

Índice cintura/estatura como predictor de presión arterial en niños mexicanos. Estudio de seguimiento

Eduardo Rangel-Baltazar,* Salvador Villalpando*

*Instituto Nacional de Salud Pública.

Waist-to-height ratio as a predictor of blood pressure in Mexican children. Follow-up study

RESUMEN

ABSTRACT

Objective. To assess the effect of increased waist-to-height ratio (WHtR) on the development of high blood pressure or hypertension in Mexican children. **Material and methods.** 313 preschoolers followed for one year. We measured height and waist circumference (WC) and calculated the WHtR (cm WC/cm height). Blood pressure was obtained with a mercury sphygmomanometer. Children were classified with high blood pressure according to the fourth report of diagnosis, evaluation and treatment of high blood pressure in children and adolescents. We assessed longitudinally the impact of body mass indicators (body mass index, WC and total fat) and WHtR on the development of high pressure in separate models. Longitudinal analysis was performed with random effects using Husman test for assessing the adequacy of the model. **Results.** WHtR 1.75 unit increased the risk of hypertension. **Conclusion.** The WHtR is a better predictor of hypertension compared to BMI and WC in preschool children followed over time.

Key words. Waist circumference. Waist-to-height ratio. High blood pressure.

Objetivo. Valorar el efecto del incremento en índice cintura-estatura (ICCE) sobre el desarrollo de presión arterial elevada en niños mexicanos. **Material y métodos.** Seguimiento de 313 niños preescolares durante un año. Se midió estatura y circunferencia de cintura (CC) y se calculó el ICCE (cm CC/cm estatura). La presión arterial (PA) se obtuvo con un esfigmomanómetro de mercurio. Se clasificaron a los niños con presión arterial elevada de acuerdo con el cuarto reporte de diagnóstico, evaluación y tratamiento de presión sanguínea elevada en niños y adolescentes. Se valoró longitudinalmente el impacto de indicadores de masa corporal (índice de masa corporal, CC y grasa total) e ICCE sobre el desarrollo de presión elevada en modelos independientes. Con efectos aleatorios usando la prueba de Husman para probar la adecuación del modelo. **Resultados.** El incremento de una unidad de ICCE aumenta 1.75 el riesgo de presentar HTA. **Conclusión.** El ICCE es un mejor predictor de PA elevada en comparación con IMC y CC en niños preescolares seguidos en el tiempo.

Palabras clave. Circunferencia de cintura. Índice cintura/estatura. Presión arterial elevada.

INTRODUCCIÓN

El problema de obesidad infantil ha adquirido una dimensión mundial,¹ en México el sobrepeso y obesidad se ha incrementado de manera importante en las últimas décadas. Según datos de la ENSANUT2012 es un problema de salud pública desde la etapa escolar donde 34% de los niños mexicanos tienen un peso elevado, manteniéndose en la adolescencia con 35%

y culmina en la edad adulta con una prevalencia alrededor de 72%.² La relevancia de este problema es su asociación con enfermedades crónicas no transmisibles, en especial con factores de riesgo cardiovascular en adultos³ y cada día hay más evidencia de su efecto en población de jóvenes y niños.⁴

A pesar de que el índice de masa corporal (IMC = kg/m²) es el indicador más utilizado para identificar niños con peso no saludable,^{5,6} no parece predecir

desenlaces adversos para la salud en población infantil.⁵ El exceso de grasa visceral se considera un factor de riesgo cardiovascular en la infancia.⁷⁻⁹ Existen varias medidas antropométricas de adiposidad central que se utilizan en estudios epidemiológicos con propósitos de tamizaje. La circunferencia de cintura (CC)¹⁰⁻¹³ y el índice de circunferencia de cintura/estatura (ICCE)¹⁴⁻¹⁷ han sido identificados como buenos predictores de adiposidad central. El ICCE proporciona un índice de adiposidad central adecuado para valorar riesgo cardiovascular, independiente de la estatura,^{14,18,19} proponiéndose el punto de corte de 0.5 como indicador de riesgo en adultos y niños.^{14,20,21}

