Razón cintura estatura como predictor de riesgo cardiometabólico en niños

Pilar Arnaiz^{1,2}, Mónica Acevedo², Carlos Díaz³, Rodrigo Bancalari⁴, Salesa Barja¹, Marlene Aglony¹, Gabriel Cavada⁴ y Hernán García¹.

¹ Departamento de Pediatría

² Departamento de Enfermedades Cardiovasculares

Facultad de Medicina. Pontificia Universidad Católica de Chile.

³ Programa de Doctorado, Escuela de Salud Pública

Facultad de Medicina. Universidad de Chile.

⁴ Departamento de Pediatría y Salud Pública

Facultad de Medicina Universidad de Los Andes

Recibido 5 de abril 2010 / Aceptado 5 de agosto 2010

Rev Chil Cardiol 2010; 29: 281 - 288

Resumen:

En niños, la obesidad general y visceral se asocian con mayor riesgo cardiometabólico. El aumento en la prevalencia del síndrome metabólico (SM) en niños y adolescentes empeora el riesgo cardiovascular. Necesitamos contar con nuevos marcadores que permitan predecir el SM en niños.

Objetivo: Comparar índice de masa corporal (zIMC) con razón cintura estatura (RCE) como predictores de SM en niños chilenos.

Método: Estudio transversal en 618 escolares, edad 10.8 ± 1.9 años, 51.6 % mujeres, 190 eutróficos, 174 sobrepeso, 254 obesos, estrato socioeconómico medio y medio bajo, área urbana de Santiago. Determinamos peso, talla, circunferencia de cintura, presión arterial, perfil lipídico y glicemia. Diagnóstico de SM basado

en la presencia de ≥ 3 criterios de Cook. El SM se modeló en función de RCE y z score IMC, con modelos de regresión logística. Se usaron curvas ROC para comparar RCE y zIMC como predictores de SM. Punto de corte según índice de YODEN.

Resultados: La prevalencia de SM fue 15.37 %. Promedio de z IMC $+1.22 \pm 0.90$ y de RCE 0.52 ± 0.07 . Punto de corte óptimo para SM: RCE 0.55 (sensibilidad 72%, especificidad 70%) y zIMC: 1.76 (sensibilidad 71%, especificidad 74%).

Conclusiones: RCE y zIMC predicen igualmente el riesgo cardiometabólico en niños y adolescentes. Dada la mayor facilidad de calcular RCE, la transforma en mejor herramienta definiendo riesgo en este grupo. El punto de corte ≥ 0.55 sería buen predictor de SM en niños y adolescentes.

Correspondencia:

Dra. Pilar Arnaiz G.

Departamento de Pediatría y de Enfermedades Cardiovasculares

Pontificia Universidad Católica de Chile

Lira 85, 5 Piso, Santiago, Chile

Teléfono: 3543753, Fax: 6384307

Email: parnaiz@med.puc.cl

Waist-Height ratio as a predictor of cardio-metabolic risk in children

Abstract:

Background: Among children both general and visceral obesity are associated with increased cardio-metabolic risk. The increasing prevalence of the metabolic syndrome (MS) in children and adolescents increases cardiovascular risk. Studies of new clinical markers which can easily and accurately predict MS in children and adolescents are needed.

Aim: To compare zBMI and waist to height ratio (WHR) as predictors of MS in Chilean children.

Method: We performed a crosssectional study of 618 schoolchildren, age 11 ± 2 years, 52 % females, 190 eutrophic, 174 overweight, 254 obese, from middle and low social economic strata from the Santiago urban area. We determined weight, height, waist circumference, blood pressure and fasting lipids and glycemia. MS diagnosis was based on the presence of ≥ 3 Cook crite-

ria. MS was modeled in function of WHR and z score BMI, through logistic regression models. ROC curves were used to compare zBMI and WHR as predictors of MS. The cutoff point by YODEN index was used.

Results: The prevalence of MS was 15%. Mean zBMI was $+1.22 \pm 0.90$ and WHR 0.52 ± 0.07 . Cutoff point for MS were: WHR 0,55 (sensitivity 72%, specificity 70%) and zBMI: 1.76 (sensitivity 71%, specificity 74%).

Conclusions: Both WHR and zBMI similarly predicted cardio metabolic risk in children and adolescents. The greater feasibility of calculating WHR makes it a good tool for defining risk in this group. A cutoff point ≥ 0.55 might be a good predictor of MS in children and adolescents.

