

Relación entre masa corporal y marcadores para enfermedades crónicas no transmisibles en escolares

Juan Manuel Muñoz Cano ⁽¹⁾, Lauro Figueroa Valverde ⁽²⁾, Catalina Cervantes Ortega ⁽³⁾,
Cecilia González Calixto ⁽⁴⁾, Rosina Villanueva Arriaga ⁽⁵⁾, Miguel Boldo León ⁽¹⁾

Resumen

Objetivo: El objetivo de esta investigación fue analizar la asociación entre el aumento de masa corporal en escolares de 12 años y la posibilidad de que se presenten anomalías en marcadores bioquímicos. **Material y método:** Se colectaron datos de antropometría a educandos de una escuela urbana y una rural. A quienes tuvieron sobrepeso u obesidad se les determinaron marcadores bioquímicos. Para analizar la asociación se aplicó una prueba de ji cuadrada. Para encontrar diferencias se hizo una prueba de ANOVA. **Resultados:** Más de la mitad de los escolares de ambas escuelas tuvieron sobrepeso y obesidad acumulados. 78% de los escolares de la escuela urbana y 81% de la rural a los que se les hicieron las pruebas tuvieron al menos una anomalía en sus biomarcadores, 7% y 8% de cada escuela con prediabetes. No se encontraron diferencias significativas entre niños con sobrepeso con los de obesidad ni entre escuelas. **Conclusiones:** No se encontró asociación entre IMC y la posibilidad de presentar datos anormales en los marcadores bioquímicos.

Palabras claves: glucosa en ayunas, perfil de lípidos, marcadores bioquímicos, prediabetes.

Summary

Objective: The aim of this paper is to analyze the association between increased body mass in 12 years old children and the possibility of anomalies that could occurred in biochemical markers. **Material and method:** Anthropometry data was collected from students of two schools, one urban and the other rural. Those who were overweight or obese biochemical markers were determined. A Chi-squared test was applied to analyze the association. To find the differences an ANOVA test was done. **Results:** More than half of the students of both schools had accumulated overweight and obesity. 78% of the urban school and 81% of the rural schoolchildren who were tested had at least one anomaly in their biomarkers, 7% and 8% of each school with pre-diabetes. There were no significant differences among children with overweight or obesity nor between schools. **Conclusions:** There was not found an association between BMI and the possibility of abnormal data in the biochemical markers.

Key words: fasting glucose, profile of lipids, biochemical markers, pre-diabetes.

(1) Profesor-Investigador de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

(2) Profesor-Investigador de la Universidad Autónoma de Campeche.

(3) Profesor-Investigador de la Universidad Veracruzana

(4) Profesor-Investigador de la Universidad Autónoma de Guerrero

(5) Profesor-Investigador de la Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco

ARTÍCULO ORIGINAL

Fecha de recibido: 22 de junio de 2013 **Fecha de aceptación:** 22 de octubre de 2013

Dirección para recibir correspondencia:

Centro de Investigación en Ciencias de la Salud, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Avenida Gregorio Méndez 2838-A, CP 86150.

+52 (993) 3140698. juan.munoz@ujat.mx

Introducción

A pesar de que en México una proporción importante de la población se encuentra dentro de indicadores de pobreza, más de la mitad de la población presenta un tamaño corporal que se considera por arriba del considerado como eutrófico. Si bien no hay discusión acerca de que mantener el peso deseable¹ y una dieta correcta durante toda la vida son condiciones para disminuir la probabilidad de desarrollar enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT), especialmente las asociadas a la alimentación (EAA), hay menos consenso acerca de lo que es el peso deseable¹ y las características de la dieta saludable.²

