

Original

Obesidad y resistencia a la insulina en adolescentes de Chiapas

R. M. Velasco-Martínez¹, A. Jiménez-Cruz², F. Higuera Domínguez¹, E. Domínguez de la Piedra¹
y M. Bacardí-Gascón²

¹Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez. Chiapas. ²Programa de Postgrado en Nutrición. Facultad de Medicina y Psicología. Universidad Autónoma de Baja California. Tijuana. México.

Resumen

Objetivo: El objetivo del presente estudio fué valorar la asociación de sobrepeso y obesidad con la resistencia a la insulina, la hipertensión, y las hiperlipidemias en un grupo de adolescentes de 12 a 15 años de escuelas privadas y públicas de Chiapas.

Métodos: Estudio transversal mediante selección aleatoria de 259 jóvenes de 12 a 15 años de edad de escuelas públicas y privadas. Mediante métodos convencionales se midieron el peso, la estatura, la presión arterial, y se valoraron después de ayuno de 14 horas, glucosa, lípidos totales, colesterol total, colesterol LDL, triglicéridos, insulina. Se estimaron el colesterol HDL y el HOMA-IR. Las percentiles de peso para edad, talla para edad e IMC para edad se calcularon utilizando las tablas de crecimiento de la CDC. Para valorar la diferencia de prevalencia de sobrepeso y obesidad entre sexo y tipos de escuelas se realizó la X² y el t-test para diferencias entre promedios de los marcadores bioquímicos entre los que presentaban peso normal y obesidad. Se utilizó la prueba de Mann-Whitney para valorar diferencias entre presión arterial.

Resultados: Se observó alta prevalencia de sobrepeso (19%) y obesidad (13%) sin diferencias significativas por tipo de escuela, género o grupo de edad, y alta prevalencia de hipercolesterolemia (26%), colesterol LDL (7%), triglicéridos (10%), de hipolipoproteinemia de alta densidad (3%), presión arterial sistólica (6%) y síndrome metabólico (1,6%). El IMC se asoció positivamente con los lípidos totales, el colesterol total, la insulina, y la HOMA-IR, y negativamente con el colesterol HDL. Los adolescentes con sobrepeso y obesidad tuvieron niveles más altos de insulina, Homa-IR, triglicéridos, y presión arterial y más bajos de colesterol HDL.

(Nutr Hosp. 2009;24:187-192)

Palabras clave: *Obesidad. Adolescentes. Hiperlipidemias. Resistencia a insulina. Síndrome metabólico.*

OBESITY AND INSULIN RESISTANCE AMONG ADOLESCENTS FROM CHIAPAS

Abstract

Objective: The aim of this study was to assess the association of overweight and obesity with insulin resistance, hypertension, and hyperlipidemic among 12 to 15 year olds from private and public schools in Chiapas.

Methods: This was a cross-sectional study with a random selection of 259, 12 to 15 year old teenagers from private and public middle schools. Conventional methods were used to measure body weight, height and blood pressure. After a 14-hour fasting period, a blood sample was taken for glucose, total lipids, total cholesterol, LDL-cholesterol, triglycerides and insulin levels. HDL-cholesterol and HOMA-IR were estimated. Weight-for-age, height-for-age and BMI-for-age were calculated using the CDC tables for growth. To assess the difference between overweight and obesity by gender and type of school a X² and t-test was performed in order to evaluate the mean difference between biochemical indicators of normal and overweight adolescents. The Mann-Whitney test was conducted to assess differences in blood pressure.

Results: Observations included high prevalence of overweight (19%) and obesity (13%) with no difference between type of school, gender, or group of age (Table 2). High prevalence of hipercholesterolemia (26%), LDL-cholesterol (7%), HDL hypolipoproteinemia (3%), triglycerides (10%), systolic blood pressure (6%), and metabolic syndrome (1.6%) were also observed. The BMI was associated to total lipid, total cholesterol, insulin, and HOMA-IR levels. The Overweight and obese had higher levels of insulin, HOMA-IR, triglycerides, and blood pressure and lower levels of HDL-cholesterol.