Key words: waist-to-stature ratio, metabolic syndrome, cardio metabolic risk.

Introducción:

La epidemia de obesidad ha alcanzado una alta prevalencia en niños chilenos, con un 20.8% de obesidad en los escolares de primero básico, al año 2008¹. El sobrepeso y la obesidad de niños y jóvenes, los que sumados al sedentarismo y a los antecedentes familiares de enfermedad cardiovascular, anticipan una alta prevalencia de síndrome metabólico (SM) en los años venideros, aumentando en ellos el futuro riesgo de diabetes tipo 2 y enfermedad cardiovascular^{2,3}. Datos reportados en USA hablan de 4% a 9% de SM en población general de adolescentes y 38% a 50% en adolescentes obesos⁴. En Chile se han reportados cifras similares^{5,6}.

La mayoría de los investigadores actuales se basan en la definición Cook y cols.⁷ para determinar la presencia de SM en niños y adolescentes. Esta definición considera la presencia de 3 o más de los siguientes componentes: aumento de la circunferencia de cintura, de la presión arterial, de los triglicéridos y la glicemia y disminución del colesterol HDL. Incorpora percentiles específicos de circunferencia de cintura para edad y sexo y presión arterial para edad, sexo y talla (población de referencia norteamericana), junto a valores absolutos de triglicéridos, glicemia y Colesterol HDL.

Numerosos parámetros antropométricos han sido utilizados para predecir el riesgo de SM y diabetes: el índice

de masa corporal (IMC) es recomendado por la OMS y otras instituciones para definir obesidad y SM⁸. Estudios en adultos y niños han mostrado aumento en la prevalencia de SM y en la agregación de factores de riesgo cardiovascular a medida que se incrementa el IMC (NHANES y otros)⁹⁻¹¹. La circunferencia de cintura (CC) que representa la obesidad abdominal y que se relaciona a la resistencia a la insulina, ha sido validada en adultos como importante predictor de factores de riesgo cardiovascular y de enfermedades como diabetes tipo 2 y enfermedad coronaria^{12,13}. También se ha utilizado en niños como predictor de factores de riesgo cardiovascular y SM y asociado a marcadores de daño endotelial¹⁴⁻¹⁷. La razón cintura estatura (RCE), que incorporan la medición de la circunferencia abdominal y la corrige por la estatura, tendría una mayor capacidad para predecir factores de riesgo cardiovascular relacionados con la distribución de la grasa corporal, reemplazando al IMC, tanto en adultos como en niños¹⁸⁻²². Esta razón se utilizó por primera vez en el estudio de Framingham²³. En Chile, un estudio en adultos mostró que RCE es un mejor predictor de mortalidad y de factores de riesgo cardiovascular que IMC²⁴.

En niños, tanto la medición del IMC como de la CC requiere comparar con tablas de percentiles según sexo y edad, lo que acarrea tiempos considerables, en cambio la RCE es rápida y fácil de calcular en la práctica diaria

ya que no requiere comparaci3n con tabla de percentiles. Nuestra hip3tesis es probar que RCE tiene mejor capacidad que IMC para determinar la presencia del SM en nuestra cohorte de ni os chilenos, para lo cual comparamos ambas mediciones.

M3todo:

Estudio transversal de 618 escolares de estrato socioecon3mico medio bajo y bajo, pertenecientes a colegios municipales subvencionados de distintas comunas del 3rea urbana de Santiago, entre octubre 2005 y diciembre 2006. Los escolares fueron clasificados seg3n 3ndice de Desarrollo Urbano vigente²⁵. Adem3s se invit3 a participar en forma voluntaria a ni os que consultaron por primera vez por sobrepeso u obesidad en los policl3nicos de la Red de Salud UC durante el mismo per3odo de tiempo y que fueran comparables en estrato, edad y sexo. Los criterios de inclusi3n fueron: edad entre 6 y 16 a os, ausencia de trastornos conocidos del metabolismo, infecciones y terapia farmacol3gica reciente. El adulto responsable firm3 un consentimiento informado, aprobado por el Comit3 de 3tica de la Pontificia Universidad Cat3lica de Chile. Determinamos peso, estatura, CC y medici3n de presi3n arterial (PA) por un equipo previamente capacitado de pediatras, enfermera e internos de medicina. Luego se obtuvo una muestra de sangre para l3pidos y glicemia, con ayuno de 12 horas.

