

Síndrome metabólico en niños de 6 a 12 años con obesidad, en escuelas públicas de siete municipios del Estado de México

Abelardo Ávila-Curiel, D en C Soc,⁽¹⁾ Carlos Galindo-Gómez, M en C,⁽¹⁾
Liliana Juárez-Martínez, MSP,⁽¹⁾ Mario Luis Osorio-Victoria, M en C.⁽¹⁾

Ávila-Curiel A, Galindo-Gómez C,
Juárez-Martínez L, Osorio-Victoria ML.
Síndrome metabólico en niños de 6 a 12 años
con obesidad, en escuelas públicas
de siete municipios del Estado de México.
Salud Publica Mex. 2018;60:395-403.
<https://doi.org/10.21149/8470>

Ávila-Curiel A, Galindo-Gómez C,
Juárez-Martínez L, Osorio-Victoria ML.
Metabolic syndrome in children aged 6 to 12 years
with obesity in public schools
of seven municipalities in the State of Mexico.
Salud Publica Mex. 2018;60:395-403.
<https://doi.org/10.21149/8470>

Resumen

Objetivo. Estimar la prevalencia de síndrome metabólico (SM), sus componentes y su asociación con la obesidad y el riesgo cardiovascular en niños en edad escolar. **Material y métodos.** Estudio transversal de 1 017 niños de 6 a 12 años de edad. Se recabó información antropométrica, presión sanguínea, glucosa, insulina, colesterol, colesterol de las lipoproteínas de alta densidad (HDLc, por sus siglas en inglés), colesterol de las lipoproteínas de baja densidad (LDLc, por sus siglas en inglés) y triglicéridos. La presencia de SM y sus componentes se determinaron a partir de los criterios de Cook y colaboradores (2003), modificados para niños y adolescentes. Para el análisis se establecieron dos grupos de edad, con niños de 6 a 9, por un lado, y de 10 a 12 años de edad, por el otro. La asociación entre SM, obesidad y riesgo cardiovascular fue estimada mediante las pruebas t de Student y U de Mann-Whitney, ji cuadrada y regresión logística. **Resultados.** El SM estuvo presente en 54.6% de los niños obesos. La obesidad fue la característica de mayor asociación para padecer SM, con una razón de momios (RM) de 8.62 ($p < 0.001$). **Conclusiones.** El SM es alto en niños con obesidad, y su asociación con la resistencia a la insulina y el riesgo aterogénico es considerable.

Palabras clave: obesidad; niño; síndrome metabólico; enfermedades cardiovasculares

Abstract

Objective. To estimate the prevalence of Metabolic Syndrome (MS), its components and its association with obesity and cardiovascular risk in school age children. **Materials and methods.** A cross-sectional study of 1,017 children from 6 to 12 years of age. Anthropometric information, blood pressure, glucose, insulin, cholesterol, HDLc, LDLc and triglycerides were collected. The presence of MS and its components were determined by criteria of Cook et. al. (2003), modified for children and adolescents. In the analysis, the children were grouped by aged group of 6 to 9 and 10 to 12 years. The association between MS, obesity and cardiovascular risk was estimated using Student's t-test and Mann-Whitney U test, Chi-square test and logistic regression. **Results.** The MS was present with 54.6% in obese children. Obesity was the characteristic of greater association to suffer from MS with an OR=8.62 $p < 0.001$. **Conclusions.** MS is high among children with obesity, and is mostly associated with insulin resistance and atherogenic risk.

Keywords: obesity; child; metabolic syndrome; cardiovascular diseases

(1) Dirección de Nutrición, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Ciudad de México, México.

Fecha de recibido: 23 de diciembre de 2016 • **Fecha de aceptado:** 7 de diciembre de 2017

Autor de correspondencia: Mtro. Carlos Galindo Gómez. Dirección de Nutrición, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Vasco de Quiroga 15, Col. Belisario Domínguez Sección XVI. I4080 Tlalpan, Ciudad de México, México.
Correo electrónico: c.galindo.gomez@gmail.com

El síndrome metabólico (SM) es un estado fisiopatológico complejo cuya presencia incrementa el riesgo de enfermedades cardiovasculares ateroscleróticas¹ y diabetes mellitus tipo 2 (DM2). Incluye un grupo de componentes, entre los que se cuentan la obesidad central, la hiperglucemia, la dislipidemia y la hipertensión, todos relacionados con la edad adulta.² En poblaciones de niños y adolescentes se ha señalado la conveniencia de establecer un diagnóstico, así como programas de prevención y tratamiento centrados más en los factores de riesgo identificados que en el diagnóstico preciso del SM.^{3,4} Se han identificado diversos factores de riesgo metabólicos desde edades tempranas en niños⁵ y, en particular, en menores con obesidad.⁶

Actualmente, la prevalencia de sobrepeso u obesidad es de 33.2% para la población escolar, según la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016 (Ensanut MC 2016).⁷ El sobrepeso y la obesidad en niños y adolescentes son factores que aceleran la aparición del SM, el cual, en esta población, también incluye hiperinsulinemia, hipertensión, dislipidemia, DM2 y, particularmente, un riesgo mayor incrementado para la aparición de enfermedades cardiovasculares.^{8,9} De hecho, se ha observado que niños con diagnóstico de SM tienen un mayor riesgo de presentar aterosclerosis y DM2 en la etapa adulta.¹⁰

La obesidad infantil también es un factor de riesgo para el desarrollo de DM2.¹¹ La resistencia a la insulina (RI) y sus complicaciones progresan entre los menores en la transición puberal a la edad adulta, y los niños afectados tienden a morir más tempranamente que sus padres, debido a eventos cardiovasculares.¹² La RI es la anormalidad metabólica principal que es común en el desarrollo del SM en niños y adultos.¹³

Actualmente no existe consenso para el diagnóstico de SM en niños y adolescentes;¹⁴ sin embargo, existen definiciones al respecto que, en su mayoría, están basadas en los criterios propuestos por el *National Cholesterol Education Program-Adult Treatment Panel III* (NCEP-ATP III) y la *International Diabetes Federation* (IDF).¹⁵

Diversas investigaciones refieren datos respecto a la prevalencia de SM en la población infantil y adolescente, desde los 6 hasta los 24 años.¹⁶⁻¹⁸ En México se han publicado estudios cuyo propósito ha sido determinar la prevalencia de SM en escolares de 6 a 16 años, utilizando diferentes criterios como los del NCEP-ATP III, modificados para niños, y los de la IDF, con una variación de 6.7 a 44%.^{9,19-21}

Los objetivos del presente estudio fueron estimar la prevalencia de SM y la de sus componentes, así como su asociación con la obesidad y el riesgo cardiovascular en niños en edad escolar, inscritos en escuelas públicas urbanas de siete municipios del Estado de México, México.