Desde hace años se considera el peso elevado como enfermedad a pesar de que se considera la existencia de un fenotipo de obesidad sana o menos asociada a enfermedades. La recomendación de mantener el peso deseable desde la niñez tiene como propósito disminuir los riesgos de que se presenten alteraciones en los valores en sangre de moléculas como glucosa, triglicéridos, colesterol, diversas lipoproteínas, enzimas de escape, entre otras, ya que se sabe que su elevación temprana se relaciona con una muy alta probabilidad de desarrollar diversos trastornos. Uno de los principales criterios para efectuar valoraciones de los biomarcadores para ECNT ha sido el diagnóstico de niveles altos de obesidad, sin embargo, como se ha visto en adultos, cada vez se encuentra menor relación entre la masa corporal y la posibilidad de diagnóstico de diabetes mellitus de tipo 2.³⁻⁷

El incremento de la prevalencia del sobrepeso y la obesidad, medido a partir de los límites de corte del índice de masa corporal (IMB), ha aumentado espectacularmente en el mundo en los últimos lustros. México no es excepción y se considera que 70% de la población mayor de 20 años tiene un IMC \geq a 24. Este aumento del volumen corporal no es sólo de los adultos. En los niños se ha observado también el aumento del volumen corporal para la edad lo cual se ha documentado en las Encuestas Nacionales de Salud y Nutrición (ENSANUT) de 2006 y 2011.

No obstante que desde el 2006 tanto el Instituto Nacional de Salud Pública,⁸ como la Organización Panamericana de la Salud,⁹ establecieron el percentil \geq 75 de las tablas de la Organización Mundial de la Salud para sobrepeso, y el percentil \geq 85 para obesidad muchos estudios¹⁰⁻¹⁵ no consideraron estas recomendaciones sino \geq 85 para sobrepeso y \geq 95 para obesidad, lo cual produce sesgos en los resultados. El intervalo amplio en los participantes de los diferentes estudios es un obstáculo para la estandarización de los resultados de los estudios. Por ejemplo, 5 a 11 años¹⁶⁻¹⁷ o 2 a 18 años.¹⁸ Los estudios revisados agrupan niñas, niños y adolescentes

en diferentes etapas de crecimiento y desarrollo; lo que puede conducir a sobreestimaciones en el peso, porque se presentan brotes de adiposidad en etapas normales,¹⁹ o a subestimaciones, ya que los niños pequeños tienen menores probabilidades de presentar anomalías en los valores de los biomarcadores que los adolescentes.

Ante la pandemia de enfermedades crónicas no transmisibles que se presentan desde la infancia el objetivo de esta investigación fue analizar si los indicadores antropométricos tienen suficiente consistencia para solicitar valoraciones sólo a niñas y niños en edad escolar con valores en percentiles altos.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio de cohorte, observacional, analítico y transversal.

Participantes. Fueron educandos de sexto grado de dos escuelas (promedio de edad 12 años), una con características urbanas, localizada en una colonia céntrica de la ciudad de Villahermosa, y de otra localizada en una comunidad rural donde sólo existe un plantel escolar de educación primaria.

Antropometría. A los que aceptaron participar se les solicitó permitieran obtener datos de peso, estatura, perímetros de cintura y cadera.²⁰ Para los datos de antropometría se contó con la colaboración de dos profesoras de la escuela de nutrición quienes obtuvieron los datos de acuerdo a los lineamientos de la WHO.²¹ Para la determinación del índice de masa corporal se empleó una balanza clínica con estadímetro de Básculas Nuevo León®, México, con capacidad para 200 kg. La balanza se calibró cada día durante el tiempo que se pesó a los estudiantes. El índice de masa corporal (índice de Quetelet, BMI) se calculó según la expresión matemática $\text{masa/estatura}^2 = \text{kg/mt}^2$ y se interpretó de acuerdo a la PROY-NOM-043-SSA2-2011 de México.²²

Presión arterial. La presión arterial se midió de acuerdo a la NOM-030-SSA2-1999.²³ Para esto se empleó un esfigmomanómetro aneroide calibrado y se contó con brazaletes de tamaño grande, mediano y pequeño de acuerdo al diámetro del brazo de los escolares. Se consideró presión arterial alta cuando se encontraba por encima de la percentil 95 para la edad y la talla.