(Nutr Hosp. 2009;24:187-192)

Key words: *Obesity. Teenagers. Hyperlipidemias. Insulin resistance. Metabolic syndrome.*

Correspondencia: Arturo Jiménez-Cruz.
Facultad de Medicina y Psicología.
Universidad Autónoma de Baja California.
Calzada Tecnológico 14418.
22390 Mesa de Otay, Tijuana, Baja California (México).
E-mail: ajimenez@uabc.mx

Recibido: 25-III-2008.
Aceptado: 15-V-2008.

Introducción

La obesidad se ha convertido en un problema de salud pública en países desarrollados y en vías de desarrollo¹. En México, la prevalencia de sobrepeso y obesidad en niños de 6 a 12 años en la encuesta nacional realizada en 2006 fue de 27%². Mientras en algunas poblaciones específicas se han observado prevalencias más altas, en los escolares indígenas migrantes en Tijuana, México se ha reportado de 38%³, y 48% en población urbana del noroeste del país⁴. En Tijuana y Ensenada también se ha descrito que 5% de escolares se encontraron por arriba de la percentile 99th⁵.

En población adolescente de 12 a 19 años, en 2005 se observó una prevalencia de 33%, mientras en población de 13 a 17 años de la zona rural de Oaxaca en 2000 se observó 20%⁶. En el estudio realizado en Bogalusa, en niños y adolescentes de 5 a 17 años, se observó que 39% de los participantes, con un índice de masa corporal (IMC) igual o superior a la percentila 95, presentaban cuando menos 2 factores de riesgo cardiovascular, y 59% de quienes presentaron un IMC superior a la percentila 99⁷. Estos resultados han sido consistentes en diversos estudios con diferentes poblaciones⁸⁻¹⁰. La resistencia a la insulina, la hipertensión, la intolerancia a la glucosa y la dislipidemia aumentan con el incremento del IMC¹¹. Esas anormalidades han sido conocidas colectivamente como el síndrome metabólico, que también se han asociado al aumento en la incidencia de la diabetes mellitus tipo 2, y que son factores de riesgo de enfermedad cardiovascular^{12,13}. El objetivo del presente estudio fue valorar la asociación de sobrepeso y obesidad con la resistencia a la insulina, la hipertensión, y las hiperlipidemias y la prevalencia de síndrome metabólico en un grupo de adolescentes de 12 a 14 años de escuelas privadas y públicas de Chiapas.

Metodología

Lugar

Chiapas es un estado del sureste de México que hace frontera con Guatemala. De acuerdo al censo del 2000¹⁴, Chiapas tenía aproximadamente 4,2 millones de habitantes. En el año 2005, la población municipal representó el 11,72% (502.320 hab.) de la población de Chiapas. Esa población se distribuyó en un 47,90% (240.871 hab.) de hombres y un 52,10% (262.449 hab.) de mujeres. El 28,19% de la población era menor de 15 años, y 9,3% tenían de 10 a 14 años. Aproximadamente 1,47% hablan una lengua nativa¹⁵.

De la población económicamente activa (120,6621) 89,6% recibe menos de 5 salarios mínimos al mes (menos de 10 mil pesos o 700 dólares) y 1,4% recibe más de 10 o más salarios mínimos al mes¹⁵. Los alumnos que asisten a escuelas privadas usualmente provienen de familias con ingresos superiores a 10 salarios mínimos.

Sujetos

Durante 2005-2006 el número de alumnos en las escuelas secundarias del municipio de Tuxtla Gutiérrez fueron 5360, de los cuales 2292 pertenecían a 14 escuelas privadas y 3068 escuelas públicas¹⁶. Por conveniencia de ubicación de las escuelas se invitó a participar a 3 escuelas públicas y 7 privadas. Seis escuelas privadas y dos públicas aceptaron participar en el estudio.

Muestra

La muestra consistió de 259 alumnos de 12 a 15 años de edad del nivel medio superior de educación. El tamaño de la muestra fue calculado con un algoritmo para obtener muestras proporcionales que incluye los siguientes parámetros de cálculo: 1) probabilidad de éxito (p) establecida en 0,8, 2) probabilidad de fracaso (q) establecida en 0,2, 3) porcentaje de rechazo (PR) establecido en 0,1, 4) porcentaje de error experimental (e) fijado en el 5%, 5) nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

La cuota de alumnos fue obtenida aleatoriamente a partir de las proporciones sobre las poblaciones escolares de los planteles participantes, los cuales fueron a su vez al azar a partir de la población total de alumnos de las escuelas registradas ante las Secretarías de Educación Públicas de los gobiernos federal y estatal (143 de escuelas públicas y 116 de escuelas privadas).

