

Epidemiología del síndrome metabólico en pediatría

Judith Cornejo Barrera,* José Daniel Llanas Rodríguez†

RESUMEN

La magnitud del síndrome metabólico en pediatría es variable y depende de los criterios diagnósticos, de la población estudiada y del estado nutricional principalmente. Desde el 2007 la Federación Internacional de Diabetes define los criterios, es decir, no existen para menores de 10 años, en los niños de 10 - 16 años considera: la alteración en el metabolismo de la glucosa, la obesidad abdominal, el aumento en la presión arterial, la hipertrigliceridemia y la disminución del colesterol HDL y en mayores de 16 años los criterios son los mismos que en la población adulta. La prevalencia en México en general oscila desde 1.6% en adolescentes de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas en el 2005 hasta el 20% en Campeche y Ciudad Victoria, Tamaulipas en el 2010 y 2011, respectivamente. La frecuencia del síndrome metabólico es mayor en niños con obesidad.

Palabras clave: Síndrome metabólico, pediatría, epidemiología.

ABSTRACT

The prevalence of metabolic syndrome depends principally on the diagnostic criteria utilized, population studied and the nutritional status. The International Diabetes Federation from 2007 defines the following criteria in pediatrics, in less than 10 years old metabolic syndrome cannot be diagnosed, in children from 10 and less than 16 years of age they consider the following: alteration in glucose, waist circumference, elevation in blood pressure, hypertriglyceridemia, low cholesterol-HDL and older than 16 they suggest the same criteria be use as adults. The prevalence in Mexico in general varies from 1.6% in adolescents from Tuxtla Gutierrez, Chiapas in 2005 to 20% in Campeche, Campeche and Ciudad Victoria, Tamaulipas in 2010 and 2011 respectively.. Metabolic syndrome will generally increase as a consequence of childhood obesity.

Key words: Metabolic syndrome, pediatrics, epidemiology.

Recibido para publicación: 24 mayo 2013. **Aceptado para publicación:** 21 junio 2013.

* Pediatra Endocrinóloga, Maestra en Ciencias en Epidemiología, Académico de número de la Academia Mexicana de Pediatría, Subdirectora de Investigación y Calidad del Hospital Infantil de Tamaulipas.

† Pediatra Endocrinólogo, Maestro en Ciencias en Epidemiología, Académico de número de la Academia Mexicana de Pediatría, Director Académico de Ciencias de la Salud de la Universidad del Valle de México, Campus Ciudad Victoria, Tamaulipas.
Profesor Titular del Curso de Endocrinología del Hospital Infantil de Tamaulipas.

Correspondencia:

Dra. Judith Cornejo Barrera
Hospital Infantil de Tamaulipas,
Calzada General Luis Caballero y Av. del Maestro S/N, Ciudad Victoria, Tamaulipas.
E-mail: jcormejob@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Desde que Reaven en 1988 describiera el síndrome X como una entidad con resistencia a la insulina, hiperinsulinemia, intolerancia a la glucosa, aumento en triglicéridos, disminución de las lipoproteínas de alta densidad e hipertensión,¹ han pasado ya más de 20 años y, desde entonces a la actualidad, los conceptos y definición han ido evolucionado.

En 1998 fue propuesta la primera definición formal del síndrome metabólico por un grupo de la Organización Mundial de la Salud (OMS), quienes consideraron a la resistencia a la insulina (RI) como un criterio mayor de riesgo y requiriendo de la evidencia de la misma para su diagnóstico.² Por tanto, los criterios diagnósticos de la OMS requieren la presencia de varios marcadores de RI, más dos factores, tales como: obesidad, hipertensión arterial, triglicéridos altos, HDL colesterol disminuido y/o microalbuminuria.² Además, se considera que la asociación de estos factores son precursores de enfermedad cardiovascular arterioesclerótica y de diabetes tipo 2 en el adulto.

