

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD HOSPITAL DE PEDIATRÍA  
CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI**



**FRECUENCIA Y CARACTERÍSTICAS DEL SÍNDROME METABÓLICO EN NIÑOS Y  
ADOLESCENTES MEXICANOS: REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA**

Tesis para obtener el título de médico especialista en Pediatría que presenta:

Dra. Gabriela Valencia López R4PM  
Residente de 4to año de Pediatría

Investigador Responsable:  
Dr. Miguel Angel Villasis Keever  
Unidad de Investigación en Epidemiología Clínica

Febrero 2015



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## AGRADECIMIENTOS:

Agradezco a Dios por permitirme ser un instrumento de él; por darme la tenacidad y la sabiduría que día a día me permite crecer.

A la Universidad Nacional Autónoma de México que me dio las bases para poder desempeñar ésta profesión y que me enseñó que la constancia y la dedicación son las herramientas básicas para lograr los objetivos deseados.

A ti Mamá por ser mi inspiración día a día, porque gracias a tu sabiduría y tu perseverancia me has dado la fortaleza para culminar un éxito más. Porque no hay persona en el mundo a quien admire más.

A ti Papá por mostrarme que en la vida a pesar de las vicisitudes debemos continuar hasta alcanzar el éxito y que la llave para realizarlo es la inteligencia y el raciocinio.

A Rodolfo Cabrera por ser mi cómplice, mi apoyo y darme su ayuda incondicional a cada paso que doy. Gracias por ser mi maestro de vida.

A mi Hermano por ser un ejemplo de vida, por ser mi guía y compañero en éste gran camino, pero sobre todo por el maravilloso ser humano que siempre va conmigo de la mano.

A Daniel Martínez por ser mi compañero, confidente y amigo en ésta gran aventura, por permitirme sonreír cada día a su lado y porque seremos sin duda el mejor equipo en muchos logros más.

A mis profesores quienes con sus enseñanzas tanto académicas como de vida me permitieron hacer posible lo imposible.

FRECUENCIA Y CARACTERISTICAS DEL SINDROME METABÓLICO EN NIÑOS Y ADOLESCENTES MEXICANOS:  
REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA

Curia Dictamen

Página 1 de 1

MEXICO

Dirección de Prestaciones Médicas  
Unidad de Educación, Investigación y Políticas de Salud  
Comisión de Investigación en Salud



"2014, Año del Octavo Paz".

**Dictamen de Autorizado**

Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud 3603  
HOSPITAL DE PEDIATRÍA, CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI, D.F. SUR

FECHA 16/12/2014

**DR. MIGUEL ANGEL VILLASIS KEEVER**

**PRESENTE**

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título:

**Frecuencia y características del síndrome metabólico en niños y adolescentes mexicanos:  
revisión sistemática de la literatura**

que sometió a consideración de este Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de Ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A U T O R I Z A D O**, con el número de registro institucional:

Núm. de Registro
R-2014-3603-73

ATENTAMENTE

**DR. (A). HERMILO DE LA CRUZ YÁÑEZ**

Presidente del Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud No. 3603

**IMSS**

SECRETARÍA DE SALUD FEDERAL

FRECUENCIA Y CARACTERISTICAS DEL SINDROME METABÓLICO EN NIÑOS Y ADOLESCENTES MEXICANOS:  
REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA

FRECUENCIA Y CARACTERISTICAS DEL SINDROME METABÓLICO EN NIÑOS Y ADOLESCENTES MEXICANOS:  
REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA



Dra. Graciela Castañeda Muelno  
Directora de Educación e Investigación en Salud.  
UMAE Hospital de Pediatría CMN Siglo XXI



Dra. Ma. Guadalupe Miranda Novales  
Investigador Titular Unidad de Investigación en Epidemiología Hospitalaria.  
UMAE Hospital de Pediatría CMN Siglo XXI



Dr. Rodolfo Rivas Ruiz  
Investigador Titular Centro de Adiestramiento en Investigación Clínica, Coordinación de  
Investigación en Salud. Centro Médico Nacional Siglo XXI



Dra. Eulalia Garrido Magaña  
Médico Adscrito al servicio de Endocrinología Pediátrica.  
UMAE Hospital de Pediatría CMN Siglo XXI



Dr. Miguel Ángel Villasis Keever  
Investigador Titular Unidad de Investigación en Epidemiología Clínica.  
UMAE Hospital de Pediatría CMN Siglo XXI

FRECUENCIA Y CARACTERÍSTICAS DEL SÍNDROME METABÓLICO EN NIÑOS Y ADOLESCENTES MEXICANOS:  
REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA

INDICE

1.- Dictamen de aprobación.....	3
2.- Frecuencia y Características del Síndrome Metabólico en niños y adolescentes mexicanos: Revisión Sistemática de la Literatura	
Resumen.....	5
Antecedentes.....	6
Criterios de Síndrome Metabólico en niños.....	7
Publicación estudios de Síndrome Metabólico.....	10
3.-Planteamiento del Problema.....	15
4.-Pregunta de Investigación .....	15
5.- Objetivos.....	16
6.- Hipótesis del Trabajo .....	17
7.- Justificación.....	18
8.- Material y Métodos.....	19
Definición de Variables.....	20
Descripción general del estudio .....	21
Análisis estadístico.....	22
Aspectos éticos.....	22
9.-Resultados.....	23
Flujograma.....	24
Criterios utilizados de Síndrome Metabólico.....	25
Prevalencia de Síndrome Metabólico.....	25
Prevalencia de los Componentes del Síndrome Metabólico.....	26
Discusión.....	27
Conclusiones.....	29
Bibliografía.....	30
Anexos.....	34

## RESUMEN

**Título:** Revisión sistemática sobre la frecuencia y características del síndrome metabólico en niños y adolescentes mexicanos

**Autores:** Dra. Gabriela Valencia López, R4 Pediatría Médica y Dr. Miguel Ángel VillasisKeever.

**Adscripción:** Unidad de Investigación Epidemiológica Clínica, UMAE Hospital de Pediatría C.M.NN Siglo XXI, IMSS.

**Objetivo:** Realizar una revisión sistemática de la literatura sobre los estudios publicados acerca de la prevalencia del síndrome metabólico (SM) en población infantil de nacionalidad mexicana.

**Material y Métodos:** Se consultó PubMed, Embase y Cochrane en busca de los estudios publicados entre 1988 y 2014. Los criterios de selección fueron: estudios originales, donde se describan criterios de diagnóstico de SM y su prevalencia, realizados con niños mexicanos de 6 a 19 años, sin alguna morbilidad.. Tanto los títulos, resúmenes y artículos en extenso se revisaron por dos investigadores de manera independiente para su inclusión. Variables: año de publicación de estudio, número de participantes, edad de los niños, criterios utilizados para SM. El análisis estadístico es de tipo descriptivo.