A todos los padres y alumnos asignados se les invitó a participar y firmaron una carta de consentimiento informado. En los casos en que los padres o los alumnos declinaron participar, se substituyó con el siguiente número asignado de manera aleatoria. El proyecto fue aprobado por el Comité de Ética de la Facultad de Medicina de la UNACH.

Recolección de datos

Se entrenó a los entrevistadores, estudiantes de la carrera de nutrición de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, para las mediciones antropométricas. Antes de las mediciones todos los entrevistadores fueron estandarizados por un supervisor externo siguiendo el método de Habicht¹⁷.

Medidas Antropométricas. La estatura se realizó al nivel más cercano al milímetro mediante un estadiómetro (206 SECA BODYMETER, SECA AYN, Germany), y el peso se midió a los niños con ropa ligera con báscula (762, SECA Vogel & Halke Germany).

El índice de masa corporal (IMC) se calculó mediante la fórmula peso/talla². Los valores de IMC se compararon con los de la Center of Disease Control CDC ajustados a edad y sexo¹⁸. Los puntos de corte

utilizados fueron de la percentila ≥ 85 -94,99 para sobrepeso y ≥ 95 para obesidad.

Mediciones bioquímicas. Después de por lo menos 12 h de ayuno se tomó la muestra sanguínea en la región anticubital a las 8 AM. Las muestras se centrifugaron a $3.500 \times g$ durante 3 min, y se obtuvo el plasma y se analizó inmediatamente después de la recolección. La glicemia se evaluó con un *kit* comercial por método enzimático colorimétrico GOD/PAP (Randox Laboratories Ltd.). La insulina se midió por ELISA (DL-10-1600 Active) Inmunoensayo amplificado mediante enzimas en un solo paso. La valoración de la resistencia a la insulina se calculó mediante el Homeostasis Model Analysis Insulin Resistance (HOMA-IR) (insulina ayuno (uUI/dl) glicemia ayuno (mmol/l)/22,5)¹⁹. Para el HOMA-IR se utilizaron dos puntos de corte: $> 4,39$ (superior a la percentile 2,5) para adolescentes con peso y glucemia normal y $> 3,29$ (arriba de la percentile 75) para todos los adolescentes²⁰. El colesterol total (CT), la lipoproteína de alta densidad (HDL) y los triglicéridos (TG), se determinaron mediante metodología analítica seca (GPO-PAP Reactivo líquido Randox Laboratories LTD). La lipoproteína de baja densidad (LDL) se calculó utilizando la Fórmula Friedewald: LDL (mmol/L) = colesterol total - (TG/5) - HDL²¹. Para evaluar los niveles de colesterol se utilizaron los criterios de la National Cholesterol Education Program²²: niveles de colesterol normal $<$ de 170 mg/dl, hipercolesterolemia leve 170 a 199 mg/dl e hipercolesterolemia alta $>$ de 200 mg/dl²¹; LDL normal $<$ 110 mg/dl, leve, 110-129 mg/dl y alto, $>$ de 130 mg/dl.

La presión arterial se midió después de que el niño estuvo sentado cuando menos 5 minutos. La presión arterial se midió después de que el niño estuvo sentado cuando menos 5 minutos, por 2 alumnos de la Carrera de Medicina Humana de la UNACH. Las mediciones se realizaron mediante el esfigmomanómetro mercurial (American Diagnostic. Corp. ADC. 0302144.1993 ADO). La presión se tomó al punto más cercano a los 5 mmHg, utilizando para los niños con mayores dimensiones del brazo una bolsa para adultos.

Se consideró presión arterial alta cuando se encontraba por encima de la percentil 95. Se repetía después de un descanso de 20 minutos cuando el rango de la percentile de la presión se encontraba entre la percentile 90 y 95 de acuerdo a las tablas que consideran estatura, edad y sexo²³.

Se consideró dislipidemias cuando se obtuvieran cualquiera de los siguientes criterios: CT ≥ 170 mg/dl, LDL ≥ 130 mg/dl, HDL ≤ 35 mg/dl, o los TG ≥ 150 mg/dl.