La hipertensión primaria surge de una compleja interacción entre factores genéticos, ambientales y conductuales. La definición de hipertensión arterial (HTA) en adultos se basa en un incremento de la presión arterial que incide en un mayor riesgo de evento cardiovascular o muerte; sin embargo, en población infantil no existen datos contundentes al respecto.²² Sin duda, medidas antropométricas y factores de riesgo metabólicos interactúan de manera dinámica. Existe poca evidencia de la asociación entre la CC e ICCE con presión arterial longitudinalmente. Así, el objetivo de este estudio fue valorar el efecto del cambio de los indicadores de masa corporal (IMC, grasa corporal total, CC e ICCE) sobre desarrollo de presión arterial elevada en un grupo de niños mexicanos a lo largo de un año de seguimiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos utilizados para este estudio se obtuvieron de una cohorte de balance de energía y obesidad en niños mexicanos. Dicha cohorte se construyó con 328 preescolares sanos (cinco a seis años de edad) seleccionados por conveniencia de cinco jardines de niños localizados en colonias de nivel socioeconómico bajo, medio y alto en Cuernavaca, México. Los inscritos en los cinco jardines eran 710 niños. Para este análisis, se consideraron datos de 313 preescolares seguidos por un año. Se obtuvo consentimiento informado por escrito del padre o tutor de los participantes, de explicar las acciones involucradas en el estudio. El protocolo fue aprobado por los Comités de Ética, Bioseguridad e Investigación del Instituto Nacional de Salud Pública (INSP).

Se aplicó un cuestionario semi-estructurado de variables socioeconómicas y se midieron indicadores antropométricos: peso, con una balanza electrónica (Tanita Corporation, Modelo BWB-627-A, Japan) con precisión de 100g; estatura, se midió con un

estadiómetro rígido de madera con precisión de 1 mm (Shorr Productions, Olney, Maryland, USA) y la circunferencia de cintura con una cinta métrica flexible con una precisión de 1 mm. Las mediciones antropométricas se realizaron por personal y procedimiento estandarizados.²³ Con los datos de peso y estatura se calculó el IMC (kg/m^2) y considerando la edad se clasificaron a los niños con IMC normal, sobrepeso y obesidad,⁵ y por otro lado se obtuvo el percentil de estatura para edad según el CDC 2000. Con los datos de CC se clasificó a los niños con riesgo múltiple cuando rebasaban el percentil 90 de la NHANES;²⁴ se construyó el ICCE (centímetros de circunferencia de cintura/centímetros de estatura) clasificándose a los niños cuyo puntaje fuera > 0.5 con riesgo para enfermedad cardiovascular.^{20,21} Los niños con obesidad fueron referidos a un centro de salud para su tratamiento integral.

La composición corporal fue medida por densitometría mediante un pletismógrafo de desplazamiento de aire (BOD POD; Life M Measurement Inc. Concord, CA, USA). El equipo se calibró antes de cada medición con un cilindro de referencia de 49.273 L. Las mediciones se hicieron con los niños en traje de baño y gorra de natación para comprimir el cabello.^{25,26} Se realizó una predicción del volumen pulmonar para ajustar el volumen corporal crudo. Se obtuvo la densidad corporal (peso/volumen) y se calculó la masa grasa en kilogramos usando la ecuación de Siri.²⁷ La masa libre de grasa se obtuvo al restar la masa grasa del peso total.

Las mediciones de presión arterial se obtuvieron con un esfigmomanómetro de mercurio (Graham-Field, serie 03-225, Atlanta) con brazaletes adaptado para población infantil, con una precisión de 2 mmHg en el brazo derecho después de 10 min de reposo previo a la medición. Considerando estos valores y el percentil de estatura para la edad se clasificaron a los niños con presión arterial alta si presentaban al menos una medición de presión sistólica y/o diastólica por arriba del percentil 95 de acuerdo con el cuarto reporte de diagnóstico, evaluación y tratamiento de presión sanguínea elevada en niños y adolescentes 2004.²⁴

Se realizó un análisis exploratorio con medidas de tendencia central y dispersión para variables continuas, proporciones para las variables categóricas y análisis bivariado para asociar variables de antropometría y presión arterial. Mediante un análisis longitudinal de efectos aleatorios, considerando sexo y edad como covariables se construyeron modelos independientes con cada una de las variables de masa corporal. Se utilizó la prueba de Husman para

valorar la adecuación de los modelos. El nivel de significancia se consideró con una *p* de 5%.