El síndrome metabólico como entidad clínica, implica conceptos fisiopatológicos basados en alteraciones

metabólicas secundarias a un estado de resistencia a la insulina o bien, una entidad cuyo sustento epidemiológico se basa principalmente en la presencia de obesidad abdominal.

El síndrome metabólico incluye entonces una gama de anormalidades cuyo denominador común es una resistencia a la insulina por parte de las células blanco a sus acciones y una falla en la liporregulación a nivel de tejidos no adiposos que ocasionan lipotoxicidad y disfunción mitocondrial.³⁻⁶

Para su diagnóstico en la población adulta, existen criterios bien definidos; en cambio para la edad pediátrica, hasta el 2007, la Federación Internacional de Diabetes (IDF) consideró a la obesidad como la característica principal y a factores adicionales, tales como el estado proinflamatorio, hiperuricemia, aumento de leptina y microalbuminuria.⁷

Antes de continuar con los aspectos epidemiológicos —motivo principal de este capítulo—, se resumen en los cuadros I y II los criterios diagnósticos del síndrome metabólico establecidos hasta la actualidad para adultos y niños, respectivamente. Resaltamos los de la IDF para la edad pediátrica, establecidos desde el 2007, en donde la obesidad abdominal, la hipertrigliceridemia, la hipertensión y la disminución de C-HDL son los principales.^{7,8}

Cuadro I. Criterios diagnósticos del síndrome metabólico en adultos.

Componentes	OMS (1998)	EGIR	NCEP ATPIII (2001)	AACE	IDF (2005)	AHA/NHLBI (2005)
Resistencia a la insulina (RI)	Presente	Presente				
Glucosa ayuno	≥ 6.1 mmol/L ≥ 110 mg/dL	≥ 6.1 mmol/L ≥ 110 mg/dL	≥ 6.1 mmol/L ≥ 110 mg/dL	≥ 6.1 mmol/L ≥ 110 mg/dL	≥ 5.6 mmol/L ≥ 100 mg/dL	≥ 5.6 mmol/L ≥ 100 mg/dL
Glucosa 2 horas	≥ 7.8 mmol/L ≥ 140 mg/dL (DM2)			≥ 7.8 mmol/L ≥ 140 mg/dL (no DM2)		
Circunferencia de cintura (cm)		≥ 94 masc (≥ 80) fem	> 102 mas (> 88) fem		≥ 94 (≥ 80)	> 120 (> 88)
Relación cintura/cadera	> 0.9 (> 0.85)					
IMC	> 30			≥ 25		
Presión arterial	≥ 140/90	≥ 140/90	≥ 130/85	≥ 130/85	≥ 130/85	≥ 130/85
Triglicéridos (mmol/L)	≥ 1.7	≥ 2.0	≥ 1.7	≥ 1.7	≥ 1.7	≥ 1.7
HDL-Colesterol	<0.9 (1.0)	<1.0	< 1.04 (< 1.29)	< 1.04 (< 1.29)	≤ 1.04 (≤ 1.29)	≤ 0.9 (≤ 1.1)
Diagnóstico	RI o alteración de la glucosa, más dos de los otros factores	RI más dos de los otros factores	Dos o más componentes	Depende de la clínica, basado en factores de riesgo de RI	Obesidad central más dos componentes	Tres o más de los componentes

Abreviaturas: EGIR = European Group for the study of Insulin resistance.

NCEP (ATPIII) = National Cholesterol Education Program (Adult Treatment Panel III). AACE = Association of American Clinical Endocrinologist.

IDF = International Diabetes Federation. AHA/NHLBI = American Heart Association/National Heart, Lung and Blood Institute.

Cuadro II. Criterios diagnósticos de síndrome metabólico en niños.			
Componentes	Menores de 10 años de edad	De 10 a 16 años de edad	Mayor de 16 años
Alteración de la glucosa o DM2		≥ 100 mg/dL	**
Circunferencia abdominal (cm)	> centila 90	> centila 90	**
Presión arterial (mmHg)	*	Sistólica ≥ 130 Diastólica ≥ 85	**
Triglicéridos	*	≥ 150 mg/dL	**
HDL-colesterol	*	≤ 40 mg/dL	**

* No se puede diagnosticar síndrome metabólico, pero debe vigilarse al niño si presenta factores de riesgo.
** Diagnóstico de síndrome metabólico con base en criterios de la Federación Internacional de Diabetes (IDF) para adultos.