Se valoró el síndrome metabólico cuando 3 o más de los siguientes criterios estaban presentes: presión arterial sistólica o diastólica $\geq 90^{\text{th}}$ percentil, TG ≥ 130 mg/dl, LDL ≥ 130 mg/dl, HDL ≤ 35 mg/dl, insulina en ayuno $\geq 95^{\text{th}}$ percentil, utilizado por Freedman y cols., en una cohorte del Bogalusa Heart Study⁷.

Análisis Estadístico

El análisis se realizó utilizando el paquete estadístico SPSS, para Windows versión 11.5. Los Z-score y las percentiles de peso para edad, talla para edad e IMC para edad se calcularon utilizando las gráficas de crecimiento de la CDC. Las percentiles de IMC para edad se calcularon a partir de Zscores utilizando los parámetros L, M y S de las tablas de crecimiento de la CDC¹⁸. La insulina, colesterol, HDL colesterol, LDL colesterol, triglicéridos, y el HOMA-IR no seguían un patrón de normalidad, por lo que se transformaron logaritmicamente.

Para valorar la diferencia de sobrepeso y obesidad entre sexo y tipos de escuelas se realizó la χ^2 y el t-test para diferencias de promedios de indicadores bioquímicos (transformados logaritmicamente) entre grupos de IMC (percentiles < 85 y ≥ 85). Se utilizó la prueba de Mann-Whitney para valorar diferencias entre presión arterial y la correlación entre variables se realizó mediante la correlación de Spearman o Pearson.

Resultados

Características generales y prevalencias. Participaron 246 alumnos, 55% de escuelas públicas (136). Las características demográficas, antropométricas, bioquímicas y de presión arterial se presentan en la tabla I. Treinta y un por ciento de mujeres y 33% de hombres presentaron sobrepeso u obesidad (tabla II). No se observaron diferencias estadísticamente significativas por género ni por tipo de escuela (tablas II y III). No se observaron casos de obesidad extrema ($>$ percentil

Tabla I
Características antropométricas y bioquímicas

	<i>n</i>	Media \pm DS	Rango
Edad (años)	246	13,1 \pm 0,7	12-15
Mujeres (%)	150	61	
Peso (kg)	246	53,8 \pm 11,7	30-88
Talla (m)	246	1,58 \pm 0,7	1,38-1,79
IMC (kg/m ²)	246	21,4 \pm 3,8	14,3-32,5
Colesterol (mg/dl)	246	152 \pm 29	80-240
Colesterol HDL (mg/dl)	246	49,2 \pm 9,7	24-90
Colesterol LDL (mg/dl)	246	58,3 \pm 34,3	10-158
Triglicéridos (mg/dl)	246	93,4 \pm 48,2	26-295
Lípidos totales (mg/dl)	246	449,6 \pm 82,4	277-714
Glucosa (mg/dl)	246	73,2 \pm 8,7	51-99
Insulina (mU/dl)	235	13,0 \pm 7,9	1,9-43,5
HOMA-IR	235	2,3 \pm 1,4	0,4-7,5
Presión Arterial Sistólica (mmHg)	242	105 \pm 8,7	90-130
Presión Arterial Diastólica (mmHg)	242	73 \pm 7,2	58-90

Tabla II
Características demográficas de acuerdo a puntos de corte de IMC

Percentile	< 5 n (%)	5-84,99 n (%)	≥ 85-94,99 n (%)	≥ 95 n (%)	p
Sexo					
Masculino	4 (4)	61 (63)	17 (18)	14 (15)	0,81
Femenino	5 (3)	98 (65)	30 (20)	17 (11)	
Edad					
12 (años)	2 (4)	32 (65)	7 (14)	8 (16)	0,33
13 (años)	4 (3)	68 (59)	26 (22)	18 (15)	
14 (años)	3 (4)	59 (73)	14 (17)	5 (6)	
Escuelas					
Públicas	6 (4)	92 (67)	25 (18)	14 (10)	0,55
Privadas	3 (3)	68 (62)	22 (20)	17 (15)	