Material y métodos

Se trata de un estudio transversal que incluyó a 1 017 niños de 6 a 12 años de edad, seleccionados aleatoriamente de 14 escuelas primarias elegidas por conveniencia en siete municipios del Estado de México, conurbados a la Ciudad de México. Estos planteles educativos participaron en el V Censo de Peso y Talla en escuelas primarias del estado,²² a partir del cual se identificó una prevalencia de sobrepeso y obesidad mayor a 40%. Para la selección de los niños, se consideró y clasificó el diagnóstico previo del estado de nutrición como normal, sobrepeso y obesidad.²³ Al interior de cada categoría se seleccionó a los niños por muestreo aleatorio simple, con la información proveniente de una base de datos. La muestra se conformó de la siguiente manera: 109 niños con estado de nutrición normal, 137 con sobrepeso y 771 con obesidad.

Mediciones

Mediciones antropométricas

Para el levantamiento de la información, se capacitó y estandarizó a personal según procedimientos y protocolos convencionales.^{24,25} Se midió el peso en kilogramos, y tanto la talla como la circunferencia de la cintura (CC), en centímetros. El peso se midió con una báscula digital (SECA modelo 872, Hamburgo, Alemania), y para la talla se utilizó un estadímetro portátil de pared (SECA modelo 206, Hamburgo, Alemania). La circunferencia de la cintura se midió tomando en cuenta la línea media en ambos lados del cuerpo, entre el borde costal inferior y el borde superior de la cresta ilíaca, usando una cinta métrica (SECA modelo 201, Hamburgo, Alemania) con una precisión de 1 mm. El estado de nutrición fue estimado mediante el índice de masa corporal (IMC), a partir del cual fue calculado el puntaje Z del IMC para la edad (IMC/edad), de acuerdo con la referencia de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de 2007.²³

Mediciones bioquímicas

Los niños fueron citados en condiciones de ayuno por más de ocho horas.²⁶ Se obtuvieron 10 mL de sangre venosa mediante venopunción. Las concentraciones de glucosa, triglicéridos, colesterol total, colesterol de las lipoproteínas de alta densidad (HDLc, por sus siglas en inglés) y colesterol de las lipoproteínas de baja densidad (LDLc, por sus siglas en inglés) se obtuvieron en mg/dL, por métodos enzimáticos colorimétricos (Pointe Scientific, Inc. Missouri, USA) y un analizador bioquí-

mico automatizado (Mindray BS-200, Mindray Medical International Limited, Shenzhen, China). La insulina ($\mu\text{U}/\text{mL}$) se determinó por radioinmunoanálisis en fase líquida utilizando un contador de radiaciones gamma (Cobra II, Packard Instrument Company Inc., CT USA). Lo anterior fue realizado por personal técnico entrenado.

La presión arterial sistólica (PAS) y la diastólica (PAD) (ambas en mm/Hg), fueron medidas utilizando un monitor digital de brazalete (Marca OMRON modelo HEM 7200, China), con la colaboración de personal capacitado en las recomendaciones para la toma de presión arterial.

Definiciones

Síndrome metabólico

El SM fue definido siguiendo los criterios del NCEP-ATP III, con las adaptaciones propuestas por Cook y colaboradores²⁷ para niños y adolescentes. Se consideró que había SM cuando se presentaban tres o más de los criterios siguientes: niveles de triglicéridos ≥ 110 mg/dL (hipertrigliceridemia); HDLc < 40 mg/dL (hipoalfalipoproteinemia); circunferencia de cintura con un punto de corte en el percentil ≥ 90 para edad y sexo,²⁸ tomada como indicador de obesidad abdominal; hipertensión, cuando la PAS y la PAD resultaran \geq al percentil 90 para edad, género y talla,²⁹ e hiperglucemia con valores de glucosa ≥ 100 mg/dL , de acuerdo con las recomendaciones de la Asociación Americana de Diabetes.³⁰

Riesgo cardiovascular

Se consideraron las concentraciones de colesterol, el índice del modelo homeostático para evaluar la resistencia a la insulina (HOMA, por sus siglas inglés) y el índice aterogénico. El valor alterado de colesterol total se definió con base en los criterios del *Expert Panel on Cholesterol Levels in Children* (NCEP) de 2004,³¹ siendo el punto de corte mayor igual a 170 mg/dL . El índice HOMA fue calculado a partir de la fórmula siguiente: $[(\text{insulina en ayuno en IU}/\text{L}) \times (\text{glucosa en ayuno en mmol}/\text{L}) / 22.5]$.³² La RI se consideró a partir de ≥ 3 .³³ Se calculó el índice aterogénico LDLc/HDLc con un punto de corte de 2.9, según el índice de Castelli utilizado en adultos, al no encontrar valores para niños.³⁴

Análisis estadístico

Se emplearon estadísticas descriptivas para las variables cuantitativas y la prueba *t* de Student pareada o prueba U de Mann-Whitney para la comparación de medias o medianas de los indicadores antropométricos, bioquímicos

y de presión arterial, así como la prueba ji cuadrada para la diferencia de proporciones.

