, para medir la masa corporal; una cinta antropométrica marca Lufkin (Maryland, Estados Unidos de América) adosada a la pared, con una sensibilidad de 0.1 cm, y una escuadra de madera para medir estatura; un plicómetro Slim Guide (Blaine, Washington, Unidos de América), de una sensibilidad de 1 mm para la medición de los pliegues cutáneos; un antropómetro de ramas cortas Tommy 3, marca Rosscraft (Blaine, Washington, Estados Unidos de América), para medir los diámetros del húmero y fémur; y una cinta antropométrica metálica marca Rosscraft (Blaine, Washington, Estados Unidos de América), para la medición de todas las circunfe-

rencias. Estos dos últimos de una sensibilidad de 0.1 cm. Todas las mediciones presentaron un error técnico de medición menor al 5 % en pliegues y menor al 1 % en el resto de las variables, las cuales fueron determinadas por dos antropometristas certificados como nivel I por ISAK.

Los cuatro sitios de medición de la CC fueron: 1) circunferencia mínima (CM), localizada en la zona abdominal más estrecha (Stewart y col., 2011); 2) circunferencia umbilical (CU), ubicada a la altura del centro de la cicatriz umbilical (Eisenmann, 2005); 3) circunferencia en el punto medio (CPM), localizada entre la última costilla y el borde superior de la cresta ilíaca (OMS, 2011); y 4) circunferencia medida por arriba del borde superior de la cresta ilíaca (CCI) (Fernández y col., 2004). Para la medición de cada sitio, el sujeto adoptó una postura relajada, de pie, con los brazos cruzados en el tórax. La medida se tomó al final de una espiración normal, sin tensión en la pared abdominal.

Todas las mediciones de CC fueron ajustadas por la estatura Phantom como medida estándar univariante (170.18 cm), con el fin de contrarrestar las diferencias en esa zona por el crecimiento. La fórmula utilizada fue: $CC \times 170.18 / \text{estatura (cm)}$ (Shephard y col., 1985; Ross y Marfell-Jones, 2005).

La endomorfia (Endo), se obtuvo del somato tipo antropométrico por el método de Heath y Carter (1967). La suma proporcional de seis pliegues (SP6P) se determinó sumando los pliegues de tríceps (tri), subescapular (sub), supraespinal (se), abdominal (abd), muslo anterior (ma) y pierna medial (pm), medidos en milímetros y dividida por la estatura del niño (cm), ajustada por la estatura Phantom, de acuerdo a la siguiente fórmula (Ward y col., 1989): $SP6P = (\sum \text{tri} + \text{sub} + \text{se} + \text{abd} + \text{ma} + \text{pm}) / 170.18 / \text{estatura (cm)}$.

El IMC se calculó a partir de la fórmula de Quetelet, dividiendo el peso corporal en kilo-

gramos por la estatura en m^2 , de acuerdo a la siguiente fórmula (Griffiths y col., 2013): $IMC = \text{peso corporal (kg)} / \text{estatura (m}^2\text{)}$.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis de normalidad con la prueba de Kolmogorov-Smirnov para identificar la distribución de las variables, las cuales no se distribuyeron normalmente ($P \leq 0.05$); por lo que todas las variables fueron reportadas en mediana e intervalo intercuartil (IIC), entre el 25 y 75 percentil. Se utilizó la prueba de Mann U Whitney para identificar las diferencias por sexo en las distintas variables; así como un ANOVA de una vía no paramétrica, mediante la prueba de Kruskal-Wallis, para determinar las diferencias entre los sitios de medición de la CC por sexo. Se aplicó una correlación de Spearman entre cada una de las zonas de medida de la CC con relación a la Endo, la SP6P y el IMC.

Se realizó un modelo estadístico de regresión lineal múltiple, con el método de *backward*, para determinar cuál CC tenía mayor relación con la magnitud adiposa de los escolares evaluados, identificando la Endo, la SP6P e IMC como indicadores de obesidad.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se describen las características antropométricas de la muestra evaluada. No se encontraron diferencias significativas por género. La comparación entre los cuatro sitios de medición de CC mostró únicamente diferencias en las niñas donde la CCI fue mayor que la CM y la CPM ($P = 0.001$ y $P = 0.049$, respectivamente); y la CU resultó mayor que la CM ($P = 0.025$). No se encontraron otras diferencias.