99). La prevalencia de algún tipo de dislipidemia fue de 34% utilizando como criterio valores de CT ≥ 170 mg/dl y 19% (31% con IMC $\geq 85^{\text{th}}$ y 13% con IMC $\leq 85^{\text{th}}$, $p = 0,0001$) utilizando el criterio de CT ≥ 200 mg/dl. La prevalencia de niveles de colesterol de riesgo fue de 19% y 7% con hipercolesterolemia. Dos por ciento presentaron elevación ligera de colesterol (≥ 110 -126 mg/dl) de baja densidad, y 5% presentaron

resultados elevados (≥ 130 mg/dl). La hipolipoproteínamia de alta densidad se observó en 3% de los jóvenes (5% con IMC $\geq 85^{\text{th}}$ y 1,8 % con IMC $\leq 85^{\text{th}}$). Valores elevados de triglicéridos (≥ 150 mg/dl) se encontraron en 10% de los estudiantes. Dos jóvenes (1%) presentaron valores de presión diastólica superiores a la percentile 95 para estatura, edad y sexo, y 15 (6%) presentaron hipertensión sistólica (\geq percentila 95 para estatura, edad y sexo). La prevalencia de síndrome metabólico fue de 1,6% (2,6% con IMC $\geq 85^{\text{th}}$ y 1,2% con IMC $\leq 85^{\text{th}}$, $P < 0,0001$) utilizando los criterios de Freedman⁷. Se observó alta correlación entre los niveles de insulina y HOMA-IR, $r = 0,98$ $p = 0,0001$. Ningun adolescente presentó niveles de glucosa por arriba de 100 mg/dl.

Correlaciones

Al nivel de significancia estadística $< 0,01$, el IMC se correlacionó positivamente con los lípidos totales, 0,185, colesterol total, 0,126, insulina, 0,228, y HOMA-IR, 0,212 y negativamente con HDL colesterol, -0,326 y la insulina se asoció positivamente con el IMC, los lípidos totales y los triglicéridos.

En la tabla III se presentan las diferencias de hipertensión arterial, niveles de lípidos, glucosa, insulina y HOMA de acuerdo al estatus del IMC. Los jóvenes con

Tabla III
Diferencias entre adolescentes con y sin sobrepeso u obesidad

Percentile IMC	< 85 n (%)	≥ 85 n (%)	p
Sexo			
Masculino	65 (68)	31 (32)	0,90
Femenino	103 (69)	47 (41)	
Edad			
12 (años)	34 (69)	15 (31)	0,09
13 (años)	72 (62)	44 (38)	
14 (años)	62 (77)	19 (23)	
HOMA-IR			
> 4,39	15 (9)	15 (21)	0,02
> 3,29	26 (16)	29 (40)	0,001
	$\mu \pm DS$	$\mu \pm DS$	
Glucosa (95% IC) (mg/dl)	73 \pm 8,5 (72-74)	73 \pm 9,2 (71-75)	0,9
Insulina (95% IC) (μ U/ml)	11,8 \pm 7,3 (10,6-12,9)	15,7 \pm 8,3 (13,8-17,7)	0,0001
Colesterol (95% IC) (mg/dl)	150 \pm 28 (146-155)	157 \pm 32 (150-164)	0,1
Colesterol-LDL (95% IC) (mg/dl)	83 \pm 26 (79-87)	88 \pm 29 (82-95)	0,3
Colesterol-HDL (95% IC) (mg/dl)	51 \pm 10 (50-53)	45 \pm 8 (44-47)	0,0001
Triglicéridos (95% IC)	82 \pm 42 (76-88)	118 \pm 51 (106-130)	0,0001
HOMA-IR (95% IC)	2,1 \pm 1,3 (1,9-2,3)	2,8 \pm 1,5 (2,5-3,2)	0,0001
Presión Arterial mm/Hg			
Sistólica	104 \pm 8,6 (102-105)	107 \pm 8,5 (105-109)	0,005
Diastólica	73 \pm 7 (72-74)	75 \pm 8,0 (73-76)	0,05

sobrepeso y obesidad presentaron más del doble de prevalencia de resistencia a la insulina (HOMA-IR), utilizando los dos puntos de corte establecidos ($p = 0,02$ y $0,001$), mayores niveles de insulina ($p = 0,0001$), triglicéridos ($p = 0,0001$), HOMA-IR ($p = 0,0001$), presión arterial sistólica ($p = 0,005$) y diastólica ($p = 0,05$), y menores niveles de colesterol-HDL ($p = 0,0001$) (tabla III).