Parámetros bioquímicos. Las muestras de sangre de los participantes las obtuvo el personal del laboratorio de análisis clínicos de la UJAT posteriormente a un ayuno de 12 horas. Para ello se emplearon equipos estériles y la sangre se colectó en tubos Vacutainer® Serum (Becton Dickinson, Franklin Lakes, NJ, USA). Una vez en el laboratorio se obtuvo el suero antes de 30 minutos de la obtención de la sangre,

con el fin de evitar la glicólisis, mediante centrifugación a 3,500 x g durante 3 minutos.

En esa fracción de la sangre se midieron glucosa (GPA), colesterol total (CT), lipoproteínas de baja densidad (LBD), lipoproteína de alta densidad (LAD), triglicéridos (TG) y alanina amino transferasa (ALT) se determinaron mediante metodología analítica seca en el equipo automatizado VITROS® 250 (Ortho-ClinicalDiagnostics Johnson & Johnson, Rochester, NY, USA). Se extrajo otro ml. de sangre que se colectó en tubos con K2EDTA BD Microtainer® para la medición de hemoglobina glicosilada (HbA1c) y biometría hemática.

La glucosa se evaluó de acuerdo a los criterios de la NOM-015-SSA2-2010²⁴ donde sano < de 5.5, glucosa alterada en ayunas (prediabetes) de 5.6 a 6.9 mmol/L y diabetes \geq 7 mM/L. Para evaluar los niveles de colesterol se utilizaron los criterios de la NOM-037-SSA2-2012,²³ y de la National Cholesterol Program Adult Treatment Panel III, 2005. TG se consideró deseable \leq 1.68 mmol/L, borderline 1.69 a 2.25 mmol/L, y alto \geq 2.26 mmol/L. Los valores de CT deseable son \leq 4.39 mM/L, borderline bajo 4 a 4.3, borderline alto de 4.4 a 5.16, y alto \geq 5.17. Se consideró anormal cualquier valor de lipoproteínas de alta densidad < de 0.9 mmol/L. Las lipoproteínas de baja densidad (LDL) fueron calculadas utilizando la fórmula de Friedewald: LDL (mmol/L) = colesterol total - (TG/5) - HDL donde óptimo \leq 2.83 mmol/L, borderline 2.84 a 3.35 mmol/L, alto \geq 3.36 mmol/L.

ALT se consideró deseable menor a 0.6668 μ kat/L. HbA1c se midió con el kit de trabajo Stanbio Lab® y espectrofotómetro JENWAY 6305®. Para cada estándar y muestra se calculó el rango de absorbancia de acuerdo a los lineamientos del fabricante. Los valores de referencia fueron normal menos de 5.7 %, prediabetes 5.7 a 6.4% y diabetes: 6.5% o más.

Análisis estadístico. Para el procesamiento de datos se utilizó la versión 15.0 del Statistics Package for the Social Sciences (SPSS, Chicago, IL, USA). Para el análisis de los datos se utilizaron estadísticas descriptivas de tendencia central, así como tablas de contingencia. Para determinar el poder predictivo del IMC en referencia a la presencia de anomalías bioquímicas se realizaron estudios de ji cuadrada. Para encontrar diferencias entre los grupos de sobrepeso con obesidad, niñas con niños y entre escuelas se hizo una prueba de ANOVA.

Consideraciones éticas. El estudio contó con el aval del Comité de Investigación de la División de Ciencias de la Salud, con registro en la Secretaría de Investigación de la Universidad de Tabasco. El estudio cumplió con la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial.

Se apegó a lo dispuesto en el reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud de México, ya que no se produjo ningún daño físico ni moral inherente al estudio, y se salvaguardaron los datos con lo que se garantizó la confidencialidad de los datos de los participantes. Éstos contaron con la información suficiente sobre el estudio a través del consentimiento informado, su participación fue voluntaria y conforme a la fracción VIII, donde el participante tuvo libertad de retirarse en el momento que lo deseara.