Por otra parte, se detectó una buena correlación de todos los sitios de medición de la CC, respecto a la Endo, SP6P e IMC, con valores de rho de Spearman por arriba de 0.780 (Tabla 2). Por otra parte, se desarrolló un modelo de regresión múltiple, utilizando el método Backward, donde se ingresaron los cuatro sitios de medición de CC como variables

■ **Tabla 1. Características antropométricas de la muestra.**
Table 1. Sample anthropometric characteristics

Variable	Niños (n= 48)		Niñas (n= 59)	
	Mediana	IIC	Mediana	IIC
Edad (años)	9.3 ^a	7.5, 10.6	9.7 ^a	8.3, 10.5
Peso (kg)	31.7 ^a	23.4, 44.2	31.0 ^a	25.8, 37.2
Estatura (cm)	135.4 ^a	123.8, 144.3	136.4 ^a	130.7, 143.2
CM (cm)	75.1 ^a	70.1, 90.7	73.5 ^a	69.2, 79.6
CU (cm)	76.4 ^a	72.2, 95.7	76.5 ^{a†}	72.8, 86.4
CPM (cm)	75.5 ^a	70.5, 91.6	74.1 ^a	70.9, 83.0
CCI (cm)	76.6 ^a	72.5, 96.9	77.7 ^{a*}	73.6, 87.8
SP6P (mm)	64.3 ^a	52.4, 144.7	87.1 ^a	87.1, 128.4
Endo	2.8 ^a	2.2, 6.3	3.5 ^a	3.5, 5.5
IMC (kg/m ²)	16.5 ^a	14.6, 21.8	16.6 ^a	16.6, 18.6

IIC = Intervalo intercuartil entre el 25 y 75 percentil; CM= Circunferencia mínima; CU= Circunferencia umbilical; CPM= Circunferencia punto medio; CCI= Circunferencia por arriba del borde superior de la cresta ilíaca; Endo= Endomorfia; SP6P= Suma proporcional de seis pliegues; IMC= Índice de masa corporal.

*Mayor que CM y CPM (P = 0.001 y P = 0.049, respectivamente); † mayor que CM (P = 0.025) en niñas.

^aSin diferencias por sexo (P>0.05)

■ **Tabla 2. Valores de correlación de Spearman, de los sitios de circunferencia de cintura respecto a Endo, SP6P e IMC.**

Table 2. Spearman correlation values of waist circumference sites respect to Endo, PSSS and BMI.

CC	Niños			Niñas		
	Endo	SP6P	IMC	Endo	SP6P	IMC
	r	r	r	r	r	r
CM	0.786	0.816	0.831	0.838	0.857	0.779
CU	0.825	0.848	0.804	0.881	0.920	0.830
CPM	0.804	0.830	0.811	0.869	0.888	0.804
CCI	0.826	0.854	0.817	0.926	0.943	0.861