**Resultados:** De la estrategia de búsqueda se obtuvieron 843 resúmenes, seleccionando 92; de estos últimos, tras revisar los artículos en extenso, finalmente se incluyeron 20 estudios que cumplieron con los criterios de selección. De estos 20, la mayoría (n=11, 55%) se realizaron en estados del centro del país, 8 (40%) en el norte y uno en el sur. Entre 2010 y 2014 fueron publicados la mayor parte (70%). Por grupo de edad, el 55% fueron de escolares y adolescentes y 40% exclusivamente en población adolescente.

En 7 el criterio diagnóstico de SM fue de acuerdo ATPIII, en 6 con IDF y el resto con otros criterios. La prevalencia de SM fue de 6.5% hasta 19.6% en población abierta, pero fue diferente por criterio: con ATPIII la prevalencia fue mayor que con IDF. Con la población con sobrepeso/obesidad las prevalencias fueron mayores: de 6.7% a 62%. Por tipo de componente, la obesidad (central o por IMC) y la hipertrigliceridemia fueron los más frecuentemente reportados.

**Conclusiones:** Los estudios en niños mexicanos sobre la prevalencia del SM muestran una amplia diferencia, lo cual parece estar relacionado con el tipo de criterio utilizado. Por lo anterior, parece necesario realizar otros estudios para determinar la verdadera magnitud del este problema.

## ANTECEDENTES

La obesidad es una enfermedad crónica que afecta a millones de individuos. En México es un problema que ha incrementado de manera alarmante sobretodo en la población infantil, la prevalencia de esta enfermedad ha incrementado hasta en un 77%. Se estima que aproximadamente 80% de los niños que presentan sobrepeso y obesidad en la infancia y adolescencia serán obesos en la vida adulta <sup>(1)</sup>. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la obesidad se define como la condición en la cual el exceso de tejido adiposo afecta de manera adversa la salud y el bienestar <sup>(2)</sup>. El aumento notable en los últimos años del sobrepeso y obesidad parece ser que ha sido favorecido a los cambios en el estilo de vida, donde se incluye el consumo de alimentos con porciones más grandes y con mayor densidad calórica; tener actividades sedentarias (uso de computadoras, videojuegos, televisión, etc.) y no realizar ejercicio<sup>(3)</sup>. En su origen se involucran factores genéticos y ambientales que determinan un trastorno metabólico que conduce a la excesiva acumulación de grasa corporal para el valor esperado de acuerdo a sexo, talla y edad<sup>(1)</sup>.

El síndrome metabólico describe un conjunto de factores en los que hay mayor riesgo cardiovascular relacionados con anormalidades metabólicas, vasculares, inflamatorias, fibrinolíticas y de coagulación. Se ha postulado que la resistencia a la insulina y la obesidad abdominal son los factores principales que contribuyen a las manifestaciones de este síndrome. El síndrome metabólico fue propuesto por primera vez por James Reaven en 1988 como Síndrome "X", sin embargo han existido distintas definiciones que han sido propuestas por diferentes organizaciones, como The National Cholesterol Education programme (NCEP, Adult Treatment Panel III), la OMS, American Heart Association/National Heart, Lung and Blood Institute (AHA/NHLBI) y The International Diabetes Federation (IDF) <sup>(4)</sup>. En general, las definiciones de cada organización se han basado en estudios realizados en población adulta, pero donde se han utilizado diferentes criterios y factores por lo cual ha sido un confusor para realizar la comparación con los diferentes estudios. De cualquier manera, los componentes son similares e integran características como masa grasa, presión arterial, niveles de lípidos y glucosa <sup>(4)</sup>.

En niños y adolescentes también se han realizado estudios que han investigado la prevalencia de síndrome metabólico, donde se ha puesto en evidencia que si bien su frecuencia es mayor cuando existe obesidad, también se ha documentado en poblaciones sin sobrepeso u obesidad. Y, al igual que en adultos, existen varias definiciones que han sido propuestas para su diagnóstico; sin embargo, la mayoría están basadas en los criterios propuestos por ATP III e IDF de los adultos. En general, hasta el momento los factores o componentes que se consideran como criterios diagnósticos son los siguientes: obesidad abdominal, niveles séricos de triglicéridos, niveles séricos de colesterol (HDL, LDL), presión arterial, insulina y glucemia. Aunque se debe tomar en cuenta que los criterios para definir anormalidad con cada uno de los componentes puede ser diferente entre cada clasificación <sup>(5,6,7)</sup>. Aunado a lo anterior, existen autores que han propuesto que se deben agregar otros factores, como la determinación de los niveles de transaminasas, ácido úrico, proteína C reactiva, entre otros.

La importancia de identificar sujetos con síndrome metabólico se debe a que éstos tienen mucho mayor riesgo de presentar o desarrollar diabetes mellitus tipo 2, infarto cardiaco o enfermedad vascular cerebral <sup>(7,8)</sup>.

### **Criterios de síndrome metabólico en niños**

Se han publicado diferentes estudios donde se han utilizado diversos criterios, definiciones y componentes para identificar niños y adolescentes con síndrome metabólico; la mayoría de estos estudios han utilizado alguna de las siguientes seis clasificaciones que se describen en el Cuadro 1:

FRECUENCIA Y CARACTERÍSTICAS DEL SÍNDROME METABÓLICO EN NIÑOS Y ADOLESCENTES MEXICANOS:  
REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA

**Cuadro 1.** Principales clasificaciones utilizadas en estudios para evaluar niños y adolescentes con síndrome metabólico.

CRITERIO	AUTOR					
	Cook <sup>(a)</sup>	De Ferranti <sup>(b)</sup>	Cruz <sup>(c)</sup>	Weiss <sup>(d)</sup>	Ford <sup>(e)</sup>	Joliffle <sup>(f)</sup>
<b>Obesidad abdominal</b> cintura (cm)	>p 90 (NHANES III)	>p 75	>p 90 (NHANES III)	>2 Z Score IMC	>p 90 (NHANES III)	NHANES III >p 92 >P 72
<b>C-HDL (mg/dL)</b>						
Hombres	<40	<45	<p 10	<p 5	<40	<p 26
Mujeres	<40	<50	<p 10 (NHANES III)	<P 5 (NGHS)	<40	<p 43
<b>Triglicéridos</b>	>110 mg/dL(NCEP)	>100 mg/dL	>p90 (NHANES III)	>p 95 (NGHS)	>110 (NCEP)	>p 89
<b>PA (mmHg)</b>	>p 90 (NHBPEP)	>p 90	>p 90 (NHBPEP)	>p 95 (NHBPEP)	>p 90 (NHBPEP)	-130/85 <p 92/97 <p 93/99
<b>Glucemia en ayuno</b>	>110	>110	>110	>110	>110, >100	>100

a)Cook et al. ArchPediatrAdolescMed,2003;157,821-7, b) De Ferranti et al. Circulation, 2004; 110,2494-7, c) Cruz et al. J ClinEndocrinolMetab, 2004;89, 108.13, d) Weiss et al. N Engl J Med, 2004; 350,2362-74, e) Ford et al. Diabetes Care, 2005;28,878-81, f) Joliffle C.J Am CollCardiol 2007; 49:891-898

En el año 1999 la OMS proporcionó una definición del síndrome metabólico en adultos: presencia de diabetes mellitus tipo 2 ó alteración de la tolerancia a la glucosa ó resistencia a la insulina, más 2 ó más de los siguientes factores: circunferencia de cintura >0.9 cm en hombres ó >0.85 cm en mujeres, ó IMC >30 Kg/m<sup>2</sup>, niveles séricos de triglicéridos >150 mg/dL ó niveles séricos de C-HDL <40 mg/dL en varones ó <50 mg/dL en mujeres, ó tensión arterial >140/90 mmHg ó microalbuminuria >20 mg/min, los cuales se ajustaron a pacientes pediátricos <sup>(2)</sup>.