Se realizaron dos modelos de regresión logística para la estimación de razones de momios (RM), con intervalos de confianza de 95% (IC95%), para evaluar la asociación entre el SM y las variables de riesgo siguientes: hipercolesterolemia, riesgo aterogénico, resistencia a la insulina y obesidad. Ambos modelos fueron ajustados por variables confusoras como edad, género y grupos de estudio (niños de 6 a 9 años y de 10 a 12 años de edad). En el modelo 1 se estimaron RM para cada una de las variables. En el modelo 2 se estimaron RM para todas las variables.

El nivel de significancia para todos los análisis estadísticos fue $p < 0.05$. Los errores estándar fueron ajustados por las dependencias en los datos al interior de las escuelas utilizando el método de linealización de series de Taylor.³⁵ El análisis de la información se realizó con el programa Stata (StataCorp. 2015. Stata Statistical Software: Released 14. College Station, TX: StataCorp LP).

El estudio fue aprobado por el Comité Institucional de Investigación Biomédica en Humanos del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ). Se obtuvo el consentimiento informado de los padres o tutores y el asentimiento de los escolares para participar en el estudio. Se obtuvo la autorización y el consentimiento de las autoridades de educación.

Resultados

El número de niños seleccionados para el presente análisis fue de 1 017, con edades de entre 6 y 12 años; de ellos, 527 (51.8%) eran niños, y 490 (48.2%), niñas. El cuadro I muestra las características de la población de estudio. En el grupo de edad de 6 a 9 años se encontraron diferencias significativas entre los niños y niñas para el puntaje Z del IMC (2.7 ± 1.2 vs. 2.2 ± 1.0 , respectivamente; $p < 0.001$) y la PAS (109.8 ± 12.8 mm/Hg vs. 106.4 ± 12.6 mm/Hg , respectivamente; $p = 0.001$). Asimismo, las medianas de glucosa, colesterol total y de HDLc fueron mayores en el sexo masculino ($p = 0.001$, $p = 0.020$, $p < 0.001$, respectivamente). Para el grupo de 10 a 12 años de edad, no hubo diferencias significativas entre las medianas de indicadores metabólicos según sexo, excepto para la glucosa ($p = 0.016$).

La prevalencia de SM en los niños escolares fue de 43.9%. Entre sexos fue similar (43.5%, masculino, y 44.3%, femenino). Para el grupo de 6 a 9 años de edad esta prevalencia fue de 40.8%, y para el grupo de 10 a 12 años fue de 47.4%.

El cuadro II muestra las prevalencias de SM, sus componentes y riesgo cardiovascular entre las categorías

Cuadro I
CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS, PRESIÓN ARTERIAL Y CARACTERÍSTICAS METABÓLICAS DE LA POBLACIÓN DE ESTUDIO, POR GRUPOS DE EDAD Y GÉNERO. ESTADO DE MÉXICO, MÉXICO, MARZO-JUNIO DE 2012

Características	6 a 9 años (n=551)			10 a 12 años (n=466)			Total (n=1 017)*			
	Masculino Media	Femenino Media	DE	Valor de p [†]	Masculino Media	Femenino Media	DE	Valor de p [†]	Media	DE
Edad (años)	8.4	8.4	1.0	0.956	11.2	11.3	0.7	0.105	9.7	1.6
Antropométricas										
IMC Z (puntaje Z) [‡]	2.7	2.2	1.0	<0.001	2.5	2.0	1.0	<0.001	2.3	1.1
Circunferencia de cintura (cm)	75.1	73.7	9.7	0.067	86.1	82.4	11.2	0.021	79.0	11.7
Presión arterial										
Sistólica (mm/Hg)	109.8	106.4	12.6	0.001	115.3	115.4	12.2	0.959	111.4	13.3
Diastólica (mm/Hg)	66.2	66.4	12.2	0.903	68.4	67.4	10.3	0.380	67.1	11.2
Metabólicas										
Glucosa (mg/dL)	90.0 (85.0-95.0)	88.0 (83.0-92.0)	0.001	0.001	91.0 (86.0-97.0)	89.0 (84.0-96.0)	0.016	0.016	89.0 (84.0-95.0)	
Insulina (µU/mL)	6.3 (3.3-11.1)	8.3 (3.7-16.8)	0.001	0.001	9.9 (5.6-16.4)	11.4 (6.0-19.8)	0.084	0.084	8.6 (4.5-15.9)	
Índice HOMA [#]	1.4 (0.7-2.6)	1.8 (0.8-3.7)	0.003	0.003	2.2 (1.2-3.8)	2.5 (1.2-4.5)	0.245	0.245	1.9 (1.0-3.7)	
Colesterol total (mg/dL)	170.0 (152.0-194.0)	163.0 (146.1-187.0)	0.020	0.020	170.0 (150.4-193.0)	170.0 (146.0-191.8)	0.381	0.381	169.0 (149.0-191.8)	
HDLc (mg/dL)	42.0 (36.0-49.0)	39.0 (33.0-43.0)	<0.001	<0.001	40.0 (36.0-45.0)	40.0 (35.0-45.0)	0.292	0.292	40.0 (35.0-45.0)	
LDLc (mg/dL)	101.5 (86.0-123.0)	99.0 (83.0-119.0)	0.216	0.216	106.0 (87.0-124.0)	100.0 (83.0-119.0)	0.078	0.078	101.0 (85.0-121.0)	
Triglicéridos (mg/dL)	102.5 (72.0-155.0)	119.0 (81.0-162.0)	0.014	0.014	116.0 (84.0-161.8)	125.0 (95.0-172.6)	0.069	0.069	116.6 (82.1-162.0)	

* n=1 017 escolares de 6 a 12 años de edad, de 14 escuelas públicas ubicadas en el área urbana del Estado de México, México. Los errores estándar fueron ajustados por las dependencias en los datos al interior de las escuelas utilizando el método de linealización de series de Taylor.³⁵

† Prueba de t de Student (medias) o U de Mann-Whitney (medianas) para hacer una comparación entre sexo en cada grupo de edad de estudio