Resultados

Ante el aumento de la prevalencia de ECNT como DMT2 se hizo esta investigación para encontrar la asociación entre los incrementos en el volumen de masa corporal y la presencia de valores anormales de los marcadores bioquímicos. El propósito de la búsqueda de la asociación era delimitar la población en la que con mayor probabilidad se encuentren valores anormales en los biomarcadores para ECNT ya que no se recomienda hacer exámenes de laboratorio a grupos amplios para localizar los niños que presentan los indicadores tempranos de la enfermedad, tal como se hizo en el pasado con las radiografías de tórax en niños en la búsqueda de lesiones por tuberculosis. Para cumplir con este objetivo se acudió a dos escuelas de educación primaria. De la escuela urbana (escuela 1), donde acudían 70 escolares en dos grupos de sexto, se obtuvo la colaboración de 57, quienes firmaron, así como sus padres, el consentimiento informado. De la escuela rural (escuela 2), de 60 educandos, se obtuvo la participación de 37. No se encontraron diferencias de las estaturas entre los escolares con peso eutrófico y los de sobrepeso-obesidad ni entre niñas y niños. Tampoco se encontraron diferencias entre los promedios de presión sistólica ni diastólica (Tabla 1).

Tabla 1 Datos de antropometría.

	PS		SP-Ob	
	M	DE	M	DE
Escuela 1				
Niñas				
Presión sistólica	99.3	8.54	105.30	10.5
Presión diastólica	66.3	6.19	73.08	9.47
Estatura en cm	142.8	8.48	148.57	5.31
Niños				
Presión sistólica	101.3	11.87	106.67	9.0
Presión diastólica	66.0	5.07	70.67	5.49
Estatura en cm	143.5	5.84	148.5	6.65
Escuela 2				
Niñas				

Presión sistólica	109.9	6.39	112.7	10.1
Presión diastólica	66.3	8.31	65.8	9.0
Estatura en cm	150	8.0	150	1.4
Niños				
Presión sistólica	111.6	8.07	114.16	9.0
Presión diastólica	66.5	8.77	68.46	9.16
Estatura en cm	150	6.1	149	1.5

Nota: PS = peso sano cuando IMC percentil ≤ 74.9 . SP-Ob = sobrepeso y obesidad cuando IMC percentil ≥ 75 . M = media. DS = desviación estándar.

Escuela 1: Escolares con PS = 30, escolares con SP-Ob = 27. Escuela 2: Escolares con PS = 17, SP-Ob = 20.

Al comparar las medias mediante un estudio de ANOVA de un factor no se encontraron diferencias significativas entre niños y niñas, sobrepeso y obesidad, como tampoco entre escuelas.

Para obtención de las muestras de sangre para la medición de los biomarcadores se solicitó la colaboración de los niños que tuvieron un percentil igual o mayor a 75. De nuevo se obtuvo el consentimiento informado de los educandos y de sus padres para este paso. Se obtuvieron muestras de 27 educandos de la escuela 1 y de 20 de la escuela 2. La presencia de anomalías en los marcadores bioquímicos es alta y variada y no se encuentra asociación con obesidad, antes bien, en algunos marcadores hay más afectados con sobrepeso que con obesidad (Tabla 2).

Tabla 2 Frecuencias absolutas de anomalías en marcadores bioquímicos.

