

## ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

## Circunferencia de cintura y su asociación con factores de riesgo cardiovascular en niños y adolescentes con obesidad

### *Waist circumference and association with cardiovascular risk factors in obese children and adolescents*

Enrique Romero-Velarde,<sup>1,2,3</sup> Edgar M. Vásquez-Garibay,<sup>1,2</sup> Yussani A. Álvarez-Román,<sup>3</sup> Salvador Fonseca-Reyes,<sup>4</sup> Erika Casillas Toral,<sup>1</sup> Rogelio Troyo Sanromán<sup>2</sup>

#### RESUMEN

**Introducción.** Se ha demostrado que algunos indicadores indirectos de adiposidad, como el índice de masa corporal, se asocian con alteraciones metabólicas que incluyen los factores de riesgo cardiovascular. El objetivo de este trabajo fue evaluar la asociación de los valores del índice de masa corporal (IMC) y circunferencia de cintura (CC) con factores de riesgo cardiovascular en niños y adolescentes con obesidad.

**Métodos.** Se llevó a cabo un estudio transversal en 115 niños y adolescentes con obesidad (IMC > + 2.0 DE). Se determinaron los valores de peso, talla y circunferencia de cintura. Se midió la presión arterial (PA) y las concentraciones séricas del perfil de lípidos, glucosa e insulina. Se calculó el índice HOMA-IR. Se identificó la correlación entre IMC y CC con parámetros bioquímicos y PA. Se realizaron modelos multivariados para evaluar la asociación de IMC y CC con factores de riesgo cardiovascular.

**Resultados.** La edad promedio fue de  $9.75 \pm 3.1$  años. Se identificó una correlación positiva y significativa de IMC y CC con PA, insulina y HOMA-IR. En modelos multivariados, tanto IMC como CC mostraron asociación con PA y alteraciones metabólicas.

**Conclusiones.** En niños y adolescentes con obesidad, tanto la CC como el IMC se asocian con las alteraciones de la PA, insulina y HOMA-IR.

**Palabras clave:** obesidad, obesidad abdominal, factores de riesgo cardiovascular, niños y adolescentes.

#### ABSTRACT

**Background.** It has been demonstrated that indirect indicators of adiposity such as body mass index are associated with metabolic disorders including cardiovascular risk factors. The objective was to evaluate the association of body mass index (BMI) and waist circumference (WC) with cardiovascular risk factors in obese children and adolescents.

**Methods.** Cross-sectional study in 115 obese children and adolescents (BMI >+ 2.0 SD). Weight, height and waist circumference were measured. Blood pressure (BP), serum lipid profile, glucose and insulin were determined and HOMA-IR index was calculated. The correlation between BMI and WC with biochemical parameters and BP was identified; multivariate models were performed to evaluate the association of BMI and WC with cardiovascular risk factors.

**Results.** Mean age was  $9.75 \pm 3.1$  years. A significant positive correlation of BMI and WC with BP, insulin and HOMA-IR was identified. In multivariate models, both BMI and WC showed an association with these alterations.

**Conclusions.** In obese children and adolescents, both the WC and BMI are associated with alterations in BP, insulin and HOMA-IR.

**Key words:** obesity, abdominal obesity, cardiovascular risk factors, children and adolescents.

<sup>1</sup> Instituto de Nutrición Humana, Departamento de Reproducción Humana, Crecimiento y Desarrollo Infantil

<sup>2</sup> Centro Universitario de Ciencias de la Salud, Universidad de Guadalajara

<sup>3</sup> Clínica para la atención de Niños y Adolescentes con Obesidad, División de Pediatría

<sup>4</sup> Clínica de Hipertensión, Hospital Civil de Guadalajara Dr. Juan I. Menchaca Guadalajara, Jalisco