RESULTADOS

Estos resultados incluyen la información de 313 niños enlistados en este análisis. En el cuadro 1 se muestran las características basales y del seguimiento de la población de estudio. En el jardín de niños el promedio de edad fue 4.9 ± 0.4 años y el tiempo de seguimiento fue de 0.95 ± 0.21 años. No hubo diferencias en edad, variables antropométricas y presión arterial por sexo en ambas mediciones, sólo cabe resaltar que los niños fueron más altos que las niñas en la medición basal (114.6 *vs.* 113 cm) y en el seguimiento (120 *vs.* 118 cm). Respecto a composición corporal, las niñas presentaron mayor porcentaje de grasa corporal en la medición basal (24.9 *vs.* 20%) y en el seguimiento (25.6 *vs.* 21.5%). Las medianas de ICCE en ambas mediciones estuvieron por debajo del punto de corte para considerarse de riesgo; sin embargo, los límites superiores estuvieron alrededor de 0.70.

La muestra estuvo conformada alrededor de 80% de niños con normopeso, misma que se mantuvo hasta el final del estudio. Las pérdidas en el seguimiento fueron menos de 9%. En el jardín de niños hubo una prevalencia de 9.97% de CC de riesgo, 30.03% de ICCE de riesgo y 24.9% de HTA. Al final del estudio, la disminución de nueve puntos porcentuales en HTA en un año de seguimiento (24.9 a 16.3%) se acompañó de un incremento de la prevalencia del ICCE de 30 a 49% (Cuadro 2).

En el cuadro 3 se muestran los modelos individuales donde la variable dependiente era la presencia de HTA y como variable independiente principal cada uno de los indicadores de masa corporal ajus-

tando por edad y sexo del niño. En el modelo 1 se observa que el solo incremento del peso corporal durante un año no se asocia al riesgo para desarrollar HTA. En los modelos 2 y 3, al incrementar una unidad de IMC y un cm de CC a través del tiempo, la probabilidad de HTA es de 0.034 y 0.13, respectivamente. Cuando se considera el ICCE como predictor, en el modelo 4, al incrementar a través del tiempo una unidad de este índice, se incrementa 1.754 el riesgo de presentar HTA. Esto quiere decir que la posibilidad de desarrollar HTA es del doble cuando se incrementa un cm/cm del ICCE en un año de seguimiento. Cuando modelamos la masa grasa como predictor de HTA, en el modelo 5 y 6, al incrementar un kilogramo a través del tiempo el riesgo se eleva en 0.010 y al ajustar por peso corporal se observó que un incremento de un punto porcentual se asociaba a 0.012 de riesgo para HTA, evidenciándose la influencia del sexo. Esto se explica por la diferencia en la composición corporal entre niños y niñas desde la basal. Nótese que en todos los modelos la edad resultó ser un factor protector significativo para HTA.

DISCUSIÓN

El crecimiento en la niñez es un proceso dinámico caracterizado por muchos cambios de redistribución de grasa corporal regido por adaptaciones hormonales propias de la etapa. El exceso de adiposidad durante la niñez puede acelerar el desarrollo puberal en niñas y retrasarlo en niños²⁸ y es expresado en la vida adulta como un factor de riesgo para síndrome metabólico.²⁹ En especial la HTA en la niñez incrementa significativamente el riesgo a la salud en la vida posterior.³⁰

La muestra demostró prevalencias de ICCE de riesgo de 30 y 24.9% de HTA en el basal. Estas

Cuadro 1. Características antropométricas y datos de presión arterial basal y en seguimiento en la muestra de niños.