EPIDEMIOLOGÍA

La magnitud del síndrome metabólico en pediatría es variable, depende de la población estudiada y de los criterios diagnósticos considerados, por supuesto con la epidemia mundial de sobrepeso y obesidad infantil, también se ha visto incrementada. Referimos enseguida la prevalencia general del mismo y estudios en poblaciones específicas de diferentes lugares del mundo con énfasis en América Latina y México.

En general, se reporta una prevalencia de 3 a 4% de síndrome metabólico en la infancia, como resultado de dos estudios, uno de ellos el *Bogalusa Heart Study*⁹ y el *Cardiovascular Risk in Young Finns Study*.¹⁰ En cambio, Lambert y colaboradores¹¹ refieren una prevalencia del 14% en niños y adolescentes de Canadá. Estas diferencias se deben principalmente a los criterios diagnósticos.

Como resultado de las Encuestas Nacionales de Salud (NHANES) de los Estados Unidos, se refiere una tendencia ascendente en la prevalencia del síndrome metabólico en adolescentes de 12 a 19 años. En la NHANES III de 1988-1992 fue de 4.2% y en la NHANES 1999-2000 aumentó a 6.4%, y es mayor en los niños con sobrepeso con 7.1%.¹²

Cook y asociados, utilizando los criterios de ATPIII modificados en adolescentes de 12-19 años de Estados Unidos, refirieron una prevalencia de 4.2%: 6.1% en varones y 2.1% en mujeres.¹³

En la Encuesta Nacional de Salud de Corea, realizada en el 2001, se reportó una prevalencia de síndrome metabólico que varía según los criterios diagnósticos, es decir, de 6.1% con los criterios de Cook (NCEP-ATPIII), de 5.3% según Cruz y Goran, y de 14% con los de Ferranti.¹⁴

En Turquía, en un estudio de niños y adolescentes de 2-18 años con obesidad, la prevalencia de síndrome meta-

bólico fue de 24% según criterios de NCEP y de 38.8% con base en las consideraciones de la OMS.¹⁵ Otros estudios en poblaciones de Asia, específicamente en Taiwán, lo encuentran en 5.6% de los niños y en 6.4% de las niñas.^{16,17} Estas cifras son discretamente menores en adolescentes de China con peso normal (2.7%) y se incrementan hasta 35.2% en los que tienen obesidad.¹⁸ López-Capape y colaboradores reportaron una frecuencia de 18% de síndrome metabólico en niños con sobrepeso de Madrid España.¹⁹ En el estudio de escolares de Maracai, Brasil, la prevalencia del síndrome es de 3.6% en general, pero cuando se analiza por condición de peso, ésta es de 0.3% para los de peso normal, de 10.7% para los de sobrepeso y de 34.5% para los de obesidad.²⁰

Como se menciona previamente, la prevalencia es mayor cuando se trata de niños con sobrepeso.^{21,22} Al respecto, Dhuper y asociados reportaron 45.1% en niños de 3 a 8 años, 48.8% en los de 9 a 11 años y 42.4% en adolescentes de 12 a 19 años, población de Estados Unidos en su mayoría afroamericana (81.2%), y con base en criterios ATPIII modificados.²³

En los estudios de Chile, Burrows y su grupo refirieron una prevalencia de 4% en niños con sobrepeso y de 30% en niños con obesidad. De igual manera, existe diferencia según los criterios diagnósticos, es decir, si se consideran los de Cook, la prevalencia es de 26.8%, y de 45.6% con los de Ferranti.²⁴ Caceres y colaboradores reportaron en niños de Bolivia, específicamente hispanos con sobrepeso, 32.2% con síndrome metabólico.²⁵

Hasta el 2009, en una revisión sistemática de la literatura en ocho estudios, refieren una prevalencia que va de 4.2 a 15.4% con base en los criterios de NCEP-ATPIII y de 4.5 a 38.7% según los criterios de la OMS y el componente con mayor frecuencia encontrado fue la hipertrigliceridemia.²⁶ El cuadro III resume la dimensión del síndrome metabólico en las poblaciones antes mencionadas.