México

Fecha de recepción: 25-01-13

Fecha de aceptación: 06-06-13

## INTRODUCCIÓN

El sobrepeso y la obesidad en niños y adolescentes se consideran un problema de salud pública alrededor del mundo, tanto por su elevada prevalencia como por su asociación con diferentes comorbilidades. Entre estas destacan las alteraciones metabólicas que incluyen factores de riesgo cardiovascular (FRC).<sup>1,2</sup>

Se ha señalado que las enfermedades cardiovasculares en adultos con obesidad resultan de la acumulación de lípidos aterogénicos y cambios inflamatorios asociados con el exceso de tejido adiposo, a través de la producción de hormonas, péptidos y otras moléculas que afectan la función cardiovascular.<sup>3</sup> Además, se ha especulado que los depósitos viscerales de grasa liberan mayores cantidades de ácidos grasos libres y citocinas proinflamatorias que la grasa subcutánea, por lo que la acumulación de grasa abdominal se asocia con mayor riesgo cardiovascular.<sup>4</sup>

En niños y adolescentes se ha demostrado que algunos indicadores indirectos de adiposidad, como el índice de masa corporal (IMC), se asocian con la presencia de estas alteraciones. Sin embargo, el IMC presenta limitaciones, ya que su incremento puede relacionarse con el incremento de masa libre de grasa y su relación con adiposidad varía de acuerdo con la edad, sexo y grado de madurez sexual.<sup>5,6</sup> Por tanto, desde finales de la década de los 90 se ha señalado que la medición de la circunferencia de la cintura (CC), como indicador de adiposidad visceral, puede ser un mejor predictor de los FRC.<sup>7,8</sup>

La mayoría de estudios, incluyendo algunos realizados en nuestro país, han descrito estas alteraciones en grupos de población abierta que incluye niños con normopeso, sobrepeso y obesidad. Estos reportes señalan que la frecuencia de alteraciones aumenta conforme incrementan los valores del IMC y CC, particularmente en casos de sobrepeso y obesidad.<sup>9,10</sup> La inclusión de niños con normopeso y sobrepeso puede ser una desventaja en la identificación de estas asociaciones, ya que el incremento moderado del IMC no indica necesariamente un exceso de adiposidad y, por tanto, puede no asociarse con los FRC.<sup>6,11</sup> De esta manera, se ha señalado que para estos casos la medición de la CC podría constituirse como una alternativa para la predicción de riesgo metabólico y cardiovascular.<sup>6</sup>

El estudio de niños y adolescentes con obesidad, en quienes los valores elevados del IMC se asocian invariablemente con la acumulación excesiva de tejido adiposo,

permitiría evaluar mejor la posible contribución de la adiposidad abdominal en la predicción de FRC.<sup>12</sup> Por tanto, se realizó este estudio en un grupo de niños y adolescentes con obesidad con el propósito de valorar si la obesidad abdominal evaluada a través de la medición de la CC se asocia con los FRC.

## MÉTODOS

Se realizó un estudio transversal en 115 pacientes, que acudieron de forma espontánea a la Clínica para la Atención de Niños y Adolescentes con Obesidad, de la División de Pediatría, Hospital Civil de Guadalajara Dr. Juan I. Menchaca (HCG-JIM), durante el periodo comprendido de enero de 2009 a enero de 2012. Se incluyeron todos los pacientes que acudieron a consulta de primera vez, de cualquier sexo, que presentaran obesidad exógena y que fueran acompañados por uno de sus padres. El HCG-JIM es una institución que atiende a la población abierta, en su mayoría de estratos socioeconómicos medio-bajo y bajo. En todos los casos un médico realizó la historia clínica y la exploración física. La medición de la presión arterial la realizó personal capacitado con procedimientos estandarizados: por triplicado, con esfigmomanómetro de mercurio, utilizando un brazalete apropiado de acuerdo con el tamaño del brazo del paciente. Las mediciones se compararon con los valores ajustados para edad, sexo y talla publicados por el Programa Nacional de Educación para la Presión Arterial de los Estados Unidos de Norteamérica. Se consideró la presencia de pre-hipertensión con valores de percentil entre 90 y 94 e hipertensión con valores  $\geq$  percentil 95.<sup>13</sup> Las mediciones antropométricas (peso, talla y circunferencia de cintura) fueron realizadas por nutriólogas capacitadas para ello y de acuerdo con las técnicas internacionales.<sup>14</sup> Para la medición del peso se utilizó una báscula (SECA modelo 701021994) con precisión de 100 g; la talla, con un estadiómetro (SECA modelo 240). La circunferencia de cintura se determinó con el sujeto de pie frente al examinador, con los brazos a los lados, los pies juntos y el torso desnudo; se localizó el borde de la cresta iliaca y la última costilla y se marcó el punto medio de la distancia entre estos dos puntos. Allí se realizó la medición, utilizando una cinta metálica de 0.6 mm de ancho.<sup>15</sup> Con los datos obtenidos, se calcularon los índices antropométricos talla para la edad e IMC. El diagnóstico de obesidad se realizó cuando  $IMC > + 2.0$  DE (desvia-