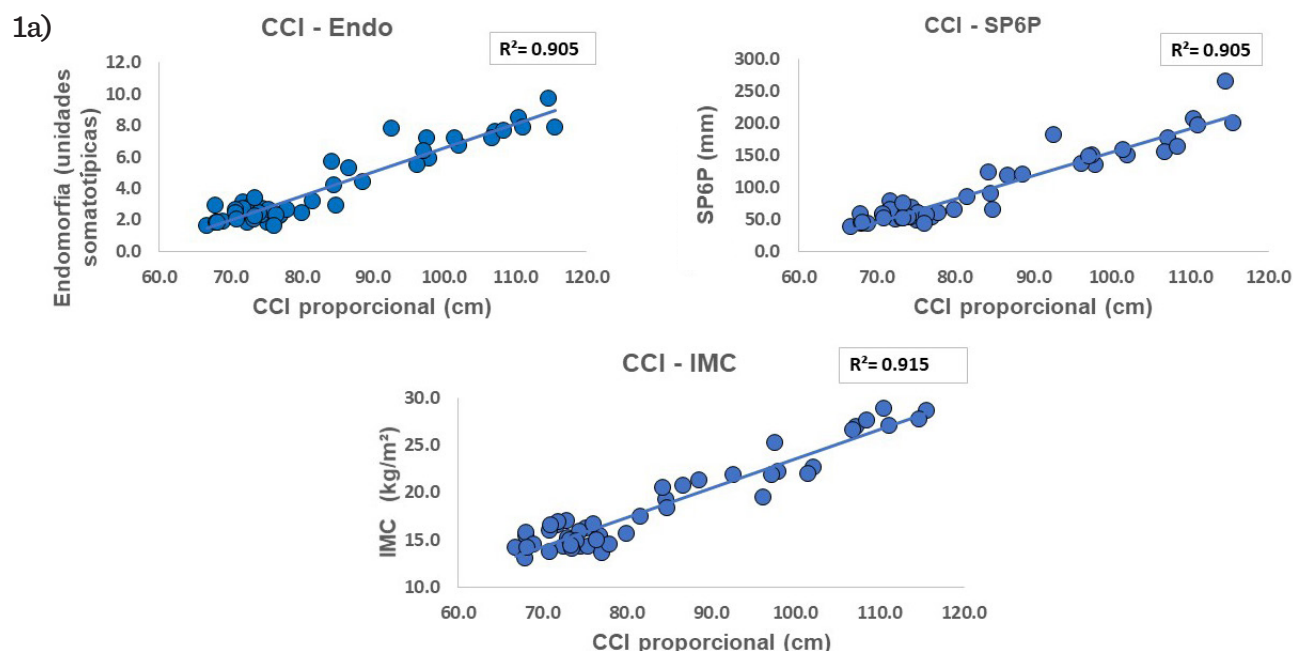
CC= Circunferencia de cintura abdominal; CM= Circunferencia mínima; CU= Circunferencia umbilical; CPM= Circunferencia punto medio; CCI= Circunferencia por arriba del borde superior de la cresta ilíaca; Endo= Endomorfia; SP6P= Suma proporcional de seis pliegues; IMC= Índice de masa corporal.

■ **Tabla 3. Resumen final de los modelos predictivos para Endo, SP6P e IMC a partir de los diferentes sitios de CC por género.**

Table 3. Final summary of the predictive models for Endo, PSSS and BMI from the waist circumference sites by gender.

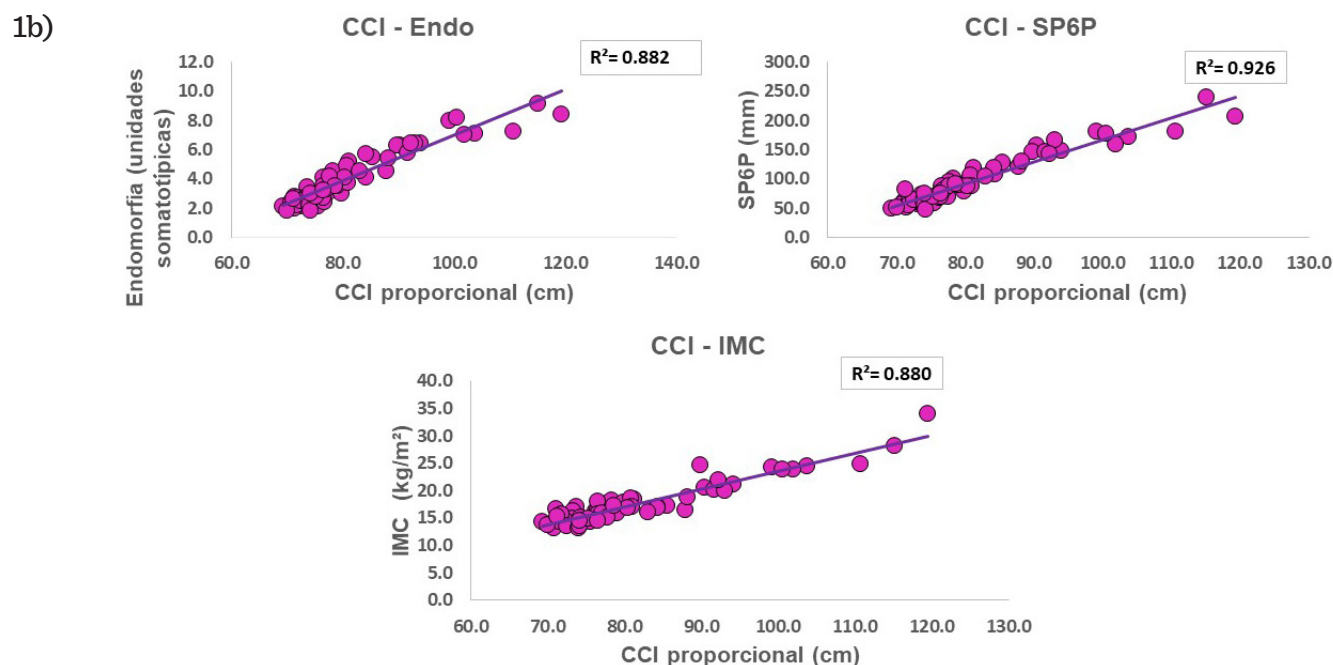
Niños					Niñas				
Sitio	Sig.	Backward	R ²	Error	Sitio	Sig.	Backward	R ²	Error
Endo					Endo				
CCI	0.001	4to	0.905	0.744	CCI	0.001	4to	0.882	0.664
SP6P					SP6P				
CCI	0.001	4to	0.905	17.775	CCI	0.001	4to	0.926	12.416
IMC					IMC				
CCI	0.001	4to	0.915	1.813	CCI	0.001	4to	0.880	1.416