‡ Puntaje Z del IMC para la edad (IMC/edad) de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (2007)²³

Índice HOMA= [Insulina plasmática en ayuno (µU/mL) X glucosa plasmática en ayuno (mmol/L)]/22.5³²

IMC: índice de masa corporal

HDLc: colesterol de las lipoproteínas de alta densidad

LDLc: colesterol de las lipoproteínas de baja densidad

DE: desviación estándar

P₂₅: percentil 25

P₇₅: percentil 75

Cuadro II
PREVALENCIA Y COMPONENTES DEL SÍNDROME METABÓLICO, Y RIESGO CARDIOVASCULAR EN LA POBLACIÓN DE ESTUDIO, SEGÚN EL ESTADO DE NUTRICIÓN. ESTADO DE MÉXICO, MÉXICO, MARZO-JUNIO DE 2012

SM y componentes [§]	Grupo de edad 6 a 9 años (n=551)			Valor de p [‡]			Grupo de edad 10 a 12 años (n=466)			Valor de p [‡]		
	Estado de nutrición*						Estado de nutrición*					
	Normal (n=59)	Sobrepeso (n=73)	Obesidad (n=419)	a	b	c	Normal (n=50)	Sobrepeso (n=64)	Obesidad (n=352)	a	b	c
Total												
Síndrome metabólico	0.0	13.7	51.3	<0.001	<0.001	<0.001	6.0	18.8	58.5	0.046	<0.001	<0.001
Circunferencia de cintura $\geq P_{90}$ [#]	1.7	15.1	85.9	0.002	<0.001	<0.001	2.0	9.4	88.9	0.119	<0.001	<0.001
Presión arterial $\geq P_{90}$ ^{&}	15.3	23.3	43.0	0.233	0.001	0.001	22.0	45.3	48.9	0.047	0.005	0.668
Glucemia ≥ 100 g/dL [°]	1.7	8.2	8.4	0.120	0.039	0.968	2.0	14.1	19.6	0.094	0.007	0.065
HDLc <40 mg/dL [°]	18.6	32.9	52.7	0.033	<0.001	0.003	22.0	40.6	52.8	0.010	<0.001	0.035
Triglicéridos ≥ 110 mg/dL [°]	13.6	37.0	58.5	0.009	<0.001	0.010	26.0	42.2	65.3	0.090	<0.001	0.001
Riesgo cardiovascular												
Índice HOMA ≥ 3 [‡]	6.8	19.2	31.7	0.005	0.003	0.012	8.0	25.0	45.7	0.006	<0.001	0.006
Colesterol total ≥ 170 mg/dL [€]	33.9	41.1	50.5	0.470	0.058	0.099	34.0	45.3	53.7	0.256	0.006	0.207
LDLc ≥ 110 mg/dL ^Δ	23.7	28.8	37.9	0.571	0.018	0.100	18.0	37.5	44.7	0.137	0.002	0.360
Femenino												
Síndrome metabólico	0.0	18.5	55.2	<0.001	<0.001	<0.001	0.0	19.4	64.5	<0.001	<0.001	<0.001
Circunferencia de cintura $\geq P_{90}$ [#]	3.3	18.5	85.6	0.010	<0.001	<0.001	0.0	11.1	92.0	0.019	<0.001	<0.001
Presión arterial $\geq P_{90}$ ^{&}	16.7	24.1	41.8	0.439	0.019	0.002	12.9	47.2	51.4	0.004	<0.001	0.632
Glucemia ≥ 100 g/dL [°]	0.0	9.3	7.0	0.020	0.013	0.541	3.2	11.1	18.1	0.312	0.023	0.141
HDLc <40 mg/dL [°]	26.7	38.9	61.2	0.309	0.027	0.004	16.1	44.4	57.2	0.005	<0.001	0.149
Triglicéridos ≥ 110 mg/dL [°]	20.0	42.6	65.2	0.083	0.028	0.017	25.8	47.2	73.2	0.083	0.003	0.002
Riesgo cardiovascular												
Índice HOMA ≥ 3 [‡]	6.7	24.1	42.3	0.018	0.001	0.009	12.9	33.3	51.4	<0.001	<0.001	0.020
Colesterol total ≥ 170 mg/dL [€]	26.7	38.9	48.3	0.294	0.038	0.295	22.6	52.8	56.5	0.026	0.002	0.724
LDLc ≥ 110 mg/dL ^Δ	13.3	25.9	34.7	0.237	0.010	0.214	9.7	38.9	40.6	0.051	0.002	0.878
Masculino												
Síndrome metabólico	0.0	0.0	47.7	<0.001	<0.001	<0.001	15.8	17.9	54.7	0.864	0.001	0.001
Circunferencia de cintura $\geq P_{90}$ [#]	0.0	5.3	86.2	0.329	<0.001	<0.001	5.3	7.1	86.9	0.843	<0.001	<0.001
Presión arterial $\geq P_{90}$ ^{&}	13.8	21.1	44.0	0.572	0.011	0.033	36.8	42.9	47.2	0.758	0.441	0.732
Glucemia ≥ 100 g/dL [°]	3.4	5.3	9.6	0.797	0.238	0.492	0.0	17.9	20.6	0.049	0.006	0.453
HDLc <40 mg/dL [°]	10.3	15.8	45.0	0.573	<0.001	0.027	31.6	35.7	50.0	0.769	0.096	0.182
Triglicéridos ≥ 110 mg/dL [°]	6.9	21.1	52.3	0.194	0.003	0.012	26.3	35.7	60.3	0.463	0.001	0.039
Riesgo cardiovascular												
Índice HOMA ≥ 3 [‡]	6.9	5.3	22.0	0.716	0.045	0.006	0.0	14.3	42.1	0.119	<0.001	0.013
Colesterol total ≥ 170 mg/dL [€]	41.4	47.4	52.5	0.657	0.321	0.535	52.6	35.7	51.9	0.201	0.923	0.128
LDLc ≥ 110 mg/dL ^Δ	34.5	36.8	40.8	0.850	0.518	0.655	31.6	35.7	47.4	0.818	0.063	0.402