Biomarcador	Valor de referencia	Escuela 1		Escuela 2					
		f	%	f	%	f	%	f	%
Glucosa	Lim ≥ 100 a ≤ 124.9	5	19	2	7	3	6	5	8
	Diabetes ≥ 125	-	-	-	-	-	-	-	-
TG	Lim ≥ 150 a ≤ 199	5	19	4	15	-	-	3	6
	Riesgo ≥ 200	1	4	-	-	1	3	3	6
CT	Lim 170-199	4	15	2	7	-	-	7	12
	Riesgo ≥ 200	2	7	2	7	1	3	1	3
LBD	Lim ≥ 110 a ≤ 129	3	11	2	7	-	-	2	4
	Riesgo ≥ 130	4	15	2	7	-	-	2	4
LAD	Riesgo ≤ 40	1	4	3	11	1	3	3	6
ALT	Riesgo ≥ 41	2	7	4	15	-	-	6	10
PCR	Riesgo si es +	-	-	1	4	-	-	-	-

Nota: SP = sobrepeso. Ob = obesidad. TG = triglicéridos, CT = colesterol total, LBD = lipoproteínas de baja densidad, LAD = lipoproteínas de alta densidad. ALT = alanino amino transferasa, PCR = proteína C reactiva cualitativa. Escuela 1: Escolares con PS = 30, escolares con SP-Ob = 27. Escuela 2: Escolares con PS = 17, SP-Ob = 20. Al comparar las medias de los valores de glucosa en ayunas y perfil de lípidos mediante un estudio de ANOVA de un factor no se encontraron diferencias significativas entre niños y niñas, sobrepeso y obesidad, como tampoco entre escuelas.

Tal como se lee en la tabla 3, el volumen corporal no es determinante para la presencia de anomalías ni para la cantidad de éstas que se encontraron en los escolares. Las proporciones de escolares sin anomalías en quienes tenían sobrepeso no es la mayoría, además de que se encontraron quienes tenían sobrepeso y hasta cinco anomalías. Al hacer las pruebas de ji cuadrada para identificar posibilidad de encontrar anomalías en los biomarcadores de acuerdo al IMC no se encontraron diferencias entre quienes tenían sobrepeso y quienes tenían obesidad. El estadístico tuvo valor de 3.48 con $p = 0.06$. La probabilidad de que los valores observados pudieran ser diferentes de los esperados fue de 50%. En la prueba de ANOVA no hubo diferencias significativas entre los escolares con sobrepeso y obesidad, niñas y niños o entre escuelas por lo que las condiciones de los perfiles de lípidos y de glucosa en ayunas son semejantes independientemente de la localidad.

Tabla 3 Anomalías en marcadores por escolar.

Número de anomalías	Escuela 1		Escuela 2	
	SP	Ob	SP	Ob
0	4 (27%)	2 (17%)	1 (6%)	6 (30%)
1	3 (20%)	3 (25%)	6 (35%)	5 (25%)
2	3 (20%)	3 (25%)	4 (23%)	4 (20%)
3	2 (13%)	4 (33%)	2 (12%)	3 (15%)
4	2 (13%)	-	1 (6%)	1 (5%)
5	1 (7%)	-	3 (18%)	1 (5%)
Total	15	12	17	20

Nota: SP = sobrepeso. Ob = obesidad.

Al aplicar la prueba de ji cuadrada no hubo significancia entre los niños con sobrepeso u obesidad o entre escuelas para la probabilidad de encontrar anomalías. El estadístico tuvo valor de 3.48 con $p = 0.06$. Al comparar las medias mediante un estudio de ANOVA de un factor no se encontraron diferencias significativas entre niños y niñas, sobrepeso y obesidad, como tampoco entre escuelas.

Discusión

Esta investigación se hizo con el objetivo de evaluar la asociación entre las variaciones del volumen corporal y los datos anormales en los biomarcadores bioquímicos que podrían considerarse factores de riesgo para ECNT. A diferencia de los resultados de otros autores los cuales reportaron incremento de los valores de los biomarcadores en función del aumento del volumen corporal, en este trabajo no se encuentran diferencias de los valores de los escolares que tenían sobrepeso con respecto a los que tenían obesidad. Esto es de mayor significancia pues muchos de esos trabajos se realizaron

considerando como sobrepeso el percentil 85 y obesidad el 95,¹⁰⁻¹⁵ a pesar de las recomendaciones de diagnosticar sobrepeso con referencia al percentil 75 y obesidad al 85,⁸⁻⁹ o sus equivalentes.²⁶

En adultos^{3,5,27} y adultos jóvenes^{4,28} hay cada vez más reportes de la presencia de anomalías en los biomarcadores bioquímicos con independencia del volumen corporal.