Variable*	n	Basal	n	Seguimiento
Edad** (años)	313	5.9 ± 0.4	293	6.9 ± 0.4
Peso (kg)	313	19.8 (14-44.4)	293	22.4 (15.4-47.1)
Estatura** (cm)	313	113.67 ± 5.46 †	293	119.0 ± 5.79 †
IMC (kg/m ²)	313	15.42 (12.45-30.07)	293	15.89 (12.23-29.9)
MG (%)	309	21.9 (1.6-51.2)	284	23.15 (3.2-49.6)
CC (cm)	311	53.7 (45.7-81.6)	285	58.0 (46-86.5)
ICCE (cm/cm)	311	0.48 (0.40-0.69)	283	0.49 (0.41-0.71)
PS (mm Hg)	305	90.0 (53-120)	285	90.0 (70-110)
PD (mm Hg)	305	60.0 (40-92)	285	60.0 (50-88)

* Mediana (mínimo-máximo). ** Media \pm desviación estándar. IMC: índice de masa corporal. CC: circunferencia de cintura. ICCE: índice circunferencia de cintura/estatura. PS: presión sistólica. PD: presión diastólica. † Diferente por sexo, *p* = 0.03.

Cuadro 2. Prevalencias de factores de riesgo en los niños del estudio en etapa basal y seguimiento.

Factor de riesgo	n	Basal		n	Seguimiento	
		Total, % (n)			Total, % (n)	
IMC sobrepeso	313	11.5 (36)		293	14.3 (42)	
IMC obesidad	313	9.58 (30)		293	10.9 (32)	
CC	311	9.97 (31)		285	12.6 (36)	
ICCE	311	30.03 (94)		285	48.8 (153)*	
HTA	313	24.9 (78)		293	16.3 (51)*	

IMC: clasificación de Cole. CC: circunferencia de cintura de riesgo. ICCE: índice circunferencia de cintura/estatura de riesgo cardiovascular. HTA: hipertensión arterial. *Diferente del basal, $p < 0.008$.

Cuadro 3. Modelaje longitudinal de efectos aleatorios para los datos de presión arterial elevada (HTA) e indicadores de masa corporal.

	Variables predictoras	Coeficientes	p	Intervalo de confianza al 95%	
Modelo 1†	Peso (kg)	-0.024	0.182	-0.059	0.011
	Sexo	-	-	-	-
	Edad (años)	-0.001	0.064	-0.127	0.124
Modelo 2	IMC (peso/m ²)	0.034	0.000	0.022	0.046
	Sexo	-0.009	0.780	-0.072	0.054
	Edad (años)	-0.072	0.007	-0.124	-0.019
Modelo 3	CC (cm)	0.013	0.000	0.008	0.017
	Sexo	-0.0009	0.978	-0.065	0.063
	Edad (años)	-0.092	0.001	-0.148	-0.037
Modelo 4	ICCE (cm/cm)	1.754	0.000	1.123	2.386
	Sexo	-0.009	0.768	-0.074	0.055
	Edad (años)	-0.058	0.031	-0.111	-0.005
Modelo 5	mg (%)	0.012	0.000	0.008	0.016
	Sexo	-0.073	0.031	-0.140	-0.006
	Edad (años)	-0.067	0.013	-0.120	-0.014
Modelo 6	mg (kg)	0.010	0.002	0.003	0.017
	Sexo	-0.023	0.475	-0.089	0.041
	Edad (años)	-0.059	0.032	-0.113	-0.005

IMC: índice de masa corporal. CC: circunferencia de cintura. ICCE: índice cintura-estatura. MG: masa grasa. †Modelo de efectos fijos. *Estadísticamente significativo, $p < 0.05$.

cifras están por encima de las reportadas,³¹ y posiblemente se deban a la naturaleza de la muestra del estudio principal cuyo tema central era sobrepeso y obesidad en preescolares y donde la participación fue voluntaria.

Existen tres etapas del desarrollo infantil que representan un riesgo de enfermedad cardiovascular en niños: crecimiento prenatal, posnatal temprano y obesidad infantil. Cambios específicos en las características de las arterias como disfunción vascular endotelial (rigidez carotídea y disminución de la elasticidad arterial), alteraciones estructurales (disminución de la íntima y distensibilidad arterial) y disminución de la microvascularización, así como un incremento de la presión arterial son detectables en niños que tuvieron bajo peso al nacer, sugiriendo que el retraso en el crecimiento intrauterino podría programar el riesgo de enfermedad cardiovascular (ECV) en el futuro. Sin embargo, una tasa de crecimiento acelerado durante la infancia después de un periodo de desnutrición previa y el desarrollo temprano de obesidad se asocia con alteraciones vasculares, dificultando hacer una distinción entre la contribución de los patrones pre y posnatal para el riesgo cardiovascular posterior. Las relaciones entre patrones de crecimiento y riesgo de ECV son complicadas debido a la asociación entre el rápido crecimiento posnatal y desarrollo de obesidad en la infancia, condición asociada con cambios tempranos en la fisiología vascular que potencializa el efecto en resultados cardiovasculares sobre disfunción vascular endotelial, grosor disminuido de la íntima de la carótida y rigidez arterial.³² El crecimiento posnatal también incrementa directamente el riesgo de HTA en niños de tres a seis años.³³