ción estándar) para edad y sexo, de acuerdo con los patrones de referencia de la OMS.

A todos los pacientes se les solicitaron exámenes de laboratorio, que incluyeron glucosa, insulina y perfil de lípidos. Las concentraciones de glucosa y lípidos (colesterol total, fracciones de lipoproteínas de alta densidad [HDL], baja densidad [LDL] y triglicéridos) se determinaron de forma cuantitativa en el sistema SYNCHRON®. La concentración de insulina, con el equipo Access Ultrasensitive Insulin Beckman Coulter. Se realizó un inmunoensayo de quimioluminiscencia para la determinación cuantitativa de los niveles de insulina en suero y plasma. Se consideraron, como límites de normalidad, las concentraciones de colesterol total  $\geq 200$  mg/dl, colesterol LDL  $\geq 130$  mg/dl, colesterol HDL  $\leq 40$  mg/dl, triglicéridos  $\geq 150$  mg/dl, glucosa  $\geq 100$  mg/dl e insulina  $\geq 20$ . Con los valores de las concentraciones de glucosa e insulina se calculó el HOMA-IR (modelo para la evaluación de la homeostasis de glucosa):  $(\text{glucosa}/18) \times (\text{insulina}/22.5)$  considerando los valores  $>3.8$  como indicadores de resistencia a insulina.<sup>16,17</sup>

### Análisis estadístico

Se realizaron estadísticas descriptivas de las variables de estudio: el análisis de correlación (Pearson) entre los valores del índice de masa corporal y la circunferencia de la cintura con los valores de la presión arterial sistólica, diastólica, colesterol total, colesterol LDL, colesterol HDL, triglicéridos, glucosa, insulina e índice HOMA-IR. Se realizaron modelos

multivariados ajustados a edad y sexo, considerando a las variables del perfil de lípidos, glucosa, insulina, HOMA-IR y presión arterial como variables dependientes e IMC y CC como independientes. Se consideró un valor de  $p < 0.05$  como significativo. El estudio se llevó a cabo con la autorización de los sujetos de estudio y sus padres, y con la aprobación del Comité de Ética e Investigación del Hospital.

### RESULTADOS

Se incluyeron 115 pacientes, 60% de sexo masculino y 40% femenino. La edad promedio fue de  $9.75 \pm 3.1$  años. El promedio de las edades del padre y la madre fueron de 40.4 y 37.5 años, respectivamente. Respecto de los antecedentes familiares, 95.7% reportaron antecedentes de obesidad en los padres o en alguna de las ramas familiares y 74.3% de diabetes mellitus. En todos los casos se obtuvieron los valores de peso y talla de la madre, con los que se calculó el IMC. El 50% presentó obesidad ( $\text{IMC} \geq 30$ ) y 31.1%, sobrepeso ( $\text{IMC} = 25-29.9$ ). Dos de las madres y un padre reportaron padecer diabetes mellitus tipo 2. El promedio del peso al nacimiento fue de  $3,312 \pm 648$  g. En 13.2% se reportó el antecedente de ser productos de pre-término.