Cuadro III. Prevalencia del síndrome metabólico en niños en diferentes poblaciones.				
Lugar	Año	Prevalencia (%)	Criterios	Población
Estados Unidos	1988-1992	4.2	ATPIII modificados	NHANESIII
Estados Unidos	1999-2000	6.4	ATPIII modificados	NHANESIV
Canadá	1999	14	NCEP-ATPIII	Encuesta Nacional
Corea	2001	6.1	NECP-ATPIII modificado	Encuesta Nacional
		5.3	Cruz y Goran Ferranti	
		14		
Turquía	2002-2004	24 38.8	NCEP-OMS	Niños y adolescentes con sobrepeso
España	2006	18	OMS	Niños con sobrepeso
Brasil	2005	3.6	NECP-ATPIII	Encuesta escolar
Chile	2007	4 30	NECP-ATPIII Ferranti	Niños con sobrepeso
Bolivia	2006-2007	36.07	NCEP-ATPIII	Escolares hispanos con sobrepeso

SÍNDROME METABÓLICO EN MÉXICO

En México, Rodríguez-Moran y asociados, en su estudio con 965 niños y adolescentes de 10 a 18 años del noreste del país, refieren una prevalencia de síndrome metabólico que varía según los diferentes criterios (ATPIII, AACE, OMS, EGIR y REGODCI), es decir, 6.5, 7.7, 4.5, 3.8 y 7.8%, respectivamente.²⁷

Camarillo y colaboradores reportaron 18.6% de adolescentes con síndrome metabólico si se consideran los criterios de ATPIII y de 8.2% con base en los criterios de IDF.²⁸ Estas diferencias han sido reportadas también por otros autores en otras poblaciones, con variaciones que van desde 1.3 a 19.6% y de 1.2 a 3.9%, respectivamente.^{21,29}

El estudio de escolares con sobrepeso de Campeche, realizado por Juárez y asociados, refiere 20% de ellos con síndrome metabólico, con base en los criterios de IDF y destaca que la resistencia a la insulina está presente en 51%.³⁰

La prevalencia en escolares de 12 a 15 años de escuelas públicas y privadas de Chiapas se reportó de 1.6%, a pesar de que el 30% de ellos tienen sobrepeso y obesidad.³¹ Cardoso y colaboradores, en su estudio con adolescentes de la Ciudad de México, encontraron que 12.5% presentan síndrome metabólico: 11.5% en hombres y 13.5% en mujeres y el componente más frecuente fue el HDL-colesterol bajo en 38% de los casos.³²

En su estudio en adolescentes de Monterrey Nuevo León, Cárdenas y asociados reportaron una prevalencia de 9.4% con base en los criterios de NCEP-ATPIII y el componente más frecuente fue la hipertrigliceridemia en 24.4% de los casos, seguido de obesidad abdominal en el 19%.³³ Otros autores reportan que la frecuencia de síndrome metabólico

es mayor en adolescentes masculinos con obesidad y asma, comparado con aquellos obesos que no tienen asma.³⁴

Elizondo y colaboradores refieren una prevalencia de síndrome metabólico en niños de 6 a 12 años de Nuevo León de 23.3%, con grandes diferencias cuando se analiza por condición de peso, es decir, 11% en el grupo de sobrepeso y de 73.9% en los severamente obesos, y además identifican que la relación cintura-talla de 0.59 es un fuerte predictor del síndrome.³⁵

En Ciudad Victoria, Tamaulipas, nosotros encontramos una frecuencia de síndrome metabólico en 20% de los niños y adolescentes con obesidad.³⁶ En el cuadro IV sintetizamos la prevalencia en los diferentes lugares del México.