Evaluaci3n cl3nica: Se midi3 peso y talla mediante balanza de palanca y estadi3metro SECA®, con ni o descalzo y con ropa liviana, promedi3ndose tres mediciones. Se calcul3 el 3ndice de masa corporal [IMC= (Peso en kg) / (Talla en m)²], expresado en percentiles y como puntaje z (z= valor medido – mediana / IDS). Definimos obesidad: IMC ≥ pc95, sobrepeso: pc85-94, eutrofia: pc10-84, bajo peso <pc10 (CDC-NCHS, a o 2000²⁶). Se midi3 CC con cinta m3trica inextensible, sobre el borde laterosuperior de la cresta iliaca derecha, al final de una suave espiraci3n, seg3n metodolog3a utilizada por la poblaci3n americana del NAHNES III y que usamos como referente²⁷. Calculamos la RCE, dividiendo la cintura por la estatura, ambas en cent3metros.

Se midi3 la PA de acuerdo a norma internacional: Task Force, 2004²⁸, con equipo Dynamap Pro 100, Criticon® en un tercio de los escolares (209) y con esfigmoman3metro de columna marca ALPK2 en los dos tercios restantes (409). Ambos m3todos usados son comparables²⁶. Consideramos hipertensi3n: presi3n arterial sist3lica (PAS) o presi3n arterial diast3lica (PAD) ≥ pc95 para

sexo, edad y talla²⁹.

Ex3menes de sangre: La glicemia se midi3 por el m3todo Enzim3tico (Hexoquinasa) / Hitachi Modular P – Roche, el colesterol Total (CT) por el m3todo Enzim3tico Colorim3trico (CHOD-PAP) / Hitachi Modular P – Roche, el colesterol HDL (CHDL) por el m3todo Enzim3tico Colorim3trico Homog3neo / Hitachi Modular P – Roche

y los triglic3ridos (TG) por el m3todo Enzim3tico Colorim3trico con blanco-glicerol / Hitachi Modular P – Roche. El colesterol LDL (CLDL) se calcul3 mediante la f3rmula de Friedwald (LDL= (CT-HDL) - (TG/5)).

Definici3n de S3ndrome Metab3lico: Recomendaci3n de S. Cook para ni os y adolescentes (7), basada en criterios para adultos del ATPIII y que considera la presencia de al menos tres componentes de los siguientes: CC ≥ pc90 del patr3n utilizado (27), CHDL ≤40 mg/dl, TG ≥ 110 mg/dl (percentiles 25 y 75 para poblaci3n general norteamericana respectivamente³⁰, glicemia ≥100 mg/dl y PAS o PAD ≥Pc90²⁸.

An3lisis estad3stico: El tama o muestral se calcul3 seg3n prevalencias de obesidad y SM descritas, adecuado para encontrar el n3mero necesario de ni os con agregaci3n de componentes de SM. Para el an3lisis descriptivo se utiliz3 promedio y desviaci3n est3ndar (DS); para variables continuas, test t de student; para comparaciones de promedios, an3lisis de varianza (ANOVA) de un factor y para comparaci3n de variables categor3icas, el test de independencia de chi2 y test exacto de Fisher. El SM fue modelado en funci3n de RCE y z IMC mediante modelos de regresi3n log3stica. La capacidad discriminatoria de este modelo fue evaluada usando 3reas bajo la curva ROC, utilizando como punto de corte el 3ndice de YODEN (sensibilidad y especificidad del modelo), verificado por Razones de Probabilidades Post Test (LR). La significancia estad3stica se estableci3 en 5%, con intervalos de confianza (IC) de 95%. Los datos fueron procesados en STATA versi3n 10.1.

Resultados:

La edad promedio fue de 10.8 a os ± 1.9, 51.6% fueron mujeres.

La edad, las caracter3sticas antropom3tricas, incluida la RCE y el zIMC y los componentes del SM fueron similares entre ni os y ni as, excepto PAS y glicemia. Estas 3ltimas mostraron diferencias significativas (p<0.05) entre ambos sexos pero destacando que ambas estuvieron dentro de rangos normales. El promedio de la RCE fue 0.52 y del zIMC de 1.2, sin diferencias entre ni os

y niñas. (Tabla 1).