Discusión

En este estudio observamos en adolescentes de 12 a 15 años, alta prevalencia de sobrepeso (19%) y obesidad (13%), de algún tipo de dislipidemia (34%), de niveles altos de colesterol (26%), de colesterol LDL (7%), de triglicéridos (10%) y de presión arterial sistólica (6%). La prevalencia de hipolipoproteinemia de alta densidad (3%) y el síndrome metabólico observado es menor al 2% observado en todos los jóvenes de 11 a 17 años y en los jóvenes con obesidad (10%) en el Bogalusa Heart Study⁷, en adolescentes de 10 a 18 años de México²⁴ y en Venezuela²⁵. La prevalencia de algún tipo de dislipidemia es menor al 50% observada en jóvenes de 12 a 18 años de la India²⁶. Sin embargo, esos estudios incluyen jóvenes mayores de 14 años.

Quienes presentaron sobrepeso y obesidad tuvieron mayores niveles de insulina, HOMA-IR, triglicéridos, y presión arterial y el IMC se asoció positivamente con los lípidos totales, el colesterol total, la insulina, y la HOMA-IR, y negativamente con el colesterol HDL. Resultados consistentes a los observados en prepúberes y postpúberes obesos en Madrid²⁷. Este es el primer estudio que demuestra que las prevalencias de sobrepeso y obesidad en adolescentes de una zona urbana del sureste de México son similares a las medias nacionales observadas para los mismos grupos de edad y sexo² y también similares al de los adolescentes del mismo grupo de edad en los Estados Unidos²⁸. Como en el NHANES, en este estudio tampoco se observaron diferencias significativas por sexo, por grupo de edad, ni por tipo de escuela²⁸. Este resultado es significativo por los mayores ingresos socioeconómicos de los padres de niños que asisten a escuelas privadas. Diferentes estudios han observado mayores prevalencias de sobrepeso y obesidad en población con estado socioeconómico más bajo^{29,30}.

En este estudio también se observó, utilizando el criterio para hipercolesterolemia ≥ 200 mg/dl, menor prevalencia de dislipidemia que los altos niveles (39%, 57%, y 21% en la población general, en jóvenes con obesidad, y sin obesidad respectivamente) observados en jóvenes de 10 a 19 años de Monterrey¹⁰. Sin embargo ese estudio se realizó en jóvenes seleccionados en centros de atención primaria. La prevalencia de hipercolesterolemia es similar a la observada en adolescentes mayores (15-18 años) de Guadalajara³¹, pero los niveles de LDL observados en este estudio son

menores. La hipolipoproteinemia de baja densidad fue muy inferior a la alta prevalencia (17%) observada en Guadalajara³¹. Este resultado es significativo porque en población general adulta de México se ha reportado altos niveles de hipolipoproteinemia de alta densidad³², lo que puede sugerir mayores niveles de actividad física.

La prevalencia de hipertensión arterial en este grupo es del doble a la descrita en niños y adolescentes de 5 a 18 años en Oklahoma³³. Sin embargo, en Texas, en niños de 10 a 12 años con una prevalencia de sobrepeso y obesidad ($P \geq 85^{\text{th}}$) ligeramente superior a la observada en este estudio (38%), se observó una prevalencia de hipertensión de 21% y de 38% en niños con sobrepeso y obesidad respectivamente³⁴. La correlación positiva del IMC con diferentes factores de riesgo cardiovascular, incluyendo la resistencia a la insulina, permiten validar los resultados de este estudio. Sin embargo, en este estudio no se realizó valoración directa del ingreso de los padres, y aunque la selección de alumnos fue aleatoria, las escuelas fueron seleccionadas a conveniencia.

En conclusión en esta población adolescente del sureste de México, con alta prevalencia de desnutrición y con uno de los mayores índices de marginalidad¹⁵, se ha observado una alta prevalencia de sobrepeso y obesidad, asociada a factores de riesgo cardiovascular y a síndrome metabólico, incluso con baja prevalencia de hipolipoproteinemia de alta densidad. Lo que sugiere un mayor riesgo de incidencia de diabetes tipo 2 y síndrome metabólico en la edad adulta^{35,36}. Esta situación aumenta las necesidades de recursos sanitarios para la prevención y tratamiento de la morbimortalidad en todos los frentes. Otros factores ambientales, como la dieta, la actividad física, y los antecedentes genéticos, prenatales y postnatales deben ser estudiados para identificar las medidas que permitan reducir con eficiencia este problema.