Se muestran los promedios de los valores antropométricos, de presión arterial y de las variables bioquímicas de acuerdo con el sexo (Cuadro 1). Únicamente los valores de IMC fueron superiores significativamente en hombres. Se identificaron valores alterados de glucosa en 7% de sujetos,

**Cuadro 1.** Características antropométricas, bioquímicas y presión arterial en niños y adolescentes con obesidad

Variable	Hombres (n =69)		Mujeres (n =46)	
	Promedio	DE	Promedio	DE
Edad (años)	9.6	3.0	9.9	1.3
IMC (Z) *	4.0	1.6	3.3	0.9
Índice talla/edad (Z)	0.9	1.0	0.6	1.1
Circunferencia de cintura (cm)	88.3	11.7	86.1	12.2
Glucosa (mg/dl)	86.8	10.0	85.2	11.3
Insulina ( $\mu\text{U}/\text{ml}$ )	16.7	11.8	17.2	10.6
HOMA-IR	3.6	2.8	3.7	2.5
Colesterol total (mg/dl)	161.8	32.2	165.8	31.0
Colesterol HDL (mg/dl)	36.8	9.8	34.9	9.7
Colesterol LDL (mg/dl)	93.2	25.1	97.9	27.8
Triglicéridos (mg/dl)	158.9	106.4	163.8	70.4
PA sistólica (mmHg)	105.0	12.1	101.0	13.3
PA diastólica (mmHg)	61.3	10.2	63.0	10.1

DE: desviación estándar; IMC: índice de masa corporal; HOMA-IR: modelo para la evaluación de la homeostasis de glucosa; HDL: lipoproteínas de alta densidad; LDL: lipoproteínas de baja densidad; PA: presión arterial; \* $p = 0.005$  (t de Student; hombres vs. mujeres)

de insulina en 32.5%, HOMA-IR 36%, colesterol total 13.9%, colesterol HDL 48.7%, colesterol LDL 10.4%, triglicéridos 46.1%, presión arterial sistólica 7.3% y diastólica en 3.7%.

Se muestran los valores de las correlaciones de IMC y CC con las variables bioquímicas y presión arterial (Cuadro 2). Las correlaciones fueron positivas y significativas en los casos de los valores de presión arterial sistólica, diastólica, insulina y HOMA-IR, tanto con IMC como con CC. Los valores de HDL mostraron correlación negativa con CC. En los casos de insulina y HOMA-IR, los coeficientes de correlación fueron superiores con la CC.

Debido a la correlación entre los valores de IMC y CC ( $r = 0.79$ ), los modelos multivariados ajustados a edad y sexo se realizaron en forma separada, con IMC y con CC como variables independientes. En los dos casos, se man-

tuvieron asociados con los valores de la presión arterial diastólica, insulina y HOMA-IR. No así, la presión arterial sistólica y los valores de HDL. En todos los casos, la CC explica una mayor variabilidad de los FRC que mostraron asociación, pero la fuerza de asociación fue similar y significativa para ambos casos (CC e IMC) (Cuadro 3).

## DISCUSIÓN

La presencia de obesidad en niños y adolescentes se ha convertido en uno de los problemas de salud de mayor prevalencia alrededor del mundo. Es preocupante su asociación con FRC desde etapas tempranas de la vida, porque se consideran el inicio del proceso aterosclerótico determinante para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares en el adulto.<sup>18</sup> Por tanto, existe el interés de contar con indicadores antropométricos asociados con la presencia de estas alteraciones, que permitan identificar individuos en riesgo. La mayoría de estudios realizados en este sentido han concluido que tanto el IMC como la CC se asocian con FRC y que la CC puede ser un mejor predictor sobre el riesgo de su presencia, particularmente en adultos.<sup>6,19,20</sup>

En este trabajo, todos los pacientes presentaban obesidad, con promedios del IMC que rebasaron las 3.0 desviaciones estándar tanto en hombres como en mujeres, y la mayoría presentaban obesidad abdominal. Este hecho es importante, ya que la obesidad abdominal implica un riesgo adicional al que se identifica a través de la medición del IMC.