Al dividir la muestra según estado nutricional y sexo se aprecia que, tanto en los niños como en las niñas, existe una gradiente dosis-respuesta de los componentes del SM en relación directamente proporcional al estado nutricional (IMC), a excepción de la glicemia en el sexo femenino, manteniendo siempre valores dentro de rangos normales. El HDL-C tiene una relación inversa según el estado nutricional. La RCE y el zIMC aumentan significativamente según estado nutricional (Tabla 2).

La prevalencia de SM en los escolares clasificados como eutróficos, sobrepeso y obesos fue de 2,1%, 8,6% y 29,9% respectivamente (Figura 1). Mediante un análisis de regresión logística se definió el riesgo a presentar SM según el estado nutricional, dejando como referencia la condición de eutrófico. Los niños con sobrepeso aumentan 4.38 (IC 95%: 1.42-13.48) veces el riesgo a presentar SM y los obesos aumentan 18.85 (IC 95%:

7.11-55.40) veces a presentarlo.

Las curvas ROC (Figura 2 y 3) muestran la alta capacidad de discriminación de la RCE y del zIMC para detectar la presencia de SM. Para la RCE (Tabla 4), el punto de corte 0,55 tiene una sensibilidad de 71,6% y una especificidad de 70,2%, con un área bajo la curva ROC de 0.766. Para el zIMC el punto de corte fue de 1,76, con una sensibilidad de 71% y una especificidad de 74% y un área bajo la curva de 0.787. Según las Razones de Probabilidades Post Test (LR), cuando la RCE supera 0.55, la probabilidad de tener SM es de 2.5 y cuando el zIMC supera 1.76 la probabilidad de tener SM es de 2.8.

El riesgo de tener SM de acuerdo a las combinaciones entre estado nutricional y la RCE, según el punto de corte convenido de 0.55 se muestran en la Tabla 5. Al dejar de referencia al grupo eutrófico con una RCE menor a 0.55, se aprecia una gradiente, en la cual el grupo de sobrepeso con RCE mayor a 0.55 alcanza un OR de 9.15 (IC 95%: 2.30-36.35) y el grupo de obesos con RCE mayor a 0.55 alcanza un OR de 22.51 (IC 95%: 7.99-63.42).

Discusión:

Nuestro estudio muestra que RCE es tan buena como zIMC para predecir la presencia de SM en niños y adolescentes urbanos de Santiago, siendo la RCE mucho más sencilla de aplicar en la práctica diaria y puede ser utilizada como un buen marcador de riesgo de SM al

Tabla 1: Características generales de la muestra

Variable	Niños (N=299)		Niñas (N=319)		Total (N=618)	
	promedio	ds	promedio	ds	promedio	ds
Edad (años)	10.8	1.9	10.8	1.9	10.8	1.9
Estatura (cm)	146.1	12.7	146.3	11.3	146.2	12.0
CC (cm)	77.7	12.4	77.5	11.5	77.6	11.9
RCE	0.50	0.1	0.53	0.1	0.52	0.1
zIMC	1,2	0,9	1,2	0,9	1,2	0,9
PAS (mmHg)	108.3	11.7*	104.9	11.5*	106.5	11.7
PAD (mmHg)	68.0	10.0	66.8	9.4	67.4	9.7
HDL-C (mg/dl)	49.3	12.6	48.9	10.8	49.1	11.7
TG (mg/dl)	93.1	59.0	90.9	42.4	92.0	51.1
Glic (mg/dl)	90.2	7.0*	87.0	6.8*	88.5	7.0

RCC: circunferencia de cintura; RCE: razón cintura estatura; zIMC: índice de masa corporal z score; PAS: presión arterial sistólica; PAD: presión arterial diastólica; HDL-C: colesterol de lipoproteínas de alta densidad; TG: triglicéridos; Glic: glicemia.

* $p < 0.05$.

lado del niño.

En la población estudiada de 618 niños y niñas, no hubo diferencia significativa entre ambos sexos en cuanto a los parámetros estudiados y en especial a los componentes del SM (Tablas 1 y 2). La prevalencia de SM en los distintos estados nutricionales (Figura 1) son concordantes con las actualmente presentes en la población general de niños chilenos ^{5,6}. El riesgo a presentar SM ya está presente desde la condición de sobrepeso, el que se incrementó 4 veces en relación con los niños eutróficos, lo que indica que no debemos esperar la condi-

ción de obesidad para intervenirlos. Esto concuerda con lo recientemente publicado por Freedman DS y cols., en el estudio Bogalusa ⁴¹, en el cual destacan que en los niños con sobrepeso, la RCE se asocia fuertemente con el nivel de factores de riesgo adverso.