Para el año 2003 Cook realizó un estudio en base al National Cholesterol Education Program (NCEP) or Adult Treatment Panel III (ATP III), en adolescentes de 12 a 19 años, en donde utilizaron los criterios antes mencionados en el Cuadro 1; los cuales fueron considerados a partir de los valores de referencia de (NCEP) Pediatric Panel report, the American Diabetes Association Statement on Type 2 Diabetes y en la actualización de Task Force Report on the Diagnosis and Management of Hypertension In Childhood así como del ATP III. Se considera hipertensión cuando la tensión arterial tanto sistólica como diastólica se encuentra por arriba de la percentila 90 para edad, sexo y talla; mientras que obesidad cuando la circunferencia de cintura se encuentra

por arriba de la percentila 90. El rango de 35 a 45 mg/dL como límite inferior de colesterol HDL para ambos sexos y edades; mientras que en niños entre los 10 y 19 años el límite superior del nivel de triglicéridos es entre 90 y 129 mg/dL. El valor que se consideró de riesgo fue colesterol HDL es de <40 mg/dL que son los casos que se encuentran por debajo de la percentila 10 y el valor de los triglicéridos es >110 mg/dL el cual se encuentra en la percentila 90 para la edad. Se requieren cumplir 3 o más de los 5 criterios para realizar el diagnóstico de síndrome metabólico <sup>(9)</sup>.

En el año 2004 Ferranti, propone la definición de síndrome metabólico en adolescentes basado en los datos The Adult Treatment Panel III (ATP III) y Third National Health and Nutritional Survey (NHANES III) en niños de 12 a 19 años. Así, el síndrome se integra cuando se cumplen al menos tres de los criterios señalados en el Cuadro 1. Se define hiperglucemia usando los criterios ATP III; para definir hipertensión se utilizaron las recomendaciones del National Heart Lung and Blood Institute, con punto de corte por arriba de la percentil 90 para edad, género y talla <sup>(10)</sup>.

También en el año 2004 Cruz y col. realizaron un estudio en el cual se evaluaron 126 niños y adolescentes de 8 a 13 años, de origen Americano-Mexicano y de América Central, habitantes de Los Ángeles, California. El diagnóstico de síndrome metabólico se basó en los criterios de la ATP III, con al menos 3 de las alteraciones mencionadas en el Cuadro 1. En este estudio, la prevalencia de síndrome metabólico fue del 30% <sup>(11)</sup>.

En el mismo año 2004, Weiss realizó un estudio con 439 niños y adolescentes obesos, los cuales se escogieron al ser sanos, cuya edad fuera de 4 a 20 años, y con un IMC que excediera la p97 para edad y sexo. Los criterios de diagnóstico fueron modificados del NHANES III y de la OMS. Se definió obesidad con IMC con score Z de 2.0 o más, ajustada para edad y sexo. En este estudio el diagnóstico de síndrome metabólico se realizó al tener 3 o más de los criterios descritos en el Cuadro 1. La prevalencia de síndrome metabólico para sujetos con obesidad moderada fue de 38.7%, y de 49.7% en pacientes con obesidad grave <sup>(12)</sup>.

En el 2005 la International Diabetes Federation (IDF) publicó la definición de síndrome metabólico en adultos, los cuales incluyen obesidad, hipertrigliceridemia, disminución de los niveles séricos del C-HDL, hipertensión, hiperglucemia o diagnóstico de DM2. En virtud que para ese momento no existían criterios para niños y adolescentes, la IDF

propuso criterios para realizar el diagnóstico temprano con el objetivo de iniciar medidas preventivas antes del desarrollo de diabetes o enfermedad cardiovascular. Pero, a diferencia de adultos, los rangos de medición de la circunferencia de cintura se definen en percentilas, las cuales se ajustaron de acuerdo a la edad y al género. En cuanto a la edad, la IDF refiere como edad mínima 6 años y máxima 16 años, sin embargo en menores de 10 años no se considera que se pueda realizar el diagnóstico de síndrome metabólico. En los mayores de 10 años para establecer el diagnóstico se debe contar con obesidad abdominal y la presencia de 2 o más de los criterios antes mencionados. Para niños mayores de 16 años se pueden usar los criterios de adultos <sup>(13)</sup>.

En el 2007 Joliffle realizó un estudio en donde se analizaron adolescentes de 12 a 20 años, los puntos de corte fueron obtenidos a partir de ATP y del IDF. En este estudio se registró una prevalencia de síndrome metabólico del 7.6% de acuerdo con los criterios de la ATP y del 9.6% de acuerdo con los criterios de la IDF. Según estos autores, para realizar el diagnóstico de síndrome metabólico se deben cumplir de 3 a 5 de los criterios de la ATP <sup>(14)</sup>.

Otra publicación que se destaca es la elaborada de la Asociación Latinoamericana de Diabetes (ALAD) en el 2009, la cual se denominó “Diagnóstico, control, prevención y tratamiento del síndrome metabólico en Pediatría”. Esta guía fue el resultado de una reunión de diferentes expertos de países de Latinoamérica para utilizar criterios para el síndrome metabólico en niños, al reconocer que no hay consenso para su diagnóstico, en particular en niños escolares. La ALAD decidió utilizar la clasificación de la IDF, pero llama la atención que sea a partir de los 6 años de edad<sup>(3)</sup>, ya que puede aumentar la confusión.