La correlación positiva de IMC y CC con presión arterial, insulina y HOMA-IR, con valores superiores en los dos últimos con CC, sugiere que, aún en sujetos con obesidad, el riesgo de estas alteraciones aumenta con la mayor acumulación de grasa en la región abdominal. Los resultados (con excepción de la PA sistólica) fueron confirmados

**Cuadro 2.** Coeficientes de correlación<sup>1</sup> de la circunferencia de cintura e índice de masa corporal con presión arterial y variables bioquímicas

	Índice de masa corporal	Circunferencia de cintura
Índice de masa corporal (kg/m <sup>2</sup> )	–	0.79*
Circunferencia de cintura (cm)	0.79*	–
Presión arterial sistólica (mmHg)	0.32**	0.32**
Presión arterial diastólica (mmHg)	0.39*	0.41*
Glucosa (mg/dl)	0.14	0.16
Insulina (μU/ml)	0.48*	0.58*
HOMA-IR	0.46*	0.55*
Triglicéridos (mg/dl)	0.05	0.09
Colesterol total (mg/dl)	0.06	0.08
Colesterol HDL (mg/dl)	-0.14	-0.19***
Colesterol LDL (mg/dl)	0.16	0.07

<sup>1</sup>Correlación de Pearson; HOMA-IR: modelo para la evaluación de la homeostasis de glucosa; HDL: lipoproteínas de alta densidad; LDL: lipoproteínas de baja densidad

\* $p < 0.001$ ; \*\* $p < 0.01$ ; \*\*\* $p < 0.05$

**Cuadro 3.** Análisis de regresión múltiple ajustado por edad y sexo para evaluar la contribución del índice de masa corporal y la circunferencia de cintura sobre los valores de la presión arterial diastólica, insulina y HOMA-IR

	Presión arterial diastólica			Insulina			HOMA-IR		
	Coef	IC 95%	$p$	Coef	IC 95%	$p$	Coef	IC 95%	$p$
Índice de masa corporal	0.62	0.15;1.09	<0.01	0.80	0.29;1.31	<0.001	0.18	0.05;0.30	<0.001
R <sup>2</sup>		0.20			0.30			0.27	
Circunferencia de cintura	0.33	0.11;0.56	<0.01	0.49	0.25;0.72	<0.001	0.11	0.05;0.16	<0.001
R <sup>2</sup>		0.20			0.36			0.32	

Coef: coeficientes  $\beta$  ajustados por edad y sexo; R<sup>2</sup>: coeficiente de determinación ajustado de cada modelo; HOMA-IR: modelo para la evaluación de la homeostasis de glucosa

en modelos multivariados ajustados por edad y sexo en los que la CC explica mayor variabilidad de los FRC, aunque la fuerza de la asociación fue similar para ambas mediciones. Estos resultados coinciden con reportes que señalan que, en adolescentes con obesidad y un IMC similar, la sensibilidad a la insulina es menor en aquellos con mayor adiposidad abdominal.<sup>21,22</sup>

Estudios similares al presente trabajo han identificado la utilidad de la medición de la circunferencia de cintura en pacientes con obesidad. Raman y colaboradores, al estudiar 121 niños y adolescentes afroamericanos con sobrepeso u obesidad (IMC > percentil 85), identificaron una asociación independiente de la CC con la presión arterial diastólica y con colesterol HDL.<sup>23</sup> Bassali y colaboradores reportaron un mayor riesgo de valores anormales de HDL, insulina y triglicéridos asociados con la CC en 188 niños con obesidad (7-11 años).<sup>12</sup> Además, en otro estudio realizado en Korea, en 175 adolescentes con sobrepeso u obesidad en quienes se evaluó la adiposidad visceral y subcutánea a través de tomografía computarizada, se identificó la asociación de adiposidad visceral con la presión arterial, insulina, HOMA-IR, colesterol HDL y triglicéridos.<sup>24</sup> Janssen y colaboradores evaluaron los datos del Bogalusa Heart Study en 2,597 niños y adolescentes de 5 a 18 años. Concluyeron, de manera similar al presente trabajo, que las dos variables antropométricas predicen los FRC.<sup>25</sup>