Nuestro trabajo le otorga a la RCE una buena sensibilidad y especificidad para definir un punto de corte para la presencia de SM (Tabla 3 y Figuras 2 y 3). Freedman DS y cols. ¹⁸, presentan sus valores promedio en niños y niñas de 0.46 0.06 y 0.45 0.06 respectivamente, los que coinciden con los nuestros. Destacan la signifi-

Tabla 2: Componentes del síndrome metabólico según sexo y estado nutricional						
Niños						
Variable	Eutrófico (N=91)		Sobrepeso (N=83)		Obeso (N=124)	
	Promedio	ds	Promedio	ds	Promedio	ds
CC	67.7	7.8	76.1	9.0	86.0	11.4 *
PAS	104.9	10.6	106.2	11.2	112.0	11.9 *
PAD	64.5	12.5	66.3	8.8	70.1	9.5 *
HDL-C	55.5	12.6	48.5	12.3	45.3	11.2 *
TG	65.7	35.6	86.2	43.6	117.6	71.0 *
Glic	87.0	6.3	91.3	6.9	91.7	6.8 *
RCE	0.5	0.0	0.5	0.0	0.6	0.0 *
zIMC	0.1		1.3		1.9	*
Niñas						
	Eutrófico (N=97)		Sobrepeso (N=95)		Obeso (N=128)	
	Promedio	ds	Promedio	ds	Promedio	ds
	66.9	7.6	77.2	7.2	85.8	9.7 *
	102.1	10.2	104.1	10.8	107.7	12.3 *
	65.1	8.0	65.7	9.8	68.5	9.6 *
	54.0	11.5	49.0	10.7	44.9	8.4 *
	75.4	35.5	93.5	37.2	100.8	47.5 *
	85.9	6.4	87.9	6.0	87.3	7.5 *
	0.5	0.0	0.5	0.0	0.6	0.0 *
	0.1		1.4		2	*

CC: circunferencia de cintura; PAS: presión arterial sistólica; PAD: presión arterial diastólica; HDL-C: colesterol de lipoproteínas de alta densidad; TG: triglicéridos; Glic: glicemia; RCE: razón cintura estatura; zIMC: índice de masa corporal z score. * $p < 0.05$).

Tabla 3: Punto de corte óptimo de RCE y zIMC para detectar la presencia de SM

Punto de corte SM	Sensibilidad (%)		Especificidad (%)	Correctamente clasificado (%)	LR +
RCE	0.55	71.6	70.2	72.0	2.54
z IMC	1.76	71.0	74.0	73.0	2.76

Razón de Probabilidades Post Test+

Tabla 4: Riesgo para tener SM según estado nutricional y punto de corte óptimo de RCE			
Variable independiente	Síndrome metabólico		Riesgo desarrollar SM OR (IC 95%)
	No	S	
Eutrófico con RCE <0.55	183	4	1
Eutrófico con RCE >0.55	3	0	-
Sobrepeso con RCE <0.55	134	10	3.41 (1.04-11.11)*
Sobrepeso con RCE >0.55	25	5	9.15 (2.30-36.35)*
Obeso con RCE <0.55	50	13	11.89 (3.71-38.07)*
Obeso con RCE >0.55	128	63	22.51 (7.99-63.42) *

tiva relación del aumento de la RCE, con la presencia contemporánea de los factores de riesgo cardiovascular en esos niños y adolescente, sin embargo, sugieren estudios longitudinales para examinar si estos puntos de corte en la niñez se asocian con el desarrollo de la enfermedad arteriosclerótica a mediano plazo y con eventos propiamente tales a largo plazo.