CC= Circunferencia de cintura; Endo= Endomorfia; SP6P= Suma proporcional de seis pliegues; IMC= Índice de masa corporal; CCI= Circunferencia por arriba del borde superior de la cresta ilíaca.



■ Figura 1a. Relación de la circunferencia de cintura proporcional medida por arriba del borde superior de la cresta ilíaca (CCI) con la endomorfia (Endo), la suma proporcional de seis pliegues (SP6P) y el índice de masa corporal (IMC) en niños.

Figure 1a. Relationship between proportional waist circumference at the upper edge of the iliac crest (CCI) with endomorphy (Endo), proportional sum of six skinfolds (PS6P) and body mass index (IMC) in boys.



■ Figura 1b. Relación de la circunferencia de cintura proporcional medida por arriba del borde superior de la cresta ilíaca (CCI) con la endomorfia (Endo), la suma proporcional de seis pliegues (SP6P) y el índice de masa corporal (IMC) en niñas.

Figure 1b. Relationship between proportional waist circumference at the upper edge of the iliac crest (CCI) with endomorphy (Endo), proportional sum of six skinfolds (PS6P) and body mass index (IMC) in girls.

predictoras de los indicadores de obesidad Endo, SP6P e IMC. En el grupo de los niños, la CCI fue el sitio que mostró mejor capacidad predictiva para los tres indicadores: IMC ($R^2 = 0.915$, $P = 0.001$), Endo y SP6P ($R^2 = 0.905$, $P = 0.001$ en ambas). En las niñas, la CCI también fue el sitio que mejor predijo la Endo, la SP6P y el IMC ($P = 0.001$ en todas) con una $R^2 = 0.882$, 0.926 y 0.880 respectivamente (Tabla 3). En las Figuras 1a y 1b se visualiza la relación de la CCI respecto a la Endo, SP6P e IMC por sexo.

DISCUSIÓN

Los hallazgos de la presente investigación evidenciaron a la CCI como el sitio que mejor predice los indicadores de obesidad representados por Endo, SP6P e IMC en ambos grupos. De esta manera, se observó la capacidad de la CCI para identificar indirectamente la grasa corporal (SP6P) y la adiposidad relativa (Endo), lo que la hace un parámetro de gran utilidad, si se combina con el IMC, que es el indicador más utilizado actualmente para clasificar obesidad infantil (Brambilla y col., 2013; Wimonpeerapattana y Yamborisut, 2013).