Las diferencias en la magnitud y las variables con las que se asocia la obesidad abdominal pueden corresponder a diferencias en las edades de los sujetos de estudio, aspectos étnicos, ambientales o diferencias entre los diseños de los estudios; sin embargo, los hallazgos que señalan mayor riesgo cardiovascular en niños y adolescentes con obesidad y exceso de adiposidad abdominal son consistentes.

El presente trabajo tiene como limitaciones contar con un grupo de sujetos que acude para recibir atención hospitalaria y que no representa a los niños y adolescentes con obesidad en la comunidad. También, carecer de datos nacionales sobre la distribución de la CC para establecer puntos de corte apropiados y determinar la presencia de obesidad abdominal con base en la predicción de riesgos. Por esta razón, sería importante contar con valores de referencia de CC para nuestra población.

Podemos concluir que la presencia de obesidad abdominal se asocia con factores de riesgo metabólico y cardiovascular aunque, en este estudio, no fue posible identificar

un efecto independiente del IMC por su elevada correlación. La fuerza de asociación de IMC y CC con los FRC fue similar, por lo que las dos mediciones pueden ser consideradas para la evaluación de niños y adolescentes con obesidad. El exceso de adiposidad abdominal evaluado a través de la CC parece ser un indicador más sensible de alteraciones en el metabolismo de insulina, por lo que se ha considerado en el diagnóstico del síndrome metabólico en adolescentes.<sup>26</sup> La medición de la CC es relativamente sencilla. Por ello, es deseable que se incorpore de manera sistemática en la evaluación del sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes.

*Autor de correspondencia:*

Dr. Enrique Romero Velarde

Correo electrónico: erv205@hotmail.com

## REFERENCIAS

1. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of the WHO Consultation. Disponible en: [http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO\\_TRS\\_894.pdf](http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_894.pdf)
2. Rome ES. Obesity prevention and treatment. *Pediatr Rev* 2011;32:363-373.
3. Wang Z, Nakayama T. Inflammation, a link between obesity and cardiovascular disease. *Mediators Inflamm* 2010;2010:535918.
4. Fain JN, Madan AK, Hiler ML, Cheema P, Bahouth SW. Comparison of the release of adipokines by adipose tissue, adipose tissue matrix, and adipocytes from visceral and subcutaneous abdominal adipose tissues of obese humans. *Endocrinology* 2004;145:2273-2282.
5. Cole TJ, Rolland-Cachera MF. Measurement and definition. En: Burniat W, Cole T, Lissau I, Poskitt E, eds. *Child and Adolescent Obesity. Causes and Consequences, Prevention and Management*. UK: Cambridge University Press; 2002. pp. 3-27.
6. Freedman DS, Dietz WH, Srinivasan SR, Berenson GS. Risk factors and adult body mass index among overweight children: the Bogalusa Heart Study. *Pediatrics* 2009;123:750-757.
7. Freedman DS, Serdula MK, Srinivasan SR, Berenson GS. Relation of circumferences and skinfold thicknesses to lipid and insulin concentrations in children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Am J Clin Nutr* 1999;69:308-317.
8. Savva CS, Tornaritis M, Savva ME, Kourides Y, Panagi A, Siliotiou N, et al. Waist circumference and waist-to-height ratio are better predictors of cardiovascular disease risk factors in children than body mass index. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2000;24:1453-1458.
9. Flores-Huerta S, Klunder-Klunder M, Reyes de la Cruz L, Santos JI. Increase in body mass index and waist circumference is associated with high blood pressure in children and adolescents in Mexico City. *Arch Med Res* 2009;40:208-215.
10. Del-Río-Navarro BE, Velázquez-Monroy O, Lara-Esqueda A, Violante-Ortiz R, Fanghanel G, Perez-Sanchez L, et