* Estado de nutrición: obesidad >2; sobrepeso >1, ≤2; normal ≤1; de puntaje Z del índice de masa corporal para la edad (IMC/edad). Referencia: puntaje Z ≤2 del IMC para la edad según la Organización Mundial de la Salud (2007)²³

‡ Prueba ji cuadrada para la comparación entre las categorías del estado de nutrición: a. normal vs. sobrepeso; b. normal vs. obesidad; c. sobrepeso vs. obesidad

§ Criterios modificados para niños y adolescentes de Cook (2003)²⁷

Obesidad abdominal= Circunferencia de cintura $\geq P_{90}$ de acuerdo con la edad y el sexo²⁸

& Hipertensión= Presión arterial $\geq P_{90}$ de acuerdo con edad, sexo y altura²⁹

° Hiperglucemia= Glucosa en ayuno ≥ 100 g/dL, según la Asociación Americana de Diabetes³⁰

° Hipotalipoproteïnemia= HDLc <40 mg/dL. Criterios modificados para niños y adolescentes de Cook (2003)²⁷

° Hipertiglicéridemia= Triglicéridos ≥ 110 mg/dL. Criterios modificados para niños y adolescentes de Cook (2003)²⁷

◇ Resistencia a la insulina (RI)= Índice HOMA RI ≥ 3 ³³

€ Hipercolesterolemia= Colesterol total ≥ 170 mg/dL³¹

Δ Colesterol de las lipoproteínas de baja densidad= LDLc ≥ 110 mg/dL³¹

Nota: n=1 017 escolares de 6 a 12 años de edad, de 14 escuelas públicas en el área urbana del Estado de México, México. Los errores estándar fueron ajustados por las dependencias en los datos al interior de las escuelas utilizando el método de linealización de series de Taylor³⁵

SM: síndrome metabólico

P₉₀: percentil 90

HDLc: colesterol de las lipoproteínas de alta densidad

LDLc: colesterol de las lipoproteínas de baja densidad

del estado de nutrición. En general, el SM es diferente de manera significativa en todas las categorías del estado de nutrición ($p<0.001$), para ambos grupos de edad. La prevalencia del síndrome fue mayor en los niños con obesidad ($p<0.001$), tanto en el grupo de 6 a 9 años como en el de 10 a 12 años. Respecto a la resistencia a la insulina, en los dos grupos se observaron proporciones estadísticamente significativas, aunque la mayor prevalencia se presentó en los niños con obesidad. Para los niños del grupo de 6 a 9 años de edad, se encontraron diferencias significativas en aquéllos con sobrepeso u obesidad, con 5.3 y 22%, respectivamente, ($p=0.006$), mientras que en el grupo de 10 a 12 años fue de 14.3 y 42.1%, respectivamente, ($p=0.013$). Para las mujeres, el SM en el grupo de 6 a 9 años fue de 18.5 y 55.2% ($p<0.001$), y en el grupo de 10 a 12 años, de 19.4 y 64.5% ($p<0.001$), respectivamente para sobrepeso y obesidad. En relación con la presión arterial ≥ 90 percentil, en los dos grupos de edad se encontraron diferencias estadísticamente significativas de prevalencias entre niños con obesidad *vs.* niños con un estado de nutrición normal. La prevalencia de resistencia a la insulina en las mujeres

de ambos grupos de edad fue estadísticamente diferente entre todas las categorías de estado de nutrición.

El cuadro III presenta la estimación de las RM y sus IC95%, para evaluar la asociación entre el SM y las variables de riesgo cardiovascular y obesidad, mediante dos modelos de regresión logística ajustados por edad, género y grupos de estudio. El modelo 1 muestra las RM para cada variable, siendo que todas fueron estadísticamente significativas en su asociación con el SM. En el modelo saturado (modelo 2), los momios de padecer SM fueron mayores para los niños que presentaron obesidad, con una RM=8.62 ($p<0.001$); para el riesgo aterogénico resultó una RM=4.60 ($p<0.001$) y para la resistencia a la insulina, una RM=1.97 ($p=0.014$).

Discusión

En relación con las características de selección de estos niños (ya descritas anteriormente), se tiene poca información referente al área conurbada de la Ciudad de México. La muestra del presente análisis fue determinada considerando que hubiera obesidad entre la

Cuadro III
RAZONES DE MOMIOS PARA SÍNDROME METABÓLICO EN LA POBLACIÓN DE ESTUDIO Y SU ASOCIACIÓN CON INDICADORES DE RIESGO CARDIOVASCULAR Y OBESIDAD. ESTADO DE MÉXICO, MÉXICO, MARZO-JUNIO DE 2012

Variables	Síndrome metabólico							
	Modelo 1*				Modelo 2 [†]			
	RM	EE	(IC95%)	Valor de p	RM	EE	(IC95%)	Valor de p
Hipercolesterolemia [‡]								
Colesterol total ≥ 170 mg/dL	1.39	0.16	(1.08-1.79)	0.014	0.77	0.12	(0.54-1.08)	0.121
Riesgo aterogénico [‡]								
LDLc / HDLc > 2.9	5.32	0.63	(4.13-6.87)	<0.001	4.60	0.75	(3.23-6.55)	<0.001
Resistencia a la insulina [‡]								
Índice HOMA ≥ 3	3.09	0.60	(1.98-4.64)	<0.001	1.97	0.47	(1.18-3.30)	0.014
Estado de nutrición								
Obesidad [‡]	11.77	2.27	(7.75-17.86)	<0.001	8.62	1.87	(5.40-13.77)	<0.001

* RM para cada variable, estimadas por regresión logística, y ajustadas por edad, sexo y grupo de edad de estudio

† RM para todas las variables, estimadas por regresión logística, y ajustadas por edad, sexo y grupo de edad de estudio