Aunque hay pocos estudios que han mostrado las diferencias entre los sitios de medición de la CC, los resultados de este trabajo son consistentes con Wang y col. (2003), quienes encontraron que la CCI es la medición que mejor correlacionó con la grasa corporal total y troncal, medida por absorciometría de rayos X de energía dual (DEXA, por sus siglas en inglés: Dual energy x-ray absorptiometry); y con Hitze y col. (2008), quienes hallaron una alta asociación entre la CCI y el porcentaje de grasa corporal medido por pletismografía, así como una fuerte relación con lipoproteínas de baja densidad y triglicéridos en niños y adolescentes.

Harrington y col. (2013), reportaron que la CCI, la CM y la CU presentaron la misma correlación con la grasa visceral, en un grupo de edad entre 3 y 19 años. Esto es importante, debido a que la grasa visceral está aso-

ciada con un alto riesgo cardiovascular y metabólico (Andaki y col., 2012). Sin embargo, es necesario realizar más estudios en niños y adolescentes para analizar si persisten tales asociaciones. Por otra parte, no todos los estudios han detectado a la CCI como la que presenta mayor asociación con la adiposidad. Bosy-Westphal y col. (2010), observaron en un grupo de niños y adultos, que todas las zonas de CC están asociadas con la grasa subcutánea y visceral, donde la CC medida inmediatamente por debajo del margen de la décima costilla, fue la que mejor correlacionó con la grasa visceral.

Sant'Anna y col. (2009), identificaron que la CPM muestra mayor asociación con la grasa corporal total en escolares. Aunque la CPM es el sitio de medición que recomienda la OMS (2011), éste no toma en cuenta la medición de todo el delantal de la grasa abdominal, denominado panículo, particularmente en adolescentes con sobrepeso u obesidad. Sabin y col. (2014), propusieron la CC panicular (sobre el panículo), en lugar de la CPM, debido a que muestra mayor relación con la masa grasa, así como con los cambios de peso asociados a la obesidad en adolescentes.

Estas discrepancias entre los diversos protocolos de medición de CC y su asociación con la grasa corporal en niños y adolescentes, también se han documentado en población adulta (Fujikawa y col., 2012; Ma y col., 2016; Sarli y Shariatpanahi, 2016). La relación entre la CC y la adiposidad varía dependiendo del género, etnia y del indicador de adiposidad utilizado (Andaki y col., 2012). Probablemente esos factores podrían explicar mejor la variabilidad y los resultados controversiales, en la literatura publicada. Por otro lado, en este estudio, la CCI mostró el valor más alto de CC únicamente en niñas. Se ha reportado que la variación en los valores, entre los distintos sitios de medición, es más evidente precisamente en ellas (Pettitt y col., 2012; Harrington y col., 2013; Sarli y Shariatpanahi, 2016; Yang y Wang, 2017). Las diferencias detectadas en el presente tra-

bajo, entre los cuatro protocolos de medición de la CC solo en las niñas, probablemente se deba a la presencia de dimorfismo sexual, debido a la presentación más temprana de su etapa puberal en comparación con los niños. Esto fue documentado por Savva y col. (2000), quienes registraron que en un grupo de escolares, con edades entre 10 y 14 años, el 9 % de niños y el 42 % de niñas se encontraron en etapa puberal.

Algunos autores han comparado los valores de CC en niños y niñas, entre distintos países, tomados de diversos estudios, y hallaron que los valores más altos fueron obtenidos en los Estados Unidos de América, donde se midió la CCI, y se estableció que el mayor valor de CC fue precisamente el determinado en CCI (McCarthy y col., 2001), tal como se ha observado en el presente trabajo.

Por otra parte, en esta investigación, los perímetros de CC y los indicadores de obesidad, fueron ajustados por estatura Phantom. Eso permite la comparación, especialmente cuando se tiene un grupo heterogéneo en edades y dimensiones corporales, tal como lo recomienda Brambilla y col. (2013), quienes han reportado que dicho ajuste permite mejores asociaciones con la adiposidad, que los simples valores absolutos de la CC.

Klunder-Klunder y Flores-Huerta (2011), encontraron que los escolares ubicados por edad y género que se hallaban por encima del percentil 90 de su estatura, presentaban valores de CC mayores que los que estaban por debajo del percentil 10 de su estatura; de esta manera, si se evalúa únicamente la CC, en individuos de gran estatura, su valor puede ser mayor y clasificarse con riesgo de obesidad.