- al. Obesity and metabolic risks in children. *Arch Med Res* 2008;39:215-221.
11. Bray GA, DeLany JP, Harsha DW, Volaufova J, Champaigne CC. Evaluation of body fat in fatter and leaner 10-year-old African American and white children: the Baton Rouge Children's Study. *Am J Clin Nutr* 2001;73:687-702.
  12. Bassali R, Waller JL, Gower B, Allison J, Davis CL. Utility of waist circumference percentile for risk evaluation in obese children. *Int J Pediatr Obes* 2010;5:97-101.
  13. National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents. The Fourth Report on the Diagnosis, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure in Children and Adolescents. *Pediatrics* 2004;114(suppl 2):555-576.
  14. World Health Organization. Training Course on Child Growth Assessment. WHO Child Growth Standards. Geneva: WHO; 2008. Disponible en: [http://www.who.int/childgrowth/training/module\\_h\\_directors\\_guide.pdf](http://www.who.int/childgrowth/training/module_h_directors_guide.pdf)
  15. Gibson RS. Principles of Nutritional Assessment. New York: Oxford University Press; 1990.
  16. Expert panel on integrated guidelines for cardiovascular health and risk reduction in children and adolescents: summary report. *Pediatrics* 2011;128(suppl 6):S213-S256.
  17. Calzada LR, Dorantes AL, Barrientos PM. Recomendaciones de la Sociedad Mexicana de Endocrinología Pediátrica, A. C. para el tratamiento de obesidad en niños y adolescentes. *Acta Pediatr Mex* 2006;27:279-288.
  18. Berenson GS, Srinivasan SR, Bao W, Newman WP 3rd, Tracy RE, Wattingney WA. Association between multiple cardiovascular risk factors and atherosclerosis in children and young adults. The Bogalusa Heart Study. *N Engl J Med* 1998;338:1650-1656.
  19. Ardern CI, Katzmarzyk PT, Janssen I, Ross R. Discrimination of health risk by combined body mass index and waist circumference. *Obes Res* 2003;11:135-142.
  20. Janssen I, Katzmarzyk PT, Ross R. Waist circumference and not body mass index explains obesity-related health risk. *Am J Clin Nutr* 2004;79:379-384.
  21. Hirschler V, Aranda C, Calcagno M de L, Maccalini G, Jadzinsky M. Can waist circumference identify children with the metabolic syndrome? *Arch Pediatr Adolesc Med* 2005;159:740-744.
  22. Bacha F, Saad R, Gungor N, Arslanian SA. Are obesity-related metabolic risk factors modulated by the degree of insulin resistance in adolescents? *Diabetes Care* 2006;29:1599-1604.
  23. Raman A, Sharma S, Fitch MD, Fleming SE. Anthropometric correlates of lipoprotein profile and blood pressure in high BMI African American children. *Acta Paediatr* 2010;99:912-919.
  24. Kim JA, Park HS. Association of abdominal fat distribution and cardiometabolic risk factors among obese Korean adolescents. *Diabetes Metab* 2008;34:126-130.
  25. Janssen I, Katzmarzyk PT, Srinivasan SR, Chen W, Malina RM, Bouchard C, et al. Combined influence of body mass index and waist circumference on coronary artery disease risk factors among children and adolescents. *Pediatrics* 2005;115:1623-1630.
  26. Zimmet P, Alberti KG, Kaufman F, Tajima N, Silink M, Arslanian S, et al. The metabolic syndrome in children and adolescents— an IDF consensus report. *Pediatr Diabetes* 2007;8:299-306.