Si bien se plantearon alternativas al IMC como es el caso de la medida de la cintura y del índice cintura cadera (ICC),²⁹ y en el Consenso Internacional entre Organizaciones³⁰ se propuso éste como el mejor referente para el diagnóstico del síndrome metabólico en niños,³¹ diversos reportes también muestran que éste índice tampoco se relaciona con la posibilidad de presentar biomarcadores anormales.⁵ Por otra parte, se carece de tablas de referencia para evaluar el tamaño de la cintura de niñas y niños, ya que falta construir las correspondientes para las poblaciones de América Latina.

Aunque esta investigación no se enfocó en los patrones de consumo de alimentos de los participantes, los cambios que se han reportado para las poblaciones de la región, como son la disminución de la ingesta de vegetales frescos, tortillas y frijoles, y su sustitución por productos industrializados modernos ricos en fructosa, harinas refinadas y grasas insaturadas, podría explicar la presencia de las anomalías en los biomarcadores. Es necesario realizar estudios más amplios y en búsqueda de marcadores de inflamación crónica de baja intensidad,³² considerada anteriormente como consecuencia de la obesidad, y que de acuerdo a nuevas investigaciones se sabe puede preceder la obesidad ya que las modificaciones en la expresión de genes producto del cambio del tipo de alimentos induce la diferenciación de preadipocitos a adipocitos,³³⁻³⁴ entre otras modificaciones del fenotipo y la conducta.

Conclusiones

Se encontró una alta proporción de sobrepeso y obesidad combinados. La frecuencia de datos anormales en los biomarcadores bioquímicos fue alta. No se encontró mayor probabilidad de presentar anomalías en función del aumento del IMC.

Agradecimientos

A las maestras y las niñas y niños de las escuelas participantes. Los Q.F.B. Alberto Hernández de la Cruz y Rosa Neli Hernández Álvarez, así como la T.L.C. Rosa Guadalupe Malpica Cuevas participaron en la obtención y

procesamiento de las muestras de sangre en el laboratorio de análisis clínicos de la UJAT. Para la realización de este trabajo se contó con apoyo del Programa de Mejoramiento del Profesorado para la Red de Cuerpos Académicos "Obesidad".

Referencias

- Vega Franco L. La eutrofia como paradigma de la salud pública en el siglo XXI. *Rev Mex Pediatr*; 2005; 72(6): 275-277. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/pediat/sp-2005/sp056a.pdf>
- Willet WC, Ludwig DS. The 2010 dietary guidelines — the best recipe for health? *N Engl J Med*, 2012; 365(17): 1563-1565. <http://www.nejm.org/doi/pdf/10.1056/NEJMp1107075>
- Thin Asians at risk for diabetes due to hidden body fat. *Medscape*, Feb. 11, 2013. Disponible en <http://www.medscape.com/viewarticle/779072>
- Jiménez Sastré A, Quevedo Tejero E, Estrella Gómez R, Albarrán Melzer J, Zavala González MA. Correlación obesidad/riesgo metabólico en estudiantes de ciencias de la salud de Tabasco. *Horizonte Sanitario*. 2012; 12(1): 14-21. Disponible en http://www.publicaciones.ujat.mx/publicaciones/horizonte_sanitario/ediciones/2013_ene-abril/3_correlacion-obesidad.pdf
- Zhao X, Zhu X, Zhang H, Zhao W, Li J, Shu Y, Li S, Yang M, Cai L, Zhou J, Li Y. Prevalence of diabetes and predictions of its risks using anthropometric measures in southwest rural areas of China. *BMC Public Health*. 2012; 24(12): 821. doi: 10.1186/1471-2458-12-821
- Irving R, Tusié Luna MT, Mills J, Wright Pascoe R, McLaughlin W, Aguilar Salinas CA. Early onset type 2 diabetes in Jamaica and in Mexico. Opportunities derived from an interethnic study. *Rev Invest Clin*. 2011; 63(2): 198-209.
- Sánchez Castillo CP, Pichardo Ontiveros E, López RP. Epidemiología de la obesidad. *Gac Méd Méx*, 2004; 140 (Supl. 2): 3-20. URL: <http://www.medigraphic.com/pdfs/gaceta/gm-2004/gmso42b.pdf>
- Instituto Nacional de Salud Pública. Obesidad infantil. *Boletín de la Práctica Médica Efectiva*, 2006. Disponible en http://www.insp.mx/Portal/Centros/ciss/nls/boletines/PME_14.pdf
- Organización Panamericana de la Salud. Módulo Obesidad Infantil. *Salud del Niño y del Adolescente. Salud Familiar y Comunitaria*. (SF). Disponible en <http://www.>