### **Publicación de estudios de síndrome metabólico en niños y adolescentes**

Aproximadamente desde 1996 se han publicado múltiples estudios a nivel internacional y nacional donde se ha evaluado la prevalencia o frecuencia de síndrome metabólico en niños y adolescentes, utilizando los diferentes criterios. Fue hasta el 2008, tras observar la enorme necesidad de unificar criterios diagnósticos y con el objetivo de disponer de un panorama global, que Ford y col. realizaron la primera revisión sistemática de estudios en Pediatría publicados hasta el año 2005 donde se hubiera utilizado los

criterios de síndrome metabólico. Se encontraron 27 artículos publicados, en los cuales se identificaron 46 distintas definiciones de síndrome metabólico; 28 de las cuales se basaron en los criterios de la NCEP, 9 en los criterios de la OMS, 3 en los criterios del European Group for the Study of Insulin Resistance, 1 en la American Association of Clinical Endocrinologists. También se documentó que la mayoría de los estudios tomaron 3 o más criterios para realizar el diagnóstico de síndrome metabólico. Los factores o componentes del síndrome incluyen sobrepeso u obesidad (mediante IMC o perímetro de cintura), la presión arterial, así como los niveles de HDL, triglicéridos y de glucosa. Sin embargo, a pesar que generalmente se utilizaron valores percentilares, los criterios variaron puesto que algunos estudios se basaron en las percentilas  $\geq 75$  y otros en percentilas  $\geq 95$ . Otro punto que destacó es que en 12/27 (44%) se usó como criterio a la resistencia a la insulina. Algo también relevante fue que la prevalencia del síndrome tuvo una variación de 0.8% hasta del 57%, lo cual estuvo influenciado, además de la definición utilizada, por las características de los participantes (alrededor de la mitad fue población abierta y menos del 20% en sujetos con obesidad) y por el número de participantes en cada estudio (desde 25 hasta más de 2 mil)<sup>(15)</sup>.

En Septiembre del 2012 se publicó un estudio por C. Friedemann et y col., donde se describe la asociación y la magnitud entre el IMC, el sexo y riesgo de enfermedad cardiovascular en niños y adolescentes de países desarrollados. Se realizó una revisión sistemática y meta-análisis en la cual se incluyeron 63 estudios, con un total de 49,220 niños obesos entre 5 a 15 años, de 23 países. En estos estudios se utilizaron principalmente los criterios de la ATP III, modificado de Cruz et al. Los autores concluyen que los niños y adolescentes con obesidad tienen mayor riesgo de desarrollar enfermedad cardiovascular <sup>(16)</sup>.

Más recientemente (2013), en otra revisión sistemática realizada por Amanda Friend y col. se analizaron 85 artículos, escritos en idioma inglés, publicados entre 2003 y 2011 para determinar la prevalencia del síndrome metabólico en niños y adolescentes. En los resultados se informa que en 48 de los 85 artículos se utilizaron los criterios de la ATP III, en 15 los criterios de la IDF y en 7 los criterios de la OMS, además de otros 11 artículos donde se utilizó 2 ó 3 de estos criterios. En cuanto a la prevalencia de

síndrome metabólico, la mediana en la población completa fue del 3.3% (variación 0%–19.2%) pero en niños con sobrepeso aumentó a 11.9% (2.8%–29.3%), y en obesidad a 29.2% (10%–66%). De acuerdo al sexo en 27 estudios se reportó una prevalencia en niños de 5.2% y en niñas del 3.1%, y al retirar a los niños obesos las prevalencias fueron de 4.2% y del 2.4%, respectivamente. Mientras que de acuerdo a la edad, hubo diferencias entre los ya que, para establecer comparaciones entre adolescentes y niños hubo diferentes puntos de corte (menores y mayores de 10, 11, 12 y hasta 15 años), pero, en general, se determinó que la prevalencia en menor entre sujetos de menor edad: 2.9% vs. 5.6%, respectivamente <sup>(17)</sup>. Como en otras publicaciones, los autores también comentan que es necesario disponer de un criterio o definición única para conocer verdaderamente la prevalencia de síndrome metabólico.

Con lo descrito en las 3 revisiones sistemáticas mencionadas, se puede disponer de un panorama de los estudios realizados sobre el síndrome metabólico en Pediatría, pero particularmente en países desarrollados. En Latinoamérica se han llevado a cabo estudios similares, como el publicado en el 2011, siendo una revisión sistemática donde analizan 12 estudios publicados entre los años 2000 y 2010, llevados a cabo en 8 países de Latinoamérica (Brasil, Chile, Colombia, Islas Vírgenes, México, Perú, Puerto Rico y Venezuela). Se incluyeron 13,808 sujetos de 18 a 65 años de edad, y se utilizaron los criterios de la ATP III para el diagnóstico de síndrome metabólico. En los resultados se informa que la prevalencia de síndrome metabólico fue de 24.9%, siendo la mayor frecuencia en sujetos con edad mayores de 50 años. Por países también hubo diferencias: en mexicanos la prevalencia fue de 26.6%, pero la más alta fue en Puerto Rico con 43.3%. Por componente del síndrome metabólico, la afección más frecuente fue niveles bajos de HDL (62.9%), seguido de hipertrigliceridemia(46.7%), obesidad abdominal (45.8%) y de hipertensión arterial(42.6%); mientras que la hiperglucemia fue lo menos frecuente (17.6%). En esta misma revisión se incluyó la descripción del estudio Carmela (año 2009) donde se incluyeron 11,500 adultos de 24 a 65 años de edad, residentes de Chile, Colombia, Ecuador, México, Perú y Venezuela, en quienes también se usó la definición de síndrome metabólico ATP III. En comparación con los

otros estudios, la prevalencia del síndrome fue menor; sin embargo, la más alta (27%) ocurrió en México <sup>(18)</sup>.

Por su parte, en otra revisión sistémica del mismo tema, publicada en el 2013, pero exclusivamente de las publicaciones realizadas en Brasil, se analizaron 10 estudios donde se incluyeron adultos de 19 a 44 años, de los cuales el 60.8% correspondió a mujeres y 39.2% a hombres. Se reporta que en 5 estudios se utilizaron los criterios de la NCEP-ATP III publicados en el 2001, en 2 los criterios de la IDF, en otros 2 tanto los criterios de IDF como los NCEP-ATP III y, en 1 estudio los criterios de NCEP-ATP III del año 2005. En los resultados se describe que la prevalencia varió de 14.9% a 65.3% (promedio 29.6%), pero que esta prevalencia tomando en cuenta la población de zona urbana, rural o de población indígena, así la frecuencia fue del 28.9%, 20.1% y 41.5%, respectivamente. Por tipo de componente, la prevalencia mayor fue para HDL bajo (59.3%) y le siguió hipertensión arterial (52.5%), obesidad abdominal (38.9%), hipertrigliceridemia (24%) e hiperglicemia (16%). Los autores concluyen que la prevalencia de síndrome metabólico en Brasil es mucho mayor a la de otras partes del mundo, pero se debe reconocer que hubo diferencias metodológicas entre los estudios y, sobre todo, la falta de consenso para definir síndrome metabólico <sup>(19)</sup>.