Agradecimientos

Agradecemos la participación de la Nut. Esmeralda Cárdenas Zarate, Ashanti Aquino Terroso, en el trabajo de campo, de CP. Margarita Flores Ruiz, en la captura de datos, y en el análisis bioquímico al Mtro. Benjamín Tondopó Domínguez. Este trabajo fue realizado gracias al apoyo del Programa de fortalecimiento institucional de la Facultad de Medicina Humana de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH).

Referencias

1. Wang Y, Monteiro C, Popkin BM. Trends of obesity and underweight in older children and adolescents in the United States, Brazil, China, and Russia. *Am J Clin Nutr* 2002; 75: 971-977.
2. Olaiz-Fernandez G, Rivera-Dommarco J, Shama-Levy T, Rojas R, Villalpando-Hernández S, Hernández-Villa M y cols. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública. 2006.

3. Jiménez-Cruz A, Bacardí-Gascón M. Prevalence of Overweight and Hunger among Mexican Children from Migrant Parents. *Nutr Hosp* 2007; 22: 85-8.
4. Bacardí-Gascón M, Jiménez-Cruz A, Jones E, Guzmán González V. Alta prevalencia de obesidad y obesidad abdominal en niños escolares entre 6 y 12 años de Edad. *Bol Hosp Inf Mexico* 2007; 64 (6): 363-369.
5. Jiménez Cruz A, Bacardí-Gascón M, Jones E. Extreme Obesity among Children in Mexico. *J Pediatrics* 2007; 151 (3): e12-e13.
6. Malina RM, Peña Ríos ME, Khen Tan S, Buschang PH, Little BB. Overweight and obesity in a rural Amerindian population in Oaxaca, Southern Mexico, 1968-2000. *Am J Hum Biol* 2007; 19: 711-721.
7. Freedman DS, Mei Z, Srinivasan R, Berenson FS, Dietz WH. Cardiovascular risk factors and excess adiposity among overweight children and adolescents: The Bogalusa Heart Study. *J Pediatr* 2007; 150: 12-7.
8. Harding S, Maynard MJ, Cruickshank K, Teyhan A. Overweight, obesity and high blood pressure in an ethnically diverse sample of adolescents in Britain: the Medical Research Council DASH study. *Int J Obes* 2008; 32 (1): 82-90.
9. Schiel R, Beltschikow W, Radón S, Kramer G, Perenthaler T, Stein G. Increased carotid intima-media thickness and associations with cardiovascular risk factors in obese and overweight children and adolescents. *Eur J Med Res* 2007; 12 (10): 503-508.
10. Marcos-Daccarett NJ, Núñez-Rocha GM, Salinas-Martínez AM, Santos-Ayazagoitia M, Decanini-Arcaute H. Obesidad como factor de riesgo para metabólicos en adolescentes mexicanos. *Rev Salud Publica* (Bogota) 2007; 9 (2): 180-93.
11. Rappaport EB. Identifying and evaluating the metabolic syndrome in children and adolescents. *Ethn Dis* 2007; 17 (3 Supl. 4): S4-1-6.
12. Ferranti SD, Osganian SK. Epidemiology of paediatric metabolic syndrome and type 2 diabetes mellitus. *Diabetes Vasc Dis Res* 2007; 4: 285-296.
13. Carrasco-Naranjo F. Síndrome Metabólico: ¿nías definiciones para una nueva enfermedad? *Nutr Hosp* 2006; 21 (2): 222-223.
14. INEGI. Censo General de Población y Vivienda. INEGI, México, 2000.
15. INEGI. Censo General de Población y Vivienda. INEGI, México, 2004.
16. Secretaría de Educación Pública del Estado de Chiapas. Gobierno del Estado de Chiapas. 2007.
17. Habich JP. Estandarización de métodos epidemiológicos cuantitativos sobre el terreno. *Bol Oficina Sanit Panam* 1974; 3: 75.
18. National Center for Health Statistic and National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion. 2000. <http://www.cdc.gov/growthcharts> (accessed 08/15/2001).