FACTORES DE RIESGO CARDIOVASCULAR

Los distintos componentes del síndrome metabólico, cada uno *per se*, favorecen el riesgo cardiovascular, enseguida mencionamos algunos estudios al respecto:

Cincuenta y ocho por ciento de los niños con sobrepeso tienen al menos uno (dislipidemia, hiperinsulinemia, hipertensión arterial) y, en específico, estos niños tienen 2.4 a 7.1 veces más de probabilidad de tener colesterol y triglicéridos más altos que los niños normales.³⁷

Resultados de la Encuesta Nacional de Salud en Quebec (1999) demuestran que un tercio de los niños de 13 a 16 años con obesidad tienen dos de siete factores de riesgo en rangos desfavorables, comparados con 3% de los niños con peso normal.³⁸ También se sabe que las variaciones fenotípicas en el riesgo cardiovascular se deben a la influencia de algunos genes como lo han demostrado los resultados del *San Antonio Family Heart Study*.³⁹

Cuadro IV. Prevalencia del síndrome metabólico en niños y adolescentes de México.

Lugar	Año*	Prevalencia (%)	Criterios	Grupos de edad (años)
Ciudad de México	2010**	12.5	IDF	12 - 16
Estado de México	2008	18.62	ATPIII-IDF	Adolescentes
		8.2		
Campeche, Campeche	2010**	20	IDF	11-13
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas	2005-2006	1.6	NCEP-ATPIII	12-15
Monterrey, Nuevo León	2010**	23.3	IDF	6-12
Monterrey, Nuevo León	2010**	9.4	NCEP-ATPIII	10-19
Ciudad Victoria, Tamaulipas	2011	20	IDF	6-15

* Año(s) de la medición.

** Año de publicación.

CONCLUSIONES

La variabilidad en la magnitud del síndrome metabólico en las distintas poblaciones se debe principalmente a los criterios considerados para su diagnóstico, aunque no se descarta la influencia genética y ambiental. Lo que es contundente es que el sobrepeso y obesidad aumentan la prevalencia del mismo.

Finalmente, recomendamos utilizar los criterios de la IDF y buscarlo intencionadamente en niños con sobrepeso y obesidad, para establecer un manejo temprano del mismo e influir en el riesgo cardiovascular que dicho síndrome conlleva.