‡ Hipercolesterolemia= Colesterol total ≥ 170 mg/dL³¹

§ Riesgo aterogénico= Índice Castelli II= LDLc/HDLc>2.9³⁴

¶ Resistencia a la insulina (RI)= Índice HOMA ≥ 3 .³³ Índice HOMA RI= [Insulina plasmática en ayuno (μ U/mL) X glucosa plasmática en ayuno (mmol/L)]/22.5³²

‡ Obesidad >2 del puntaje Z del índice de masa corporal para la edad (IMC/edad), según la Organización Mundial de la Salud (2007)²³

Nota: n=1017 escolares de 6 a 12 años, de 14 escuelas públicas ubicadas en el área urbana del Estado de México, México. Los errores estándar fueron ajustados por las dependencias en los datos al interior de las escuelas utilizando el método de linealización de series de Taylor³⁵

RM: razón de momios

EE: error estándar

IC95%: intervalo de confianza al 95%

LDLc: colesterol de las lipoproteínas de baja densidad

HDLc: colesterol de las lipoproteínas de alta densidad

población estudiada (más de 75%), de tal forma que fuera posible documentar la presencia de SM y riesgo cardiovascular como daños a la salud en dicha población. Para el diagnóstico de SM, se utilizaron los criterios del NCEP-ATP III, con las adaptaciones propuestas por Cook y colaboradores²⁷ y con puntos de corte adecuados para el grupo de estudio. A partir de lo anterior se obtuvieron prevalencias de SM de 40.8% para el grupo de 6 a 9 años y de 47.4% para el grupo de 10 a 12 años de edad, mientras que para el total de la población la prevalencia fue de 43.9%. Aunque no hay un consenso referente al diagnóstico de SM en niños,¹⁴ existen diversas propuestas al respecto, con las modificaciones correspondientes. Es importante mencionar que la prevalencia de SM en distintos estudios varía según el criterio y los puntos de corte utilizados, lo cual dificulta la comparación de resultados.³⁶ Con la aplicación de los mismos criterios para SM utilizados en el presente estudio, se identificaron algunas otras investigaciones; por ejemplo, en Monterrey, México, se encontraron resultados similares en relación con la prevalencia de SM (44%) en niños del mismo intervalo de edad, con una prevalencia de obesidad de 77%.¹⁹ Algunas otras publicaciones que incluyeron niños con las mismas edades que las del grupo de estudio de este análisis arrojan evidencia de que en China, por ejemplo, el SM está presente en aproximadamente 27% de los menores con obesidad³⁷ y en Brasil, en 10.2% del total de niños estudiados.³⁸ En México existen dos trabajos más: uno realizado en sujetos de 6 a 16 años, derechohabientes del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) en la Ciudad de México, con una prevalencia estimada de 33%;²⁰ el otro está enfocado en población de 7 a 24 años y empleada del IMSS (Ciudad de México), del Instituto Nacional de Salud Pública (Cuernavaca, Morelos) y de la Universidad Estatal del Estado de México. Este último estudio documentó una prevalencia de SM de 19.6 y 52.8% en sujetos con obesidad (definida como IMC ≥ 85 percentil).¹⁶

Utilizando un criterio distinto al de la presente investigación, como el de la IDF, y modificado para diagnóstico de SM en niños y adolescentes, diferentes estudios que incluyeron niños con edades similares registraron otras prevalencias. Por ejemplo, el realizado en el área urbana y la suburbana de Monterrey, Nuevo León, en México, con un diagnóstico de sobrepeso y obesidad, la prevalencia de SM fue de 6.7% y, contemplando tres criterios o más, la prevalencia fue de 16.5%.⁹ También en el estado de Guerrero, México, otro análisis realizado entre niños mestizos de 6 a 11 años de edad obtuvo una prevalencia de SM de 48%, incluyendo además la resistencia a la insulina.¹⁷ En el mismo sentido, en otros países se encontraron prevalencias de SM distintas entre

niños obesos: 19.6% en España³⁹ y 27.6% en China,⁴⁰ en comparación con el 20% registrado en México.⁴¹ Estas variaciones podrían deberse a la situación particular de cada grupo de estudio y a los diferentes escenarios.

En el presente estudio, la prevalencia de SM fue mayor a 40%, y ésta puede ser explicada por la alta prevalencia de obesidad. Los niños con este último padecimiento en el grupo de estudio tuvieron una prevalencia de SM de 54.6%. Utilizando los criterios elaborados por el NCEP-ATP III y adaptados por Cook y colaboradores,²⁷ la manifestación del síndrome asociado con la obesidad se hace evidente. En la muestra de este análisis, la media del puntaje Z de IMC fue de 2.8 con presencia de SM, y de 2.0 cuando no se registraba el síndrome ($p < 0.001$); en el grupo de menor edad, dicha media fue de 2.9 entre los niños con SM y de 2.0 entre aquéllos que no tenían el síndrome ($p < 0.001$), y para el grupo de mayor edad, fue de 2.7 y 1.9, respectivamente ($p < 0.001$).

Por otra parte, y de acuerdo con el presente estudio, los componentes más relevantes del SM entre los niños obesos son obesidad abdominal (87.3%), hipertrigliceridemia (61.6%) y alfalipoproteinemia (52.8%). Estos datos resultaron estadísticamente diferentes al ser comparados con los de los niños que presentaban un estado de nutrición normal. En concordancia con lo anterior, el estudio de Elizondo¹⁹ arrojó un orden similar en los componentes mencionados.

La resistencia a la insulina (RI) y algunas alteraciones en los rangos de referencia de lípidos plasmáticos están relacionadas con el SM. En este trabajo la prevalencia estimada de RI entre niños obesos fue de 38.1%. También se confirmó la asociación de la RI con el SM. El punto de corte utilizado fue ≥ 3 , el cual se tomó de otros análisis que incluyeron un grupo de edad igual al del presente estudio,^{16,37,42} entre ellos el realizado en población mexicana de 6 a 15 años de edad. Según dos estudios hechos en Brasil con sujetos de entre 2 y 18 años,^{43,44} y uno más elaborado en Paraguay con población de 6 a 16 años de edad,⁴⁵ se encontró una asociación entre la presencia de obesidad y la manifestación de alteraciones metabólicas y resistencia a la insulina. También las dislipidemias están relacionadas con el SM y con complicaciones cardiovasculares. Para este análisis se estimó el índice de Castelli,³⁴ y los resultados mostraron que existe una asociación con la presencia del síndrome. Dicho índice puede ayudar en la evaluación de riesgo cardiovascular donde actúan como predictores de infarto al miocardio. No se encontraron publicaciones que emplearan estos índices al estudiar población infantil.