Por otro lado, es necesario comentar que durante la elaboración del presente protocolo no se encontró alguna revisión sistemática o meta-análisis donde se hubiera descrito la frecuencia de síndrome metabólico o de sus componentes en población pediátrica de Latinoamérica, a pesar que existen diferentes estudios publicados. Específicamente en México se ha publicado diferentes investigaciones, como el realizado en el 2013 en el Hospital de Alta Especialidad del Bajío de México, donde se determinó la prevalencia de síndrome metabólico y sus componentes en adolescentes obesos, al usar los criterios de Cruz et. Al. La prevalencia fue del 62%, sin encontrar diferencias entre mujeres y hombres; por frecuencia de los componentes del síndrome, la obesidad abdominal fue el más alto (88%), seguido de hipertrigliceridemia (85%), niveles bajos HDL (60%), hipertensión (35%) e hiperglicemia (5%) <sup>(20)</sup>. Igualmente en el año 2013, Klunder y col. pero al comparar 190 niños obesos en edad escolar con 196 eutróficos, utilizando la clasificación de la IDF, se reportó una prevalencia de síndrome metabólico

en niños obesos de 13% vs. 0% en niños eutróficos. Mientras que por componente también hubo diferencias: obesidad abdominal 49% vs. 0%, hipertensión arterial sistólica 3% vs 1%, hipertensión diastólica 3% vs 2%, glucosa en ayuno alterada 17% vs. 16%, hipertrigliceridemia 31% vs. 6%, y HDL baja 42% vs. 15%, respectivamente <sup>(21)</sup>. Así como estos 2, existen más estudios que más recientemente han sido dados a conocer <sup>(22, 23, 24)</sup>, por lo que parece conveniente llevar a cabo un análisis de todo lo que se ha estudiado hasta el momento a fin de disponer de datos a nivel nacional sobre la prevalencia del síndrome metabólico en niños mexicanos.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El síndrome metabólico describe un conjunto de factores los cuales condicionan mayor riesgo de desarrollar enfermedad cardiovascular así como de Diabetes Mellitus tipo 2. La OMS en el año 1998 describe los criterios para diagnosticar síndrome metabólico en adultos. En la actualidad se disponen de múltiples definiciones descritas o propuestas por diferentes organizaciones y autores lo cual ha sido un confusor para realizar tanto el diagnóstico de síndrome metabólico, como para cada uno de sus componentes, a pesar de los múltiples estudios realizados a nivel mundial.

Se ha reconocido desde años que no se cuenta con criterios unificados para realizar el diagnóstico de síndrome metabólico en niños y adolescentes. Aproximadamente a partir del año 1996 se han realizado estudios en niños y adolescentes que tienen como objetivo identificar la frecuencia del síndrome metabólico en población infantil tanto a nivel internacional como nacional; sin embargo, hasta el momento no existe una revisión sistemática en donde se sinteticen las investigaciones realizadas en México. Por esta razón surgen las siguientes:

## **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

1. ¿Cuál es la frecuencia de síndrome metabólico y sus componentes en niños y adolescentes, de acuerdo con los estudios publicados en México?
2. ¿Es diferente la frecuencia de síndrome metabólico en niños y adolescentes de acuerdo con el criterio utilizado, de acuerdo con los estudios publicados en México?

### **OBJETIVO GENERAL**

1. Realizar una revisión sistemática de la literatura sobre los estudios publicados acerca de la frecuencia de síndrome metabólico y sus componentes, en niños y adolescentes mexicanos.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Describir la frecuencia de síndrome metabólico y sus componentes en población pediátrica mexicana, de acuerdo con el criterio de diagnóstico utilizado.
2. Describir la frecuencia de síndrome metabólico y sus componentes en población pediátrica mexicana, en población con y sin obesidad.

## **HIPÓTESIS DE TRABAJO**

1. La frecuencia de síndrome metabólico y sus componentes en niños y adolescentes mexicanos es de aproximadamente el 20%.
2. La frecuencia de síndrome metabólico y sus componentes en niños y adolescentes mexicanos, es mayor en población con obesidad que sin obesidad.

## **JUSTIFICACIÓN**

El síndrome metabólico se describió por primera vez en 1988 por James Reaven quien integró diferentes componentes para determinar esta patología en adultos. Sin embargo, los criterios para definir el síndrome se han modificado con el paso del tiempo. La identificación de esta condición es importante porque se asocia a un mayor riesgo de presentar enfermedades cardiovasculares y diabetes mellitus tipo 2.

A diferencia de los adultos, hasta el momento no se cuenta con una definición estandarizada de síndrome metabólico en población pediátrica. Los criterios actuales han sido adaptados de lo establecido en la población adulta. Para identificar de manera temprana la presencia de síndrome metabólico en niños y adolescentes y, para disminuir los riesgos asociados a esta patología, es muy importante establecer un consenso de la definición de síndrome metabólico en población pediátrica. El uso de diferentes definiciones de síndrome metabólico ha llevado a que en la actualidad no se dispongan de datos objetivos a nivel global, incluyendo México, de la prevalencia o frecuencia de síndrome metabólico.

En el presente estudio se propone llevar a cabo una revisión de todos los estudios realizados en nuestro país sobre la frecuencia de síndrome metabólico en la edad pediátrica, a fin de ubicar hasta donde se ha avanzado sobre el tema, lo cual se espera sirva de base tanto para la creación de criterios únicos para definir el síndrome metabólico, como para la mejor atención de los niños con esta condición.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

**Lugar de realización del estudio:** Unidad de Epidemiología Clínica, UMAE Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional Siglo XXI del Instituto Mexicano del Seguro Social.

**Diseño del estudio:** Revisión sistemática de la literatura

**Universo de Trabajo:** Estudios primarios u originales donde se haya evaluado el síndrome metabólico con sus componentes, en niños y adolescentes mexicanos, publicados hasta noviembre del 2014.

### Criterios de inclusión:

1. Artículos originales.
2. Estudios en donde se hayan incluido participantes de 6 a 19 años de edad.
3. Estudios realizados con pacientes residentes de la República Mexicana
4. Estudios donde se describa la frecuencia de síndrome metabólico.
5. Publicaciones en idioma inglés o español.

### Criterios de exclusión:

1. Estudios en los que no se describan los criterios utilizados para realizar el diagnóstico de síndrome metabólico.
2. Estudios en los que se haya incluido población adulta, sin que desglose información de niños y adolescentes.
3. Estudios en los cuales los participantes tengan otras comorbilidades, como enfermedad renal crónica, epilepsia, o diabetes mellitus ya establecida.
4. Estudios considerados como serie de casos clínicos o reporte de un caso.

## DEFINICIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	ESCALA DE MEDICIÓN	UNIDAD Ó CATEGORÍA
Año de publicación del estudio	Año en que fue publicado el estudio	Cualitativa nominal	Año: 2000, 2001, etc.
Lugar, estado u hospital en donde se realizó el estudio	Lugar, estado u hospital de origen en donde se realizó el estudio	Cualitativa nominal	Nombre del lugar, estado u hospital
Número de participantes incluidos en el estudio	Número de pacientes que cumplieron los criterios de inclusión del estudio, tomando en cuenta los descritos en el estudio	Cuantitativa discreta	Número de participantes
Tipo de estudio	Clasificación del estudio de acuerdo al tiempo de aplicación del mismo	Cualitativa nominal	Longitudinal Transversal
Edad de los participantes incluidos	Intervalo de edad de los pacientes en los que se aplicó el estudio	Cuantitativa discreta	Años y meses
Sexo	Sexo de los pacientes estudiados	Cualitativa nominal	Masculino, femenino
Tipo de población estudiada	Población objetiva de acuerdo a lo descrito en material y métodos	Cualitativa nominal	-Población con obesidad -Pacientes sin obesidad
Criterios utilizados para definir síndrome metabólico	Clasificación utilizada por los autores de cada artículo.	Cualitativa nominal	IDF, OMS, ATP III, NHANES III, NCEP, Cruz, Ferranti, Ford, Weiss, Cook, etc.
Frecuencia de síndrome metabólico	Porcentaje de sujetos con síndrome metabólico del total de la población de todos los estudios	Cuantitativa discreta	Porcentaje
Obesidad abdominal	Porcentaje de sujetos con circunferencia de cintura por arriba del punto de corte utilizada por los autores de cada artículo	Cuantitativa discreta	Porcentaje
Niveles séricos bajos de HDL	Porcentaje de sujetos con niveles séricos de colesterol HDL por debajo del punto de corte utilizada por los autores de cada artículo	Cuantitativa discreta	Porcentaje
Hipertrigliceridemia	Porcentaje de sujetos con niveles séricos de triglicéridos por arriba del punto de corte utilizada por los autores de cada artículo	Cuantitativa discreta	Porcentaje
Hipertensión arterial	Porcentaje de sujetos con cifras de presión arterial sistólica/diastólica tomando en cuenta la clasificación utilizada en cada artículo	Cuantitativa discreta	Porcentaje
Hiperglucemia	Porcentaje de sujetos con niveles séricos de glucosa en ayuno por arriba del punto de corte utilizada por los autores de cada artículo	Cuantitativa discreta	Porcentaje

## DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO

1. Antes del inicio del estudio, se solicitó aprobación por el Comité Local de Investigación y Ética en Salud de la UMAE Hospital de Pediatría.
2. Se consultaron las bases de datos de PubMed, Embase, CINAHL, Artemisa y Scielo, en busca de los títulos y resúmenes de estudios publicados acerca de la frecuencia de síndrome metabólico y sus componentes en niños y adolescentes mexicanos hasta diciembre del 2014.
3. La estrategia de búsqueda incluyeron los siguientes términos Mesh o palabras clave en PubMed, Embase, CINAHL, Scopus, web of Science: *metabolicsyndrome, Mexico, obesity, children, adolescents*. Mientras que para Artemisa y Scielo se utilizará *síndrome metabólico, obesidad, México, niños, adolescentes*.
4. Los títulos y resúmenes se revisaron por dos personas independientes (GV, MV), para determinar si cumplían con los criterios de selección. Sólo se seleccionaron los estudios donde ambos evaluadores coincidan.
5. De todos los títulos completos, resúmenes seleccionados, se buscaron y encontraron el total de los estudios en extenso, los cuales se obtuvieron vía electrónica como en bibliotecas.
6. Al disponer los artículos completos, nuevamente se hizo revisión por pares, para determinar si cumplían con los criterios de selección. Solo se seleccionaron los estudios donde ambos evaluadores coincidieron.
7. De los artículos seleccionados, se procedió a la extracción de las variables de estudio en una hoja de recolección de datos.
8. A partir de las hojas de extracción de datos, la información se vació en una base datos electrónica.
9. Con los datos completos de cada estudio, finalmente se procedió a realizar la redacción del informe final.

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Fue de tipo descriptivo, los datos se presentan como números absolutos y porcentajes. Solamente de los componentes del SM, se obtuvo el promedio ponderado tomando en cuenta cada uno de los porcentajes descritos por estudio.

## **ASPECTOS ÉTICOS**

De acuerdo al artículo 17 del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación en Salud este estudio se considera un estudio sin riesgo, al tratarse de una revisión de la literatura.

Antes del inicio del estudio, se solicitará autorización por el Comité Local de Investigación de Salud.

## RESULTADOS

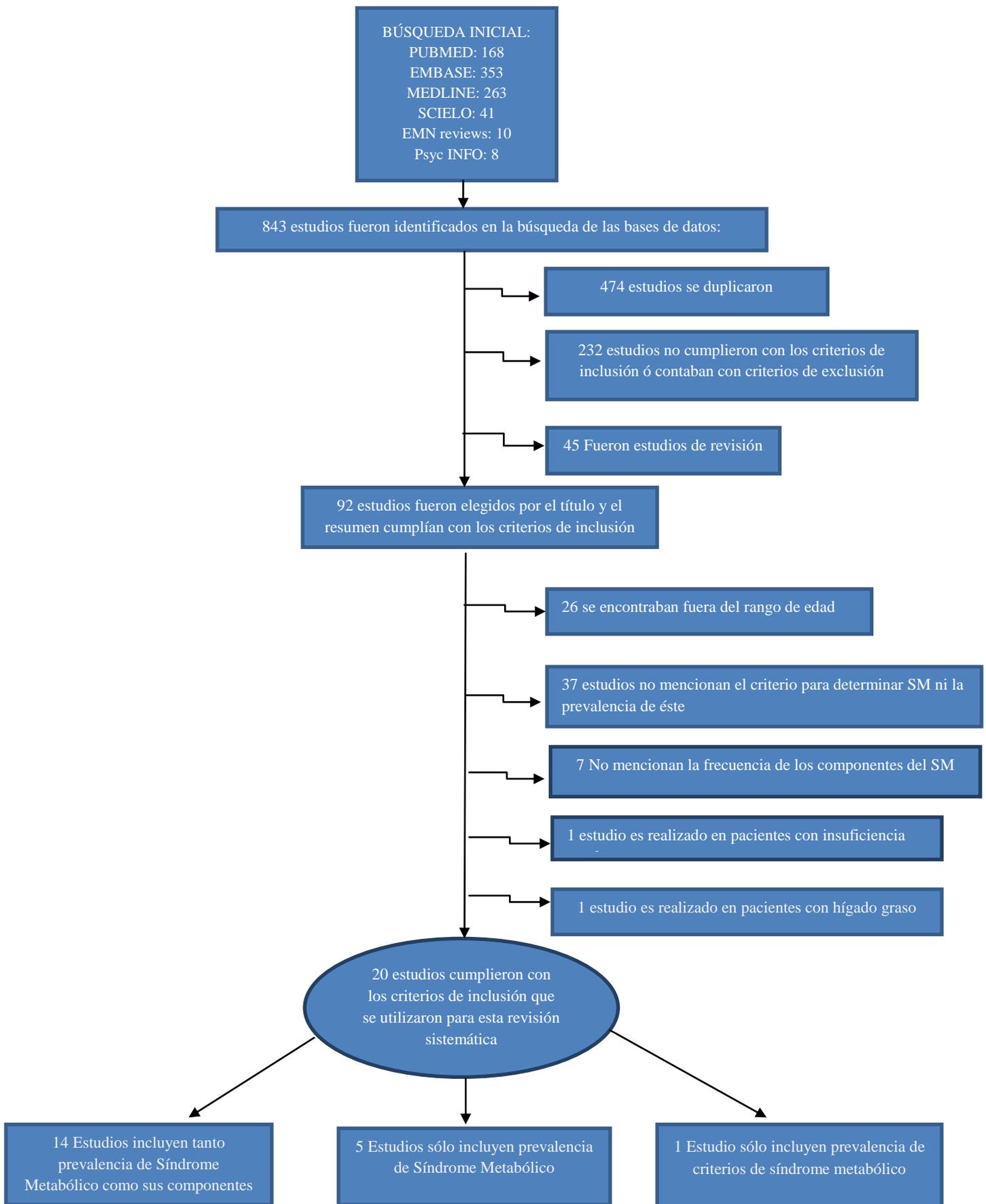
En la Figura 1 se observa cómo fue el proceso de selección de los estudios. De la estrategia de búsqueda se obtuvieron 843 resúmenes, de los cuales después de ser revisados se excluyeron 751, la mayoría porque los mismos se identificaron en una o más de las distintas bases de datos que se consultaron (n=474, 56.2%); los restantes se excluyeron ya que no cumplieron con los criterios de inclusión o porque fueron de artículos de revisión. De esta forma se obtuvieron y revisaron de 92 artículos *en extenso*; de éstos, la mayoría no se incluyeron debido a que no mencionaban el criterio ni la prevalencia de SM (37 estudios), otros porque fueron realizados en adultos, o se trataba de pacientes que tenían alguna morbilidad agregada al SM. Por lo anterior, la presente revisión sistemática se integró con 20 estudios<sup>(20-22, 25, 28-41)</sup> dentro de los cuales se destaca uno donde se describen pacientes con asma, sin embargo, se reporta por separado la prevalencia de SM en pacientes obesos sin asma, el cual es el grupo que se incluyó.