Otro aspecto a considerar en la determinación del mejor sitio de medición de la CC, es la reproducibilidad de cada uno, que no fue evaluado en el presente estudio; sin embargo, Bosy-Westphal y col. (2010), sugirieron que la CCI puede tener baja reproducibilidad, especialmen-

te en mujeres adolescentes, debido a la dificultad para estabilizar la cinta, por la forma que presenta la cresta ilíaca a partir de la pubertad en ellas; mientras que medir la CC, por debajo del margen inferior de la última costilla, podría ser la medición con mayor reproducibilidad, dada la facilidad para localizarla y técnicamente para medirla. Sin embargo, Rudolf y col. (2007), recomiendan la CC tomada 4 cm por encima de la cicatriz umbilical, debido a que es más fácil de detectar y genera menos molestia en niños y adolescentes.

La CC es una medición práctica e identifica mejor la adiposidad que otros indicadores antropométricos (Brambilla y col., 2013; Griffiths y col., 2013), pero es importante ampliar la evidencia con el objetivo de unificar un sitio de medición basado en su asociación con la grasa corporal, principalmente la abdominal, debido a que ello podría generar un mejor diagnóstico de obesidad y riesgo cardiometabólico.

CONCLUSIONES

La circunferencia de cintura (CC), medida justo por arriba del borde superior de la cresta ilíaca, fue el sitio de medición que mejor se asoció con la obesidad en escolares, aunque todas las demás medidas mostraron una alta correlación con los indicadores de obesidad. La circunferencia por arriba del borde superior de la cresta ilíaca (CCI) parece evidenciar el dimorfismo sexual en niñas, por lo que no puede ser intercambiable la medición entre un sitio y otro, ni compararse con tablas de referencia que hayan efectuado la medición utilizando otro protocolo de medida de CC. Esta identificación podría generar un mejor diagnóstico de obesidad y riesgo cardiometabólico en edad escolar en niños y en niñas en la etapa de la pubertad.