El IMC no mide grasa directamente y su relación con adiposidad no es necesariamente estable a través del tiempo. Las valoraciones del estado de nutrición basadas en IMC podría subestimar el incremento de adiposidad en niños. Algún cambio en el tiempo en la relación del IMC y adiposidad crea un error entre la estimación actual de obesidad y predicción de riesgo de futuras enfermedades en la vida adulta.³⁴ Posible explicación por lo cual no se detectaron asociaciones entre IMC y PA elevada.

A edades tempranas es muy compleja la valoración de la composición corporal y sobre todo el uso de índices o indicadores de predicción de riesgo cardiovascular. A pesar de la fuerte asociación entre el ICCE y adiposidad abdominal en niños³⁵ hay poca evidencia de su asociación con diversos factores de riesgo. Aunque el ICCE ha mostrado superioridad sobre el IMC y CC para detectar factores de riesgo

cardiovascular en adultos,³⁶ este hallazgo es controversial en etapas tempranas y aun es objeto de investigación. Existe una correlación residual entre el ICCE y la estatura en niños y podría ser insuficiente para ajustar por crecimiento. Este índice discrimina niños con bajo y alto nivel de grasa total y visceral al menos en 90% de los casos³⁷ e identifica jóvenes con factores de riesgo cardiovascular.³⁸ Hay poca información acerca de los determinantes conductuales de CC e ICCE en niños; sin embargo, se han asociado positivamente al desayuno irregular, tiempo para ver televisión, televisión en el cuarto de los niños e inactividad física durante el recreo en niños de nueve a 11 años.³⁹

La evidencia de la aportación del ICCE en la predicción de PA elevada en población pediátrica está en construcción. Análisis transversales han puesto las bases para la asociación gruesa entre este índice y la PA elevada. Hace más de 10 años Savva, *et al.*, analizaron los datos de 1,987 niños de 10 a 14 años de edad y encontraron que la CC e ICCE son mejores predictores de riesgo cardiovascular específicamente en perfil de lípido de riesgo (colesterol HDL, LDL y total, así como triglicéridos), mientras que el IMC fue mejor predictor de PA elevada.⁴⁰ Posteriormente, Whitrow, *et al.*, en una muestra de 439 niños de 3.5 años de edad mediante análisis de regresión lineal independientes mostraron que el IMC es mejor predictor de presión arterial sistólica en comparación con el ICCE.⁴¹ Haas, *et al.*, en 3,850 niños de tres a 11 años mostraron que un ICCE por arriba del percentil 90 es el mejor predictor de riesgo cardiovascular valorado con un perfil adverso de lípidos (colesterol LDL, razón colesterol LDL/HDL, razón triglicérido/colesterol HDL elevados), encontrando al IMC como el mejor predictor de HTA.⁴² Dos años después Chiolero, *et al.*, observaron una débil capacidad de este índice para identificar casos de presión arterial elevada en 5,207 niños de 10 a 14 años.³¹

Maximova, *et al.*, en una cohorte de 630 niños de ocho a 10 años observaron que la CC y el ICCE no mostraban superioridad sobre el IMC para identificar niños con PA elevada. El IMC, CC e ICCE mostraron una habilidad similar y limitada para identificar niños con PA elevada. A pesar del diseño longitudinal, las asociaciones entre indicadores y PA se valoraron a través de regresiones logísticas multivariadas, y mediante el área bajo la curva se analizó la habilidad de los indicadores para identificar niños con PA elevada. Cabe destacar que estos niños tenían al menos un padre con obesidad, según criterio de elegibilidad de la familia en la cohorte.⁴³