BIBLIOGRAFÍA

- Reaven GM. Role of insulin resistance in human disease. *Diabetes*. 1988; 37: 1595-607.
- Alberti KG, Zimmet PZ. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus, provisional report of a WHO consultation. *Diabet Med*. 1998; 15: 539-53.
- Reaven G. The metabolic syndrome or the insulin resistance syndrome? Different names, different concepts, and different goals. *Endocrinol Metab Clin N Am*. 2004; 33: 283-303.
- Cruz ML, Weigensberg MJ, Huang TTK, Ball G, Shaibi GQ, Goran MI. The metabolic syndrome in overweight hispanic youth and the role of insulin sensitivity. *J Clin Endocrinol Metab*. 2004; 89: 108-13.
- Ten S, McLaren N. Insulin resistance syndrome in children. *J Clin Endocrinol Metab*. 2004; 89: 2526-39.
- Chiarelli F, Marcovecchio ML. Insulin resistance and obesity in childhood. *Eur J Endocrinol*. 2008; 159 (Suppl 1): S67-S74.
- Zimmet P, Alberti KG, Kaufman F, Tajima N, Silink M, Arslanian S, Wong G, Bennett P, Shaw J, Caprio S; IDF Consensus Group (2007). The metabolic syndrome in children and adolescents- an IDF consensus report. *Pediatric Diabetes*. 2007; 8: 299-306.
- Day C. Metabolic syndrome, or What you will: definitions and epidemiology. *Diabetes and Vascular Disease Research*. 2007; 4: 32.
- Chen W, Bao W, Begum S, Elkasabany A, Srinivasan SR, Berenson GS. Age-related patterns of the clustering of cardiovascular risk variables of syndrome X from childhood to young adulthood in a population made up of black and white subjects: The Bogalusa Heart Study. *Diabetes*. 2000; 49: 1042-8.
- Raitakari OT, Juonala M, Kahonen M et al. Cardiovascular risk factors in childhood and carotid artery intima-media thickness in adulthood: The Cardiovascular Risk in Young Finns Study. *JAMA*. 2003; 290: 2277-83.
- Lambert M, Paradis G, O'Loughlin J, Delvin EE, Hanley JA, Levy E. Insulin resistance syndrome in a representative sample of children and adolescents from Quebec, Canada. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2004; 28: 833-41.
- Duncan GE, Sierra ML, Xiao-Hua Z. Prevalence and trends of a metabolic syndrome phenotype among U.S. adolescents 1999-2000. *Diabetes Care*. 2004; 27: 2438-2443.
- Cook S, Weitzman M, Auinger P, Nguyen M, Dietz W. 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.
- Seo SJ, Lee HY, Lee SW. The Prevalence of the Metabolic Syndrome in Korean Children and Adolescents: Comparisons of the Criteria of Cook et al., Cruz and Goran, and Ferranti et al. *Yonsei Med J*. 2008; 49 (4): 563-572.
- Çizmecioğlu FM, Hatun S, Kalaç S. Metabolic syndrome in obese Turkish children and adolescents: comparison of two diagnostic models. *Turk J Pediatr*. 2008; 50: 359-365.
- Chu NF, Rimm EB, Wang DJ, Liou HS, Shieh SM. Clustering of cardiovascular disease risk factors among obese schoolchildren: the Taipei Children Heart Study. *Am J Clin Nutr*. 1998; 67: 1141-1146.
- Lee MS, Wahlgqvist ML, Yu HL, Pan WH. Hyperuricemia and metabolic syndrome in Taiwanese children. *Asia Pac J Clin Nutr*. 2007; 16 (Suppl 2): 594-600.
- Li Y, Yang X, Zhai F, Kok FJ, Zhao W, Piao J, Zhang J, Cui Z, Ma G. Prevalence of the metabolic syndrome in Chinese adolescents. *Br J Nutr*. 2008; 99: 565-570.
- López-Capapé M, Alonso M, Colino E, Mustieles C, Corbatón J, Barrio R. Frequency of the metabolic syndrome in obese Spanish pediatric population. *Eur J Endocrinol*. 2006; 155: 313-319.
- Seki M, Matsuo T, Faria CAJ. Prevalence of metabolic syndrome and associated risk factors in Brazilian schoolchildren. *Public Health Nutrition*. 2008; 2 (7): 947-952.
- Bokor S, Frelut ML, Vania A, Hadjithanasiou CG, Anastasakou M, Melecka-Tendera E et al. Prevalence of metabolic syndrome in European obese children. *Int J Pediatr Obes*. 2008; 3 (Suppl 2): 3-8.