En adultos, utilizando un punto de corte único de la RCE, podría actuar mejor que otras medidas antropométricas para detectar SM, por su habilidad para explicar las consecuencias metabólicas de la obesidad, identificando mejor la obesidad abdominal. Un meta-análisis publicado el 2009, mostró que las medidas de la obesidad central y especialmente la RCE, superó al IMC para detectar factores de riesgo cardiovascular y diabetes, tanto en hombres como en mujeres ¹². Estudios efectuados en India mostraron la superioridad de la RCE para evaluar individuos con factores de riesgo

cardiovascular y diabetes, independiente del sexo, edad y origen étnico ³¹. En el Reino Unido Margaret Ashwell hace una revisión de la evidencia y recomienda el uso de un punto de corte único de 0.5 para hombres y mujeres, independiente de su origen étnico ³².

En niños y adolescentes, la literatura reciente también destaca el uso de un punto de corte único de 0.5 para la RCE y que su incremento se correlaciona con el aumento de factores de riesgo cardiovasculares y metabólicos adversos, independiente de la edad y el sexo y el origen étnico ^{18-22,33,34}. Este punto de corte único no sería apropiado aplicarlo en pre-escolares ya que la RCE varía con el aumento de la edad en este grupo etario ³⁵. Estudios en niños y niñas australianos, chinos, suecos y españoles muestran diferencias por sexo, edad y grupo étnico y ponen en duda el uso de un punto de corte único en individuos en desarrollo y sugieren la necesidad del uso de tablas de percentiles de la RCE para niños y niñas de diferentes edades y en diferentes lati-

Figura 2: Área bajo la curva ROC de la RCE para detectar la presencia de SM

Figura 3: Área bajo la curva ROC del zIMC para detectar la presencia de SM

tudes³⁶⁻³⁹. Y por último, se ha cuestionado el uso de la RCE como predictor estable de diversos riesgos ya que puede no ajustar adecuadamente por la estatura durante algunos períodos del crecimiento en los niños hasta los 14 años. Sugieren que en orden de minimizar la correlación residual con la estatura, el exponente estatura de la RCE debiera ser sexo y edad específico. Esto afectaría la validez del punto de corte universal de 0.5 para la iniciación del riesgo actual. Sugieren futuras investigaciones para ver en qué medida esta correlación residual afecta la habilidad de la RCE para predecir riesgo en niños⁴⁰.

La sensibilidad de usar un punto de corte universal en niños, como una RCE mayor de 0.5 para identificar obesidad abdominal y riesgo cardiovascular no ha sido todavía suficientemente validada. Nuestro trabajo aporta una nueva evidencia del uso de un punto de corte único de la RCE para identificar la presencia de componentes del SM en niños y adolescentes chilenos. Esto es importante ya que las

consecuencias del SM que comienza en la infancia, se manifiestan tardíamente y por lo tanto se necesita identificar tempranamente a estos niños para intervenirlos e impedir la progresión de sus perjudiciales efectos hacia la edad adulta. El seguimiento de estos niños se hace más fácil, utilizando esta sencilla herramienta y de esta forma ir continuamente advirtiendo a los padres, durante los controles habituales de salud, de la progresión de la RCE y que, como hemos demostrado en nuestro trabajo, está asociada al aumento del riesgo de SM. El esfuerzo ahora debiera focalizarse en elaborar percentiles locales de la RCE según edad y sexo, normalizando la estatura por la edad y el sexo y relacionarlos con marcadores intermedios de arteriosclerosis, como la dilatación mediada por flujo de la arteria braquial o el índice del grosor íntimo-medial de la carótida. De esta forma podríamos definir puntos de corte, en que se expresen los marcadores intermedios y así predecir mejor el riesgo para desarrollar enfermedad cardiovascular en la edad adulta.

Referencias:

1. Junaeb.cl. Situación nutricional de los escolares de primero básico. 2008 (citado Enero 2009). Disponible en: <http://sistemas.junaeb.cl/estadosnutricionales2008/index2.php>
2. Gami AS, Witt BJ, Howard DE, Erwin PJ, Gami LA, Somers VK, et al. Metabolic syndrome and risk of incident cardiovascular events and death: a systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *J Am Coll Cardiol*. 2007; 49: 403-14.
3. Morrison JA, Friedman LA, Wang P, Glueck CJ. Metabolic syndrome in childhood predicts adult metabolic syndrome and type 2 diabetes mellitus 25 to 30 years later. *J Pediatr*. 2008; 152: 201-6.
4. Weiss R, Dziura J, Burgert TS, Tamborlane WV, Taksali Se, Yekkel CW, et al. Obesity and the metabolic syndrome in children and adolescents. *New Engl J Med*. 2004; 350: 2362-74.
5. Burrows R, Leiva L, Weistaub G, Ceballos X, Gattas V, Lera L, Albala C. Síndrome metabólico en niños y adolescentes: asociación con sensibilidad insulínica y con magnitud y distribución de la obesidad. *Rev Méd Chile*. 2007; 135: 1 74-81.
6. Barja S, Arteaga A, Acosta AM, Hodgson MI. Resistencia insulínica y otras expresiones del Síndrome Metabólico en niños obesos chilenos. *Rev Med Chile*. 2003; 131: 259-268.
7. Cook S, Weitzman M, Auinger P, Nguyen M, Dietz WH. Prevalence of a metabolic syndrome phenotype in adolescents: findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2003; 157: 821-7.
8. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation on Obesity. Geneva: World Health Organization, 1998. National Institutes of Health, National Heart, Lung, and Blood Institute. Clinical guidelines on the identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults-The Evidence Report. *Obes Res*. 1998; 6: 51S-209S.
9. Ervin RB. Prevalence of Metabolic Syndrome Among Adults 20 Years of Age and Over, by Sex, Age, Race and Ethnicity, and Body Mass Index: United States, 2003-2006. *Natl Health Stat Report*. 2009; 13:1-7.
10. Daniels Sr, Morrison J, Sprecher DI, Khoury P, Kimball R. Association of body fat distribution and cardiovascular risk factors in children and adolescents. *Circulation*. 1999; 99: 541-545.
11. Garnett SP, Baur LA, Sirinivasan S, Lee JW, Cowell CT. Body mass index and waist circumference in midchildhood and adverse cardiovascular disease risk clustering in adolescence. *Am J Nutr*. 2007; 86: 549-55.
12. Klein S, Allison Db, Heymsfield Sb, Kelley De, Leibel RI, Nonas C, et al. Waist circumference and cardiometabolic risk: a consensus statement from Shaping America's Health: Association for Weight Management and Obesity Prevention; NAASO, The Obesity Society; the American Society for Nutrition; and the American Diabetes Association. *Am J Clin Nutr*. 2007; 85: 1197-202.
13. Lee CM, Huxley RR, Wildman RP, Woodward M. Indices of abdominal obesity are better discriminators of cardiovascular risk factors than BMI: a meta-analysis. *J Clin Epidemiol*. 2008; 61: 646-53.
14. Katzmarzyk PT, Srinivasan SR, Chen W, Malina RM, Bouchard C, Berenson GS. Body mass index, waist circumference and clustering of cardiovascular disease risk factors in a biracial sample of children and adolescents. *Pediatrics*. 2004; 114: e198-205.
15. Moreno La, Pineda I, Rodríguez J, Fleta J, Sarria A, Bueno M.