REFERENCIAS

- Agarwal, S. K., Misra, A., Aggarwal, P., Bardia, A., Goel, R., Vikram, N. K., ..., and Pandey, R. (2009). Waist circumference measurement by site, posture, respiratory phase, and meal time: implications for methodology. *Obesity*. 17(5): 1056-1061.
- Andaki, A. C., Tinoco, A. L., Mendes, E. L., Júnior, R. A., Hills, A. P., and Amorim, P. R. (2012). Different waist circumference measurements and prediction of cardiovascular risk factors and metabolic syndrome in children. *Obesity Research & Clinical Practice*. 6(2): 149-157.
- Bosy-Westphal, A., Booke, C. A., Blöcker, T., Kossel, E., Goele, K., Later, W., ..., and Müller, M. (2010). Measurement site for waist circumference affects its accuracy as an index of visceral and abdominal subcutaneous fat in a Caucasian population. *The Journal of Nutrition*. 140(5): 954-961.
- Brambilla, P., Bedogni, G., Heo, M., and Pietrobelli, A. (2013). Waist circumference-to-height ratio predicts adiposity better than body mass index in children and adolescents. *International Journal of Obesity*. 37(7): 943-946.
- De-Oliveira, A., Cocate, P. G., Hermsdorff, H., Bressan, J., de-Silva, M. F., Rodrigues, J. A., and Natali, A. J. (2014). Waist circumference measures: cutoff analyses to detect obesity and cardiometabolic risk factors in a South-east Brazilian middle-aged men population—a cross-sectional study. *Lipids in health and Disease*. 13(1): 141.
- Eisenmann, J. C. (2005). Waist circumference percentiles for 7-to 15-year-old Australian children. *Acta Paediatrica*. 94(9): 1182-1185.
- Fernández, J. R., Redden, D. T., Pietrobelli, A., and Allison, D. B. (2004). Waist circumference percentiles in nationally representative samples of African-American, European-American, and Mexican-American children and adolescents. *The Journal of Pediatrics*. 145(4): 439-44.
- Fryar, C. D., Gu, Q., Ogden, C. L., and Flegal, K. M. (2016). Anthropometric reference data for children and adults: United States, 2011-2014. *Vital & Health Statistics. Series 3, Analytical and Epidemiological Studies*. 3(39): 1-38.
- Fujikawa, R., Ito, C., and Mitama, A. (2012). Association between visceral fat area and waist circumference measured at different sites. *Diabetology International*. 3(3): 140-145.
- Griffiths, C., Gately, P., Marchant, P., and Cooke, C. (2013). A five year longitudinal study investigating the prevalence of childhood obesity: comparison of BMI and waist circumference. *Public Health*. 127(12): 1090-1096.
- Harrington, D. M., Staiano, A. E., Broyles, S. T., Gupta, A. K., and Katzmarzyk, P. T. (2013). Waist circumference measurement site does not affect relationships with visceral adiposity and cardiometabolic risk factors in children. *Pediatric Obesity*. 8(3): 199-206.
- Heath, B. H. and Carter, J. (1967). A modified somato type method. *American Journal of Physical Anthropology*. 27(1): 57-74.
- Hitze, B., Bosy-Westphal, A., Bielfeldt, F., Settler, U., Mönig, H., and Müller, M. J. (2008). Measurement of waist circumference at four different sites in children, adolescents, and young adults: concordance and correlation with nutritional status as well as cardiometabolic risk factors. *Obesity Facts*. 1(5): 243-249.
- Johnson, S. T., Kuk, J. L., Mackenzie, K. A., Huang, T. T., Rosychuk, R. J., and Ball, G. D. (2010). Metabolic risk varies according to waist circumference measurement site in overweight boys and girls. *The Journal of Pediatrics*. 156(2): 247-252.
- Klunder-Klunder, M. and Flores-Huerta, S. (2011). Waist circumference values according to height percentiles: a proposal to evaluate abdominal obesity in Mexican children and adolescents between 6 and 16 years of age. *Archives of Medical Research*. 42(6): 515-522.
- López-González, D., Miranda-Lora, A., Klunder-Klunder, M., Queipo-García, G., Bustos-Esquivel, M., Paez-Villa, M., ..., and Garibay-Nieto, M. D. (2016). Diagnostic performance of waist circumference measurements for predicting cardiometabolic risk in Mexican children. *Endocrine Practice*. 22(10): 1170-1176.
- Ma, L., Cai, L., Deng, L., Zhu, Y., Ma, J., Jing, J., and Chen, Y. (2016). Waist circumference is better than other anthropometric indices for predicting cardiovascular disease risk factors in Chinese children—a cross-sectional study in Guangzhou. *Journal of Atherosclerosis and Thrombosis*. 23(3): 320-329.
- McCarthy, H., Jarrett, K., and Crawley, H. (2001). Original communications—The development of waist circumference percentiles in British children aged 5.0-16.9 years. *European Journal of Clinical Nutrition*. 55(10): 902-907.
- Monzani, A., Rapa, A., Prodam, F., Fuiano, N., Diddi, G., Petri, A., ..., and Bona, G. (2016). High discrepancy in abdominal obesity prevalence according to diffe-

rent waist circumference cut-offs and measurement methods in children: need for age-risk-weighted standardized cut-offs? *PloS One*. 11(1): e0146579.

OMS, Organización Mundial de la Salud (2011). Waist circumference and waist-hip ratio. [En línea]. Disponible en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44583/1/9789241501491_eng.pdf. Fecha de consulta: 13 de septiembre de 2017.

Patry-Parisien, J., Shields, M., and Bryan, S. (2012). Comparison of waist circumference using the World Health Organization and National Institutes of Health protocols. *Health Reports*. 23(3): 53-60.

Pettitt, D. J., Talton, J. W., Liese, A. D., Liu, L. L., Crimmins, N., West, N. A., ..., and Kahn, H. (2012). Comparison of two waist circumference measurement protocols: the SEARCH for diabetes in youth study. *Pediatric Obesity*. 7(6): e81-e85.

Ross, R., Berentzen, T., Bradshaw, A. J., Janssen, I., Kahn, H. S., Katzmarzyk, P. T., ..., and Després, J. P. (2008). Does the relationship between waist circumference, morbidity and mortality depend on measurement protocol for waist circumference? *Obesity Reviews*. 9(4): 312-325.