paho.org/spanish/ad/fch/ca/si-obesidad1.pdf

10. Bacardí Gascón M, Jiménez Cruz A, Guzmán González V. Alta prevalencia de obesidad y obesidad abdominal en niños escolares entre 6 y 12 años de edad. *Bol Med Hosp Infant Mex*, 2007;64:362-369. Disponible en <http://www.medigraphic.com/pdfs/bmhim/hi-2007/hio76c.pdf>

11. Balas Nakash M, Villanueva Quintana A, Tawil Dayan S, Schiffman Selechnik E, Suverza Fernández A, Vadillo Ortega F, Perichart-Perera O. Estudio piloto para la identificación de indicadores antropométricos asociados a marcadores de riesgo de síndrome metabólico en escolares mexicanos. *Bol Med Hosp Infant Mex* 2008;65:100-109. Disponible en <http://www.medigraphic.com/pdfs/bmhim/hi-2008/hio82d.pdf>

12. Tavera Hernández M, Michaus Gutiérrez G, ValanciAroesty S. Prevalencia de obesidad en niños en una población de la Ciudad de México. *An Med (Mex)* 2008; 53(2):65-68. Disponible en <http://www.medigraphic.com/pdfs/abc/bc-2008/bco82b.pdf>

13. 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. *NutrHosp*. [revista en línea]. 2009;24(2):187-192. Disponible en http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112009000200013&lng=es

14. Camarillo Romero E, Domínguez García V, Amaya Chávez A, Huitrón Bravo G, Majluf Cruz A. Dificultades en la clasificación del síndrome metabólico. El ejemplo de los adolescentes en México. *Salud Publica Mex*, 2009;52(6):524-527.

15. Castañeda Castaneira E, Molina Ferchero N, Ortiz Pérez H. Sobrepeso-obesidad en escolares en un área marginada de la ciudad de México. *RevMexPediatr*, 2010;77(2):55-58. Disponible en <http://www.medigraphic.com/pdfs/pediat/sp-2010/sp102b.pdf>

16. Cuevas Nasu L, Hernández Prado B, Shamah Levy T, Monterrubio EA, Morales Ruan MC, Moreno Macías LB. Prevalence of abnormal eating behaviors in adolescents in Mexico (Mexican National Health and Nutrition Survey 2006). *SaludPublicaMex*, 2009;51(S4):630-637.

17. Flores M, Macías N, Rivera M, Barquera S, Hernández L, García Guerra Armando, Rivera JA. Energy and nutrient intake in Mexican children 1 to 4 years old. Results from the Mexican National Health and Nutrition Survey 2006. *SaludPublicaMex*, 2009;51(S4):549-550.