19. Bonora E, Targher G, Alberiche M, Bonadonna RC, Saggiani F, Zenere MB, Monauni T, Muggeo M: Homeostasis model assessment closely mirrors the glucose clamp technique in the assessment of insulin sensitivity. *Diabetes Care* 2000; 23 (1): 57-63.
20. Hirschler V, Aranda C, Calcagno M de L, Maccalini G, Jadzinsky M. Can waist circumference identify children with the metabolic syndrome? *Arch Pediatr Adolesc Med* 2005; 159: 740-744.
21. Friedwald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma without the use of preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 1972; 13: 499-502.
22. National Cholesterol Education Program. Report of the expert panel on blood cholesterol levels in children and adolescents. Washington DC: US department of Health and Human Services; National Institutes of Health publication 91-2732. September 1991.
23. National High Blood Pressure Education Program Working Group on Hypertension Education in Children and Adolescents: Update on the 1987 task force on high blood pressure: A working group report from the National High Blood Pressure Education Program. *Pediatrics* 1996; 98: 649-658.
24. Rodríguez-Morán M, Salazar-Vázquez B, Violante R, Guerrero-Romero F. Metabolic Syndrome among children and adolescents aged 10-18 years. *Diabetes Care* 2004; 27 (10): 2516-2517.
25. Marcano M, Solano L, Pontiles M. Prevalencia de hiperlipidemia e hiperglicemia en niños obesos ¿riesgo aumentado de enfermedad cardiovascular? *Nutr Hosp* 2006; 21 (4): 474-483.
26. Dholpuria R, Raja S, Gupta BK, Panwar CRB, Gupta R, Purohit VP. Atherosclerotic risk factors in adolescents. *Indian J Pediatr* 2007; 74 (9): 823-826.
27. Lama-More RA, Moráis-López A, Codoceo-Alquinta R, Gracia-Bouthelie R. Resistencia a la insulina y grasa corporal en pacientes obesos antes y después de la pubertad. *Nutr Hosp* 2006; 21 (Supl. 1): 90.
28. National Cholesterol Education Panel: Report of the Expert Panel on Blood Cholesterol Levels in Children and Adolescents. Bethesda, MD, National Institutes of Health, 1991 (NIH publ. No 92-2732).
29. Drewnowski A and Specter SE. Poverty and obesity: the role of energy density and energy costs. *Am J Clin Nutr* 2004; 79 (1): 6-16.
30. Paeratakul S, Lovejoy JC, Ryan DH, Bray GA. The relation of gender, race and socioeconomic status to obesity and co morbidities in a sample of U.S. adults. *Int J Obes* 2002; 26: 1205-1210.
31. Grupo de Estudio de Insulinemia en Adolescentes. Concentración de insulina y lípidos séricos en adolescentes de la preparatoria en Guadalajara, Mexico. *Salud Pub Mex* 2003; 45: 103-107.
32. Aguilar-Salinas CA, Olaiz G, Valles V, Torres JM, Gómez Pérez FJ, Rull JA, Rojas R, Franco A, Sepulveda J. High prevalence of low HDL cholesterol concentrations and mixed hyperlipidemia in a Mexican nationwide survey. *J Lipid Res* 2001; 42 (8): 1298-307.
33. Moore WE, Stephens A, Wilson T, Wilson W, Eichner JE. Body Mass Index and Blood Pressure Screening in a Rural Public School System: The Healthy Kids Project. *Prev Chronic Dis* (serial online) 2006 Oct. Available from: http://www.cdc.gov/ped/issues/2006/oct/05_0236.htm.
34. Urrutia-Rojas X, Egbuchunam CU, BAe S, Menchaca J, Bayona M, Rivers PA, Singh KP. High blood pressure in school children: prevalence and risk factors. *BMC Pediatrics* 2006; 6: 32.
35. 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 (2): 201-206.
36. Lee JM, Okumura MJ, Davis MM, Herman WH, Gurney JG. Prevalence and determinants of insulin resistance among U.S. adolescents. *Diabetes Care* 2006; 29 (11): 2427-2432.