Considerando el tipo de análisis, rango de edad de los estudios previos y el impacto de la composición corporal sobre esta asociación, los resultados deberían ser cuidadosamente interpretados. La adiposidad de rebote corresponde al segundo incremento en la curva de IMC que ocurre entre cinco y siete años de edad. Los cambios en IMC durante la adiposidad de rebote son debidos en mayor proporción a incremento de peso y no de estatura, aumento caracterizado por masa grasa.⁴⁴ El patrón típico asociado a un proceso de adiposidad de rebote temprano es un IMC bajo seguido por un incremento de la grasa corporal asociado a diabetes, enfermedad coronaria⁴⁵ y presión arterial elevada.⁴⁴

Existe una necesidad de estudios longitudinales que aborden esta asociación y puedan establecerse índices y puntos de corte que sirvan como herramienta de tamizaje en población pediátrica. La mayor aportación del presente estudio es el cambio longitudinal de las variables de masa corporal y su poder predictivo para HTA en niños preescolares. Los datos muestran que la grasa corporal total no es un predictor fuerte para alteraciones de la presión arterial, como lo es el depósito de grasa visceral reportado en otros estudios.⁷⁻⁹ Lo anterior como fundamento de la fuerte asociación entre el ICCE y presión arterial documentada en la literatura.^{46,47} Los datos mostraron que el incremento en 1 cm/cm de este índice a través del tiempo duplica el riesgo de desarrollar HTA en preescolares. A nuestro parecer faltan estudios longitudinales que exploren el valor predictivo del ICCE sobre riesgo cardiovascular junto con otras variables de adiposidad central e indicadores bioquímicos que enriquezcan el conocimiento sobre distribución de grasa corporal, alteración en la presión arterial y otros factores de riesgo cardiovascular.

El impacto de las medidas de masa corporal sobre factores de riesgo es incierto en población infantil por el periodo de crecimiento inherente a la edad. Nuestros datos muestran que el ICCE fue un buen predictor de HTA en niños preescolares seguidos en el tiempo. Existe la necesidad de explorar más a detalle el efecto de la masa corporal y en especial la distribución de la grasa corporal sobre el desarrollo de alteraciones en la fisiología vascular y la susceptibilidad a desarrollar HTA en la infancia.

AGRADECIMIENTOS

A Nelva Estrada y Emma Castrejón por su valiosa participación en la recolección de datos de este estudio.