18. Bonvecchio A, Safdie M, Monterrubio EA, Gust T, Villalpando S, Rivera JA. Overweight and obesity trends in Mexican children 2 to 18 years age from 1998 to 2006. *Salud Publica Mex*, 2009;51(S4):586-594.

19. Vázquez Garibay EM, Álvarez Treviño L, Romero Velarde E, Larrosa Haro A. Importancia de la transición nutricia en la población materno-infantil. Parte I. Experiencias en México. *Bol MedHospInfantMex*, 2009;66:109-123. Disponible en <http://www.medigraphic.com/pdfs/bmhim/hi-2009/hio92b.pdf>

20. Despres JP, Lemieux I. Abdominal obesity and metabolic syndrome. *Nature* 2006; 444: 881-7.

21. World Health Organization (WHO): Waist circumference and waist-hip ratio: report of a WHO expert consultation. Geneva, 8-11 December 2008. Geneva: WHO; 2011.

22. Secretaría de Salud de México. Proyecto de Norma Oficial Mexicana, PROY-NOM-043-SSA2-2011, Servicios Básicos de Salud. Promoción y Educación para la Salud en Materia Alimentaria. Criterios para Brindar Orientación. México, DF; Diario Oficial de la Federación; mayo 28, 2012.

23. Secretaría de Salud de México. NOM-030-SSA2-1999, Para la prevención, tratamiento y control de la hipertensión arterial.

24. Secretaría de Salud de México. NOM-015-SSA2-2010, Para la prevención, tratamiento y control de la diabetes mellitus. México, DF; Diario Oficial de la Federación; noviembre 23, 2010.

25. Secretaría de Salud de México. NOM-037-SSA2-2012, Para la prevención, tratamiento y control de las dislipidemias. México, DF; Diario Oficial de la Federación; julio 13, 2012.

26. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ*, 2000; 320(1240):1-6. Disponible en <http://www.bmj.com/content/320/7244/1240.full.pdf+html>

27. Ramachandran A. Identificar los factores de riesgo: la diabetes en indios asiáticos. *Diabetes Voice*, 2003;48:17-19. Disponible en http://www.diabetesvoice.org/files/attachments/article_73_es.pdf

28. Muñoz Cano JM, Córdova Hernández JA, Olvera Hernández V. Hiperglucemia en jóvenes mexicanos sin sobrepeso ni obesidad. Tercer Simposium Internacional de Investigación Multidisciplinaria y Cuarto Encuentro Nacional de Investigación Científica. 21 al 23 de agosto de 2013. Villahermosa, México.

29. Aguilar Salinas CA. Adiposidad abdominal como factor de riesgo para enfermedades crónicas. *Salud Publica Mex* 2007; 49:311-316. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/106/10649124.pdf>

30. Alberti KG, Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ, Cleeman JI, Donato KA, Fruchart JC, James PT, Loria CM, Smith SC. Harmonizing the metabolic syndrome. A joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity. *Circulation* 2009; 120: 1640-1645. Disponible en <http://circ.ahajournals.org/cgi/reprint/CIRCULATIONAHA.109.192644v1>

31. Arjona Villicaña RD, Gómez Díaz RA, Aguilar Salinas CA. Controversias en el diagnóstico del síndrome metabólico en poblaciones pediátricas. *Bol Med Hosp Infant Mex* 2008; 65: 488-501. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/106/10649124.pdf>

32. Brasil AR, Norton RC, Rossetti MB, Leão E, Mendes RP. C-reactive protein as an indicator of low intensity inflammation in children and adolescents with and without obesity. *J Pediatr (Rio J)*. 2007; 83 (5): 477-480

33. Du L, Heaney AP. Regulation of adipose differentiation by fructose and GluT5. *Mol Endocrinol*, 2012; 26(10):1773-1782.

34. Goran MI, Dumke K, Bouret SE, Kayser B, Walker RW, Blumberg B. The obesogenic effect of high fructose exposure during early development. *Nat Rev Endocrinol*, 2013. doi:10.1038/nrendo.2013.108