Dentro de las limitaciones del presente trabajo está la propia de un estudio transversal: no establece causalidad. Tampoco se tuvo información sobre actividad física, por lo que no se le pudo incluir en los modelos

estadísticos como variable de confusión. En ese sentido se tiene documentado que intervenciones con actividad física pueden ser de gran importancia en la prevención de la RI –la cual se produce desde la niñez– e incluso en su reversión y otras condiciones metabólicas.⁴⁶ Entre las fortalezas del presente estudio está el hecho de que la muestra de niños mexicanos seleccionada es mayor en comparación con la de otros análisis; además se trató de una muestra con una alta prevalencia de obesidad. Ello cobra importancia debido al problema que actualmente representan la obesidad y sus consecuencias entre la población infantil mexicana.

El presente análisis sugiere la gravedad de la presencia del SM y la obesidad en una muestra de niños mexicanos de 6 a 12 años de edad. Es necesario tomar medidas de prevención y evitar la aparición de problemas de salud desde etapas previas a la adolescencia y en la vida adulta.

Declaración de conflicto de intereses. Los autores declararon no tener conflicto de intereses.

Referencias

1. Aguilar M, Bhuket T, Torres S, Liu B, Wong RJ. Prevalence of the metabolic syndrome in the United States, 2003-2012. *JAMA*. 2015;313(19):1973-4.
2. Alberti KG, Zimmet P, Shaw J. Metabolic syndrome—a new world-wide definition. A consensus statement from the International Diabetes Federation. *Diab Med*. 2006;23(5):469-80.
3. Kassi E, Pervanidou P, Kaltsas G, Chrousos G. Metabolic syndrome: definitions and controversies. *BMC Med*. 2011;48(09):1-13.
4. Titmuss A, Srinivasan S. Metabolic syndrome in children and adolescents: old concepts in a young population. *J Pediatr Child Health*. 2016;52(10):1-7. <https://doi.org/10.1111/jpc.13190>
5. Agirbasli M, Tanrikulu AM, Berenson GS. Metabolic syndrome: bridging the gap from childhood to adulthood. *Cardiovasc Ther*. 2016;34(01):30-36. <https://doi.org/10.1111/1755-5922.12165>
6. Abrams P, Levitt K, Lorraine E. Metabolic effects of obesity causing disease in childhood. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes*. 2011;18(01):23-27. <https://doi.org/10.1097/MED.0b013e3283424b37>
7. Instituto Nacional de Salud Pública-Secretaría de Salud. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016 (ENSANUT 2016). Informe final de resultados. México: INSP-Secretaría de Salud, 2016. [citado junio 16, 2017]. Disponible en: https://www.insp.mx/images/stories/2017/Avisos/docs/180315_encuesta_nacional_de_salud_y_nutricion_de_medio_ca.pdf
8. Daniels SR, Jacobson MS, McCrindle BW, Eckel RH, McHugh BS. American Heart Association Childhood Obesity Research Summit. *Am Heart Assoc* 2009.10(1161):2114-23.
9. Elizondo ML, Serrano MG, Ugalde CP, Cuello GC, Borbolla EJ. Metabolic syndrome risk factors among a sample of overweight and obese Mexican children. *J Clin Hypertens*. 2010;12(05):380-7.
10. Magnussen CG, Koskinen J, Chen W, Thomson R, Schimidt MD, Srinivasan SR, et al. Pediatric metabolic syndrome predicts adulthood metabolic syndrome, subclinical atherosclerosis, and type 2 diabetes mellitus but is no better than body mass index alone: the Bogalusa Heart Study and the Cardiovascular Risk in Young Finns Study. *Circulation*. 2010;122(16):1604-11.
11. Santoro N. Childhood obesity and type 2 diabetes: the frightening epidemic. *World J Pediatr*. 2015;9(02):101-2.
12. Maclaren NK, Gujral S, Ten S, Motagheti R. Childhood obesity and insulin resistance. *Cell Biochem Biophys*. 2007;48(02):73-8. <https://doi.org/10.1007/s12013-007-0017-6>
13. Nelson RA, Bremer AA. Insulin resistance and metabolic syndrome in the pediatric population. *Metab Syndr Relat Disord*. 2010;1(01):1-14.
14. D'Adamo E, Santoro N, Caprio S. Metabolic syndrome in pediatrics: old concepts revised, new concepts discussed. *Pediatr Clin North Am*. 2011;38(03):549-63.
15. Gotthelf SJ. Prevalencia de síndrome metabólico según definición de la Internacional Diabetes Federation (IDF) en adolescentes escolarizados de la provincia de Salta, Argentina. *Rev Fed Arg Cardiol [internet]* 2013;42(2):119-26 [citado junio 17, 2017]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/261297019_Prevalencia_de_sindrome_metabolico_segun_definicion_de_la_International_Diabetes_Federation_IDF_en_adolescentes_escolarizados_de_la_provincia_de_Salta_Argentina_Prevalence_of_metabolic_syndrome_as_def
16. Ortega OR, Trujillo X, Hurtado LEF, López BAL, Colunga RC, Berrera JC et al. Models predictive of metabolic syndrome components in obese pediatric patients. *Arch Med Res*. 2016;47(01):40-8.
17. De la Cruz MU, Muñoz VJF, Salgado LG, García CA, Illades AB, Castañeda SE, et al. Relationship of metabolic syndrome and its components with 844 G/A and HindIII C/G PAI-1 gene polymorphisms in Mexican children. *BMC Pediatr*. 2012;12(41):12-41.
18. Castillo HE, Borges G, Talavera JO, Orozco R, Vargas CA, Huitron BG, et al. Body mass index and the prevalence of metabolic syndrome among children and adolescents in two Mexican populations. *J Adolesc Health*. 2007;40(6):521-6.
19. Elizondo ML, Gutierrez NG, Moreno DM, Martínez U, Tamargo D, Treviño M. School based individualised lifestyle intervention decreases obesity and the metabolic syndrome in Mexican children. *J Hum Nutr Diet*. 2013;26(01):82-9.
20. Bautista SL, Saldaña CMM, Hernández PJC. Síndrome metabólico en población de 6 a 16 años de edad en primer nivel de atención. *Rev Fac Med* 2010;53(04):3-8.
21. Klünder KM, Flores HS, García MR, Peralta RJ, Cruz M. Adiponectin in eutrophic and obese children as a biomarker to predict metabolic syndrome and each of its components. *BMC Public Health* 2013;13(01):1-8.
22. Ávila A, Juárez L, Galindo C. Estado de salud en niños de 6 a 12 años con sobrepeso y obesidad en escuelas públicas del Estado de México. México, D.F.: Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, 2014:1-32.
23. De Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ*. 2007;85(09):660-7.
24. Timonthy GL, Alex FR, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books, 1998.
25. Habicht JP. Estandarización de métodos epidemiológicos cuantitativos sobre el terreno. *Bull Pan Am Health Organ*. 1974;76(05):375-84.
26. Sociedad Brasileña de la Patología Clínica. Medicina Laboratorial para la extracción de sangre venosa. 2da. ed. Barueri, SP: Manole, 2010:1-109.
27. 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.
28. Fernandez JR, Redden DT, Pietrobelli A, Allison DB. Waist circumference percentiles in nationally representative samples of African-American, European-American, and Mexican-American children and adolescents. *J Pediatr*. 2004;145(04):439-44.
29. Falkner B, Daniels SR, Flynn JT, Gidding S, Green LA, Ingelfinger JR, et al. The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. *National High Blood Pressure*

- Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents. *Pediatr*. 2005;5:555-576.
30. Genuth S, Alberti KG, Bennett P, Buse J, Defranzo R, Kahn R, et al. Follow-up report on the diagnosis of diabetes mellitus. *Diabetes Care*. 2003;26(11):3160-70.
31. Expert Panel on Integrated Guidelines for Cardiovascular Health and Risk Reduction in Children and Adolescents. Expert Panel on Integrated Guidelines for Cardiovascular Health and Risk Reduction in Children and Adolescents: summary report. *Pediatr*. 2011;128(suppl 5):S213-S56.
32. Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS, Naylor BA, Treacher DF, Turner RC. Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia*. 1985;28(07):412-9.
33. Martínez BA, Maldonado HJ, López AM. Métodos diagnósticos de la resistencia a la insulina en la población pediátrica. *Bol Med Hosp Infant Mex*. 2011;68(5):397-404.
34. Barbalho SM, Tofano RJ, Bechara MD, Quesada K, Pereira DC, Gregório CM. Castelli Index and estimative of LDL-c particle size may still help in the clinical practice? *J Cardiovasc Dis Res* 2016;7(2):86-9.
35. Hosmer Jr. DW, et al. Logistic regression models for the analysis of correlated data. En: Hosmer Jr. DW, Lemeshow S, Sturdivant RX. *Applied logistic regression*. New Jersey, USA: Wiley, 2013:313-376.
36. Misra A, Vikram NK. Metabolic syndrome in children and adolescents: Problems in definition, and ethnicity-related determinants. *Diab Metab Syn: Clin Res Rev*. 2007;1:121-126.
37. Wang Q, Yin J, Xu L, Cheng H, Zhao X, Xiang H, et al. Prevalence of metabolic syndrome in a cohort of Chinese schoolchildren: comparison of two definitions and assessment of adipokines as components by factor analysis. *BMC Public Health*. 2013;21(13):249.
38. Rinaldi AE, Gabriel GF, Moreto F, Corrente JE, McLellan KC, Burini RC. Dietary factors associated with metabolic syndrome and its components in overweight and obese Brazilian schoolchildren: a cross-sectional study. *Diabetol Metab Syndr*. 2016;8(1):58.
39. De Armas MGG, Megías SM, Viveros MM, Bolaños PI, Piñero BV. Prevalencia de síndrome metabólico en una población de niños y adolescentes con obesidad. *Endocrinol Nutr*. 2012;59(3):155-9.
40. Chen F, Wang Y, Shan X, Cheng H, Hou D, Zhao X, et al. Association between childhood obesity and metabolic syndrome: evidence from a large sample of Chinese children and adolescents. *PLoS One* 2012;7(10):e47380.
41. Juárez LC, Klünder KM, Medina BP, Madrigal AA, Mass DE, Flores HS. Insulin resistance and its association with the components of metabolic syndrome among obese children and adolescents. *BMC Public Health*. 2010;10(1):318.
42. López-CM, 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(2):313-9.
43. Romualdo MC, Nóbrega FJ, Escrivão MA. Insulin resistance in obese children and adolescents. *J Pediatr (Rio J)*. 2014;90(6):600-7.
44. Medeiros CC, Ramos AT, Cardoso MA, França IS, Cardoso AD, Gonzaga NC. Insulin resistance and its association with metabolic syndrome components. *Arq Bras Cardiol*. 2011;97(5):380-9.
45. Vera MV, Ramírez L. Resistencia a la insulina en niños y adolescentes con obesidad de Asunción, Paraguay. *Rev Salud Publica Parag*. 2013;3(1):23-9.
46. Berman LJ, Weigensberg MJ, Spruijt-Metz D. Physical activity is related to insulin sensitivity in children and adolescents, independent of adiposity: a review of the literature. *Diabetes Metab Res Rev*. 2012;28(5):395-408.