1. Wang Y, Lobstein T. Worldwide trends in childhood overweight and obesity. *Int J Pediatr Obes* 2006; 1(1): 11-25.
2. ENSANUT 2006. Shamah-levy T, Villalpando-Hernández S, Rivera-Dommarco JA. INSP.
3. Matsuzawa Y, Funahashi T, Nakamura T. The concept of metabolic syndrome: contribution of visceral fat accumulation and its molecular mechanism. *J Atheroscler Thromb* 2011; 18(8): 629-39.
4. Berenson GS, Sirinivasan SR, Bao W, Newman WP, Tracy RE, Wattiney WA. Association between multiple cardiovascular risk factors and atherosclerosis in children and young adults. *N Engl J Med* 1998; 338: 1650-6.
5. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ* 2000; 320(7244): 1240-3.
6. Freedman DS, Bettylou S. The validity of BMI as an indicator of body fatness and risk among children. *Pediatrics* 2009; 124: S23-S43.
7. Maffei C, Pietrobelli A, Grezzani A, Provera S, Tatò L. Waist circumference and cardiovascular risk factors in prepubertal children. *Obes Res* 2001; 9: 179-87.
8. Weiss R, Dufour S, Taksali SE, Tamborlane WV, Petersen KF, Bonadonna RC, et al. Prediabetes in obese youth: a syndrome of impaired glucose tolerance, severe insulin resistance, and altered myocellular and abdominal fat partitioning. *Lancet* 2003; 362: 951-7.
9. Choudhary AK, Donnelly LF, Racadio JM, Strife JL. Diseases associated with childhood obesity. *Am J Roentgenol* 2007; 188(4): 1118-30.
10. Brambilla P, Bedogni G, Moreno LA, Goran MI, Gutin B, Fox KR, et al. Crossvalidation of anthropometry against magnetic resonance imaging for the assessment of visceral and subcutaneous adipose tissue in children. *Int J Obes* 2006; 30: 23-30.
11. 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: 1623-30.
12. Sung RY, Yu CC, Choi KC, McManus A, Li AM, Xu SL, et al. Waist circumference and body mass index in Chinese children: cutoff values for predicting cardiovascular risk factors. *Int J Obes* 2007; 31: 550-8.
13. Sung RY, So HK, Choi KC, Nelson EA, Li AM, Yin JA, et al. Waist circumference and waist-to-height ratio of Hong Kong Chinese children. *BMC Public Health* 2008; 8: 324.
14. Ashwell M, Hsieh SD. Six reasons why the waist-to-height ratio is a rapid and effective global indicator for health risks of obesity and how its use could simplify the international public health message on obesity. *Int J Food Sci Nutr* 2005; 56(5): 303-07.
15. Mihalopoulos NL, Holubkov R, Young P, Dai S, Labarthe DR. Expected changes in clinical measures of adiposity during puberty. *J Adolesc Health* 2010; 47: 360-6.
16. Nambiar S, Hughes I, Davies SW. Developing waist-height ratio cut-offs to define overweight and obesity in children and adolescents. *Public Health Nutrition* 2010; 13(10): 1566-74.
17. Mokha J, Srinivasan SR, Dasmahapatra P, Fernandez C, Chen W, Xu J, et al. Utility of waist-to-height ratio in assessing the status of central obesity and related cardiometabolic risk profile among normal weight and overweight/obese children: The Bogalusa Heart Study. *BMC Pediatr* 2010; 10: 73.
18. Tybor DJ, Lichtenstein AH, Dallal GE, Must A. Waist-to-height ratio is correlated with height in US children and adolescents aged 2-18 years. *Int J Pediatr Obes* 2008; 3: 148-51.