- Waist circumference for the screening of the metabolic syndrome in children. *Acta Paediatr.* 2002; 91: 1307-13012.
16. Giannini C, De Giorgis T, Scarinci A, Ciampani M, Marcovecchio MI, Chiarelli F, et al. Obese related effects of inflammatory markers and insulin resistance on increased carotid intima-media thickness in pre-pubertal children. *Atherosclerosis.* 2008; 197: 448-456.
  17. Järvisalo MJ, Jartti L, Nantö-Salonen K, Irjala K, Rönnemaa T, Hartiala JJ, et al. Increased aortic intima media thickness, a marker of preclinical atherosclerosis in high-risk children. *Circulation.* 2001; 104: 2943-2947
  18. Freedman D, Kahn H, Mei Z, Grummer-Strawn L, Dietz W, Strivastan S, et al. Relation of body mass index and waist to height ratio to cardiovascular disease risk factors in children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Am J Clin Nutr.* 2007; 83: 33-40.
  19. Maffei C, Banzato C, Talamini G. Waist-to-Height Ratio, a Useful Index to Identify High Metabolic Risk in Overweight Children. *J Paediatr.* 2008; 152: 207-13.
  20. Kahn HS, Imperatore G, Cheng YJ. A population-based comparison of BMI percentiles and waist-to-height ratio for identifying cardiovascular risk in youth. *J Paediatr.* 2005; 146: 482-8.
  21. Savva SC, Tomaritis 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: 1453-8.
  22. Hara M, Saitou E, Iwata F, Okada T, Harada K. Waist-to-height ratio is the best predictor of cardiovascular disease risk factors in Japanese schoolchildren. *J Atheroscler Thromb.* 2002; 9: 127-32.
  23. Higgins M, Kannel W, Garrison R, Pinsky J, Stokes J 3rd. Hazards of obesity-the Framingham experience. *Acta Med Scand Suppl.* 1988; 723: 23-36.
  24. Koch E, Díaz C, Romero T, Kirschbaum A, Manriquez L, Paredes M, et al. Razón cintura-estatura como un predictor de mortalidad en población chilena: Un estudio de 8 años de seguimiento en la cohorte del proyecto San Francisco. *Rev Chil Cardiol* 2007; 26: 145-150.
  25. Instituto Nacional de Estadísticas, Chile. Anuarios de Estadísticas Vitales 2006. Santiago. Disponible: http://www.inec.cl/canales/chile_estadistico/demografia_y_vitales/estadisticas_vitales/pdf/anuarios/vitales_completa_2006.pdf
  26. CDC.gov. 2000 CDC Growth Charts (citado 24 Enero 2008). Disponible en: <http://www.cdc.gov/growthcharts/>
  27. Fernández J, Redden D, Pietrobelli A, Allison D. Waist circumference percentiles in nationally representative samples of african-american, european-american and mexican-american children and adolescents. *J Paediatr.* 2004; 145: 439-444.
  28. 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: 555-576.
  29. Lagomarsino E, Saieh C, Aglony M. Actualizaciones en el diagnóstico y tratamiento de la Hipertensión Arterial en Pediatría. Rama de Nefrología, Sociedad Chilena de Pediatría. *Rev Chil Paediatr.* 2008; 79: 63-81.
  30. NCEP. National Cholesterol Education Program Report of the Expert Panel on Blood Cholesterol Levels in Children and Adolescents, 1991. Bethesda, Md: National Heart, Lung, and Blood Institute Information Center; 1991.
  31. Gabir MM, Hanson RL, Dabelea D, Imperatore G, Roumain J, Bennett PH, et al. The 1997 American Diabetes Association and 1999 World Health Organization criteria for hyperglycemia in the diagnosis and prediction of diabetes. *Diabetes Care.* 2000; 23: 1108-12.
  32. Misra A, Vikram NK, Gupta R, Pandey RM, Wasir JS, Gupta VP. Waist circumference cutoff points and action levels for Asian Indians for identification of abdominal obesity. *Int J Obes (Lond).* 2006; 30: 106-11.
  33. Ashwell M Obesity risk: importance of the waist-to-height ratio. *Nurs Stand.* 2009; 23: 49-54.
  34. McCarthy HD, Ashwell M. A study of central fatness using waist-to-height ratios in UK children and adolescents over two decades supports the simple message--'keep your waist circumference to less than half your height'. *Int J Obes (Lond).* 2006; 30: 988-92.
  35. Weili Y, He B, Yao H, Dai J, Cui J, Ge D, et al. Waist-to-height ratio is an accurate and easier index for evaluating obesity in children and adolescents. *Obesity (Silver Spring).* 2007; 15: 748-52.
  36. Roswall J, Bergman S, Almqvist-Tangen G, Alm B, Niklasson A, Nierop A, et al. Population-based waist-to-height ratio reference values in preschool children. *Acta Paediatr.* 2009; 98: 1632-36.
  37. Nambiar S, Hughes I, Davies PS. Developing waist-to height ratio cut-offs to define overweight and obesity in children and adolescents. *Public Health Nutr.* 2010; 13: 1566-74.
  38. Xiong F, Garnett SP, Cowell CT, Biesheuvel C, Zeng Y, Long CL, et al. Waist circumference and waist-to-height ratio in Han Chinese children living in Chongqing, south-west China. *Public Health Nutr.* 2010 Mar 18:1-7.
  39. Ortega FB, Ruiz JR, Vicente-Rodríguez G, Sjöström M. Central obesity in 9-and-15 year-old Swedish children from the European Youth Heart Study. *Int J Paediatr Obes.* 2008; 3: 212-6.
  40. Moreno LA, Mesana MI, González-Gross M, Gil CM, Ortega FB, Fleta J, et al. Body fat distribution reference standards in Spanish adolescents: the AVENA Study. *Int J Obes (Lond).* 2007; 31: 1798-805.
  41. 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 Paediatr Obes.* 2008; 3: 148-151.
  42. 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.