Dentro de los 20 estudios seleccionados, 14 incluyen tanto a la descripción de la prevalencia o frecuencia del SM como a la de sus componentes, cinco estudios son exclusivamente sobre la prevalencia de SM, y en uno sólo se reportan los componentes del SM. En cuanto a sus características, en los 20 estudios se señala el o los criterios de SM utilizados, sin embargo, solamente nueve estudios<sup>(22, 26, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 37)</sup> se enfocan a la prevalencia del SM y de sus componentes. Los otros 11, tiene diferentes objetivos, como la relación del SM con acantosis nigricans, o bien, con factores hereditarios, o con ALT o PCR, entre otros.

Por lo anterior, los resultados que se describen a continuación se dividen, en general, en dos partes: en la primera parte se mencionan los criterios de SM en los 20 estudios; mientras que la segunda parte se dirigen a informar los hallazgos de los nueve estudios donde se evaluó la prevalencia del SM y de sus componentes.

FRECUENCIA Y CARACTERÍSTICAS DEL SÍNDROME METABÓLICO EN NIÑOS Y ADOLESCENTES MEXICANOS:  
REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA

**Figura 1.** Flujograma de estudios incluidos en esta revisión sistemática.



### Criterios utilizados para síndrome metabólico

Para realizar el diagnóstico de SM se utilizaron 12 diferentes definiciones o criterios en los 20 estudios (Anexo 1), haciendo mención que en un mismo estudio se pudieron usar hasta tres diferentes criterios. El más usado fue ATPIII en siete (35%)<sup>(26, 28, 29, 30, 33, 35, 40)</sup>, seguido de IDF en 6 estudios (30%)<sup>(21, 28, 37, 38, 41, 42)</sup>, en otros 3 estudios se utilizaron los criterios de Cook<sup>(26, 27, 32)</sup>, mientras que en uno fue con los criterios de Cruz<sup>(20)</sup>, en otro tanto los criterios de IDF como ATPIII<sup>(31,8)</sup>, uno más con los criterios de Freedman<sup>(36)</sup> o Ferranti<sup>(34)</sup>.

### Prevalencia de síndrome metabólico

Para describir la prevalencia del SM en niños y adolescentes se incluyen nueve estudios, pero debido a que en un mismo estudio se describe la prevalencia utilizando dos criterios diferentes, entonces los resultados se presentan tomando en cuenta 10 prevalencias diferentes. En las Figuras 2 y 3 se muestra las prevalencias descritas en cada uno, separados de acuerdo con el tipo de población analizada: población abierta y población con sobrepeso y obesidad, respectivamente. Se observa que en población abierta la prevalencia de SM desde 6.5% hasta 19.6%, y que dicha variación se pudiera explicar por el tipo de criterios utilizado, ya que con ATPIII la prevalencia observada fue mayor que con IDF. Algo similar se obtuvo con la población con sobrepeso/obesidad pero con prevalencias con mayor variación: de 6.7% a 62%.

Fig. 2. Prevalencia síndrome metabólico en población abierta, por estudio.

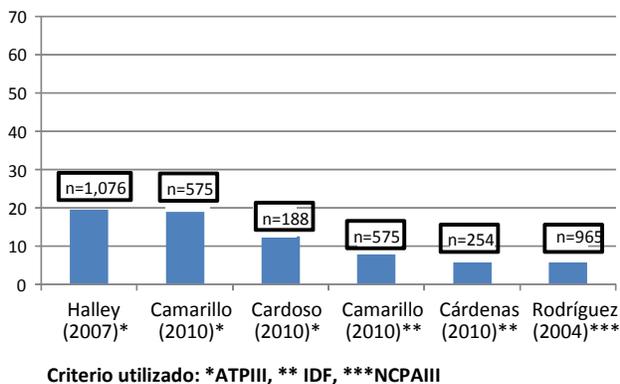
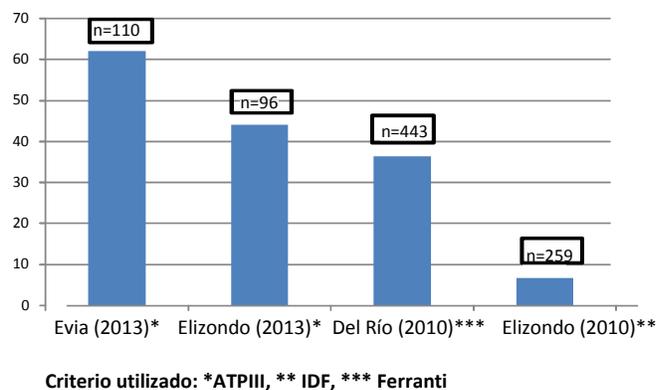