19. Burton RF. Waist circumference as an indicator of adiposity and the relevance of body height. *Med Hypotheses* 2010; 75(1): 115-9.
20. Browning LM, Hsieh SD, Ashwell M. A systematic review of waist-to-height ratio as a screening tool for the prediction of cardiovascular disease and diabetes: 0.5 could be a suitable global boundary value. *Nutr Res Rev* 2010; 23(2): 247-69.
21. Kuriyan R, Thomas T, Lokesh DP, Sheth NR, Mahendra A, Joy R, et al. Waist circumference and waist for height percentiles in urban south Indian children aged 3-16 years. *Indian Pediatr* 2011; 48(10): 765-1.
22. Falkner B. Hypertension in children and adolescents: epidemiology and natural history. *Pediatr Nephrol* 2010; 25: 1219-24.
23. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books; 1988, p. 3-54.
24. Lohman TG. Anthropometry and body composition. In: Lohman TG, Martorell R (eds.). Anthropometric Standardization Manual. Champaign, IL: Human Kinetics Books; 1988.
25. Fernández JR, Redden DT, Pietrobelli A, Allison DB. Waist circumference percentiles in nationally representative samples of African-American, European-American, and Mexican-American children and adolescents. *J Pediatr* 2004; 145(4): 439-44.
26. Higgins PB, Fields DA, Hunter GR, Gower BA. Effect of scalp and facial hair on air displacement plethysmography estimates of percentage of body fat. *Obes Res* 2001; 9: 326-30.
27. Fields DA, Higgins PB, Hunter GR. Assessment of body composition by air displacement plethysmography: influence of body temperature and moisture. *Dyn Med* 2004; 3(1): 3.
28. Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. 1961. *Nutrition* 1993; 9(5): 480-91.
29. Burt Solorzano CM, McCartney CR. Obesity and the pubertal transition in girls and boys. *Reproduction* 2010; 140(3): 399-410.
30. Wells JC, Chomtho S, Fewtrell MS. Programming of body composition by early growth and nutrition. *Proc Nutr Soc* 2007; 66(3): 423-34.
31. Becton LJ, Shatat IF, Flynn JT. Hypertension and obesity: epidemiology, mechanisms and clinical approach. *Indian J Pediatr* 2012; 79(8): 1056-61.
32. Chiolero A, Paradis G, Maximova K, Burnier M, Bovet P. No use for waist-for-height ratio in addition to body mass index to identify children with elevated blood pressure. *Blood Press* 2013; 22(1): 17-20.
33. Masi S, Jones A, Charakida M, O'Neill F, D' Aiuto F, Viridis A, et al. Blood pressure and vascular alterations with growth in childhood. *Curr Pharm Des* 2011; 17(28): 3045-61.
34. Bowers K, Liu G, Wang P, Ye T, Tian Z, Liu E, et al. Birth weight, postnatal weight change, and risk for high blood pressure among Chinese children. *Pediatrics* 2011; 127(5): e1272-e-1279.
35. Wells JC, Coward WA, Cole TJ, Davies PS. The contribution of fat and fat-free tissue to body mass index in contemporary children and the reference child. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2002; 26(10): 1323-8.
36. Fujita Y, Kouda K, Nakamura H, Iki M. Cut-off values of body mass index, waist circumference, and waist-to-height ratio to identify excess abdominal fat: population-based screening of Japanese school children. *J Epidemiol* 2011; 21(3): 191-6.
37. Ashwell M, Gunn P, Gibson S. Waist-to-height ratio is a better screening tool than waist circumference and BMI for adult cardiometabolic risk factors: systematic review and meta-analysis. *Obes Rev* 2012; 13(3): 275-86.
38. Taylor RW, Williams SM, Grant AM, Taylor BJ, Goulding A. Predictive ability of waist-to-height in relation to adiposity in children is not improved with age and sex-specific values. *Obesity* 2011; 19(5): 1062-8.
39. Ribeiro RC, Coutinho M, Bramorski MA, Giuliano IC, Pavan J. Association of the waist-to-height ratio with cardiovascular risk factors in children and adolescents: the three cities heart study. *Int J Prev Med* 2010; 1(1): 39-49.
40. Lehto R, Ray C, Lahti-Koski M, Roos E. Health behaviors, waist circumference and waist-to-height ratio in children. *Eur J Clin Nutr* 2011; 65(7): 841-8.
41. Savva SC, 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(11): 1453-8.
42. Whitrow MJ, Moore VM, Davies MJ. Waist-to-height ratio is not a predictor of systolic blood pressure in 3-year-old children. *J Pediatr* 2011; 159(3): 501-03.
43. Haas GM, Liepold E, Schwandt P. Predicting cardiovascular risk factors by different body fat patterns in 3850 German children: the PEP Family Heart Study. *Int J Prev Med* 2011; 2(1): 15-9.
44. Maximova K, Chiolero A, O'Loughlin J, Tremblay A, Lambert M, Paradis G. Ability of different adiposity indicators to identify children with elevated blood pressure. *J Hypertens* 2011; 29(11): 2075-83.
45. Taylor RW, Grant AM, Goulding A, Williams SM. Early adiposity rebound: review of papers linking this to subsequent obesity in children and adults. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2005; 8(6): 607-12.
46. Rolland-Cachera MF, Deheeger M, Maillot M, Bellisle F. Early adiposity rebound: causes and consequences for obesity in children and adults. *Int J Obes* 2006; 30(Suppl. 4): S11-S17.
47. Chen TL, Choy CS, Chan WY, Chen CH, Liao CC. Waist to height ratio and elevated blood pressure among children in Taiwan. *Indian Pediatr* 2012; 49(6): 463-6.
48. Hu YH, Reilly KH, Liang YJ, Xi B, Liu JT, Xu DJ, et al. Increase in body mass index, waist circumference and waist-to-height ratio is associated with high blood pressure in children and adolescents in China. *J Int Med Res* 2011; 39(1): 23-32.

Reimpresos:

Salvador Villalpando

Instituto Nacional de Salud Pública
 Av. Universidad, Núm. 655
 Col. Santa María Ahuacatitlán
 62508, Cuernavaca, Mor.
 Tel.: (777) 101-2936
 Fax (777) 329-3000, Ext. 7202
 Correo electrónico: svillalp@insp.mx

Recibido el 13 de agosto 2013.
 Aceptado el 22 de noviembre 2013.