Ross, W. D. y Marfell-Jones, M. J. (2005). Cineantropometría. En J. D. MacDougall, H. A. Wenger y H. J. Green (Eds.), *Evaluación fisiológica del deportista* (pp. 277-380). Barcelona: Ediciones Paidotribo.

Rudolf, M. C., Walker, J., and Cole, T. J. (2007). What is the best way to measure waist circumference? *International Journal of Pediatric Obesity*. 2(1): 58-61.

Sabin, M. A., Wong, N., Campbell, P., Lee, K. J., McCallum, Z., and Werther, G. A. (2014). Where should we measure waist circumference in clinically overweight and obese youth? *Journal of Paediatrics and Child health*. 50(7): 519-524.

Sant'Anna, M. D., Tinoco, A. L., Rosado, L. E., Sant'Ana, L. F., Mello, A. D., Brito, I. S., ..., and Santos, T. F. (2009). Body fat assessment by bioelectrical impedance and its correlation with different anatomical sites used in the measurement of waist circumference in children. *Journal de Pediatria*. 85(1): 61-66.

Sarli, R. and Shariatpanahi, Z. V. (2016). Comparison of waist circumference measured at four sites in healthy Iranian adults. *Malaysian Journal of Nutrition*. 22(2): 182-189.

Savva, S., Tornaritis, M., Savva, M., Kourides, Y., Panagi, A., Silikiotou, N., ..., and Kafatos, A. (2000). Waist circumference and waist-to-height ratio are better predictors of cardiovascular disease risk factors in chil-

dren than body mass index. *International Journal of Obesity*. 24(11): 1453-1458.

Shephard, R. J., Labarre, R., Jéquier, J. C., Lavalée, H., Rajic, M., and Volle, M. (1985). The "unisex phantom," sexual dimorphism. *American Journal of Physical Anthropology*. 67(4): 403-412.

Schröder, H., Ribas, L., Koebnick, C., Funtikova, A., Gomez, S. F., Fito, M., ..., and Serra-Majem, L. (2014). Prevalence of abdominal obesity in Spanish children and adolescents. Do we need waist circumference measurements in pediatric practice? *PLoS One*. 9(1): e87549.

Shi, W., Neubeck, L., and Gallagher, R. (2016). Measurement matters: A systematic review of waist measurement sites for determining central adiposity. *Collegian*. 24(5): 513-523.

Spolidoro, J. V., Pitrez-Filho, M. L., Vargas, L. T., Santana, J. C., Pitrez, E., Hauschild, J. A., ..., and Piva, J. P. (2013). Waist circumference in children and adolescents correlate with metabolic syndrome and fat deposits in young adults. *Clinical Nutrition*. 32(1): 93-97.

Stewart, A., Marfell-Jones, M. O. T., and Ridder, H. D. (2011). *Protocolo internacional para la valoración antropométrica*. Lower Hutt, New Zealand: International Society for the Advancement of Kinanthropometry. 101 Pp.

Verweij, L. M., Terwee, C. B., Proper, K. I., Hulshof, C. T., and Van-Mechelen, W. (2013). Measurement error of waist circumference: gaps in knowledge. *Public health nutrition*. 16(2): 281-288.

Wang, J., Thornton, J. C., Bari, S., Williamson, B., Gallagher, D., Heymsfield, S. B., ..., and Pi-Sunyer, F. X. (2003). Comparisons of waist circumferences measured at 4 sites. *American Society for Clinical Nutrition*. 77(2): 379-84.

Ward, R., Ross, W., Leyland, A., and Selbie, S. (1989). *The advanced O-Scale physique assessment system*. Burnaby, Vancouver: Kinemetrix Inc. 87 Pp.

Wimonpeerapattana, W. and Yamborisut, U. (2013). Receiver operating characteristic (ROC) curves to identify waist circumference cut-off points for predicting the overweight and obese school children. *Research Journal*. 18(5): 861-868.

Yang, C. and Wang, L. (2017). Comparisons of waist circumference measurements at five different anatomical sites in Chinese children. *BioMed Research International*. 1-8.