22. Csabi G, Torok K, Jeges S, Molnar D. Presence of metabolic cardiovascular syndrome in obese children. *Eur J Pediatr.* 2000; 159: 91-4.
23. Dhuper S, Cohen HW, Daniel J, Gumidyal P, Agarwalla V, Victor R, Dhuper S. Utility of the modified ATP III defined metabolic syndrome and severe obesity as predictors of insulin resistance in overweight children and adolescents: a cross-sectional study. *Cardiovascular Diabetology.* 2007; 6: 4 doi:10.1186/1475-2840-6-4.
24. Burrows RA, Leiva BL, Weistaub G, Ceballos X, Gattas ZV, Lera L, Albala C B. Síndrome metabólico en niños y adolescentes: asociación con sensibilidad insulínica y con magnitud y distribución de la obesidad. *Rev Med Chile.* 2007; 135: 174-181.
25. Cáceres M, Terán CG, Rodríguez S, Medina MC. Prevalence of insulin resistance and its association with metabolic syndrome criteria among Bolivian children and adolescents with obesity. *BMC Pediatrics.* 2008; 8: 31.
26. Ferreira de MCA, Sanchez FC, Netto-Oliveira ER, Fossati RF. Prevalence of metabolic syndrome in adolescents: a systematic review. *Cad Saude Publica* 2009; 25 (6): 1195-202.
27. Rodríguez-Moran M, Salazar VB, Violante R, Guerrero RF. Metabolic syndrome among children and adolescents aged 10-18 years. *Diabetes Care.* 2004; 27: 2516-2517.
28. Camarillo-Romero E, Domínguez-García MV, Amaya-Chávez A, Huítrón-Bravo G, Majluf-Cruz A. Dificultades en la clasificación del síndrome metabólico. El ejemplo de los adolescentes en México. *Salud Pública Mex.* 2010; 52: 524-527.
29. Pajuelo J, Bernui I, Nolberto V, Peña A, Zevillanos L. Síndrome metabólico en adolescentes con sobrepeso y obesidad. *An Fac Med Lima.* 2007; 68 (2): 144.
30. Juarez LC, Klunder KM, Medina BP, Madrigal AA, Mass DE, Flores HS. Insulin resistance and its association with the components of the metabolic syndrome among obese children and adolescents. *BMC Public Health.* 2010; 10: 318.
31. Velasco-Martínez RM, Jiménez-Cruz A, Higuera Domínguez F, Domínguez de la Piedra E, Bacardí-Gascón M. Obesidad y resistencia a la insulina en adolescentes de Chiapas. *Nutr Hosp.* 2009; 24 (2): 187-192.
32. Cardoso-Saldaña GC, Yamamoto-Kimura L, Medina-Urrutia A, Posadas-Sánchez R, Caracas-Portilla NA, Posadas-Romero C. Obesity or overweight and metabolic syndrome in Mexico City teenagers. *Arch Cardiol Mex.* 2010; 80 (1): 12-18.
33. Cárdenas-Villareal VM, López-Alvarenga JC, Bastarrachea RA, Rizo-Baeza MM, Cortés-Castell E. Metabolic syndrome prevalence in teenagers of Monterrey, Nuevo León. *Arch Cardiol Mex.* 2010; 80 (1): 19-26.
34. Del Rio-Navarro BE, Castro-Rodríguez JA, Garibay Nieto N, Berber A, Toussaint G, Sienra-Monge JJ, Romieu I. Higher metabolic syndrome in obese asthmatic compared to obese nonasthmatic adolescent males. *J Asthma.* 2010; 47 (5): 501-6.
35. Elizondo-Montemayor L, Serrano-González M, Ugalde-Casas PA, Bustamante-Careaga H, Cuello-García C. Waist-to-height: cutoff matters in predicting metabolic syndrome in Mexican children. *Metab Syndr Relat Disord.* 2011; 9 (3): 183-90.
36. Cornejo BJ, Llanas RJD, Arriaga CHE, Pérez-Laínez S, Pérez-Baez FJ, González OM, Hernández-Hernández DE. Características bioquímicas y metabólicas en familias de niños con obesidad en Tamaulipas. En prensa.
37. Freedman DS, Dietz WH, Srinivasan SR, Berenson GS. The relation of overweight to cardiovascular risk factors among children and adolescents: The Bogalusa Heart Study. *Pediatrics.* 1999; 103 (6): 1175-82.
38. Lambert M, Delvin EE, Levy E, O'Loughlin J, Gilles Paradis, T Barnett T, McGrath JJ. Prevalence of cardiometabolic risk factors by weight status in a population-based sample of Quebec children and adolescents. *Can J Cardiol.* 2008; 24 (7): 575.
39. Mitchell BD, Kammerer CM, Blangero J, Mahaney MC, Rainwater DL, Dyke B, Hixson JE et al. Genetic and Environmental Contributions to Cardiovascular Risk Factors in Mexican Americans. The San Antonio Family Heart Study. *Circulation.* 1996; 94: 2159-2170.