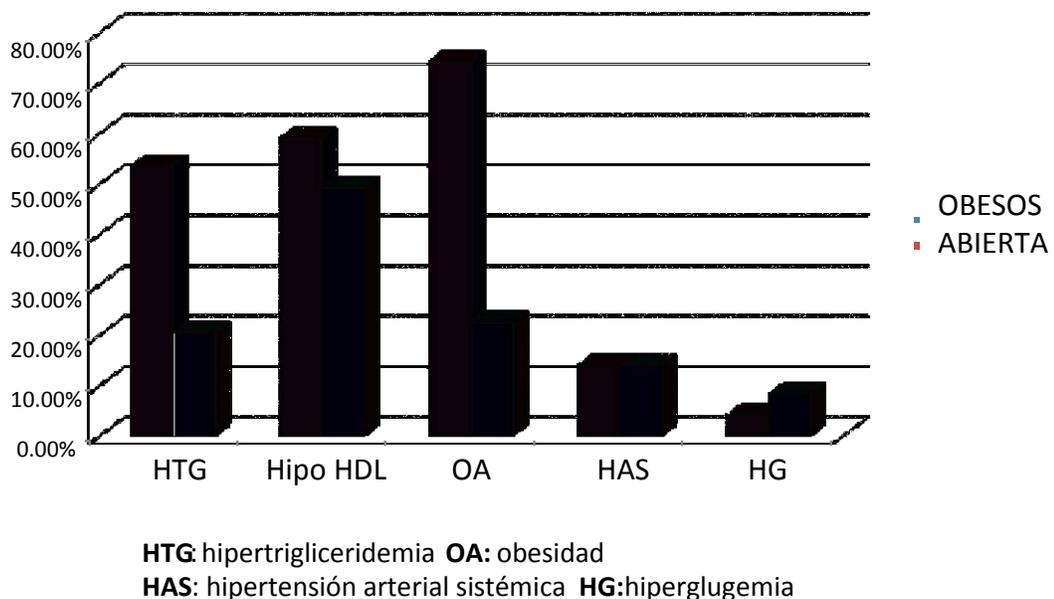
Fig. 3. Prevalencia síndrome metabólico en población con sobrepeso u obesidad, por estudio.



### Prevalencia de los componentes del síndrome metabólico

Para determinar la prevalencia de los componentes del SM se incluyeron los resultados de los 10 reportes. En la Figura 4 se presenta la media ponderada de los promedios obtenidos en cada uno de los reportes, pero considerando por separado a población abierta y población con sobrepeso/obesidad, independientemente del criterio de SM utilizado, así la obesidad fue de 74.44% en población obesa y de 22.75% en población abierta; por su parte la disminución de HDL fue de 59.22% y 49.48%, respectivamente. Hipertrigliceridemia fue el tercer componente más frecuente, también con variación importante entre las dos tipos de población: 53.70% vs. 20.58%; pero para el caso de hipertensión arterial la frecuencia de afectación fue muy similar 14.12% vs. 14.08% Por último, el porcentaje de hiperglucemia fue de 4.22% en pacientes obesos y de 8.50% en población abierta.

**Fig. 4.** Frecuencia de los componentes del síndrome metabólico en nueve estudios.



## DISCUSIÓN

En la presente revisión sistemática sobre lo que se ha estudiado hasta el momento sobre SM en niños y adolescentes mexicanos se pudo documentar que el número de criterios que se han utilizado para determinar la presencia de SM ha sido muy variable, ya que en los 20 estudios seleccionados se utilizaron 12 diferentes criterios. Aunque los más frecuentes fueron los de ATP III e IDF.

Por otro lado, también en esta revisión se determinó que la prevalencia que se ha reportado hasta el momento es muy diferente tomando en cuenta el criterio utilizado. Como se describió en los resultados, el criterio más utilizado es el de la ATP III y con el cual se ha obtenido las prevalencias más altas, tanto en población con sobrepeso y obesidad como en población abierta. Mientras que con el criterio IDF la prevalencia es mucho menor, a pesar de que toman prácticamente los mismos parámetros. Lo más probable es que la diversidad de las prevalencias se deba a que los criterios de la IDF son más estrictos que ATP III, si bien, ambos están basados en población adulta, la IDF realizó una modificación para niños y adolescentes tomando en cuenta las percentilas para la edad, además otra diferencia importante entre uno y otro es que la IDF propone que para el diagnóstico de SM se debe utilizar en primer lugar la obesidad más 3 criterios mencionados en el Anexo 1, en cambio con los criterios del ATP III se requieren cumplir 3 ó más criterios pero sin tomar en cuenta que los sujetos tengan o no sobrepeso u obesidad.

Al comparar los resultados de esta revisión sobre la prevalencia de SM en niños con otros países, se puede mencionar la revisión sistemática que se hizo en Brasil en el 2013 donde se incluyó población adulta, reportando una prevalencia general entre 14.9% a 65.3%(18), lo cual concuerda aproximadamente con la reportado en este estudio. De la misma manera, se realizó una revisión sistemática en el 2013 (21) en niños mexicanos en donde se reporta la prevalencia del SM del 13% en población obesa y utilizando los criterios del IDF, la cual es significativamente menor en comparación con la reportada en éste estudio, con la diferencia del criterio utilizado. Por su parte, en población latinoamericana también está publicada una revisión sistemática

en el 2014 (19) en donde se reporta en promedio una prevalencia de SM del 24.9% la cual es más cercana a los resultados reportados en el presente estudio.

Por otra parte es importante mencionar que durante el transcurso de los años la obesidad como problema de Salud Pública se ha incrementado notoriamente, por lo que se trató de determinar si había modificaciones en cuanto a las prevalencias del SM en el tiempo. Sin embargo, esto no se pudo determinar ya que la información publicada en México al respecto es muy limitada y existen diferencias entre los estudios, tanto en número de pacientes, tipo de población y criterio utilizado.

En cuanto a los componentes del SM es muy evidente que la presencia de obesidad abdominal es la clave en el diagnóstico del SM ya que se presenta en una gran mayoría entre la población con sobrepeso y obesidad (74.4%) lo cual incrementa el riesgo de desarrollar enfermedad cardiovascular en la edad adulta. En cuanto a valores bioquímicos, la hipertrigliceridemia es la que se reporta en mayor proporción hasta en un 53.7% en población obesa, resultados los cuales son similares a resultados en otros países, lo cual concuerda con la idea que si se realiza prevención primaria de obesidad se podría disminuir en gran medida las complicaciones que se presentan en la edad adulta; sin embargo, se debe tener en cuenta que los valores también pueden ser muy diferentes tomando en cuenta el criterio.

Los resultados de este estudio apoyan las recomendaciones descritas en la guía de la ALAD (1), quienes indican la necesidad de unificar criterios para realizar un adecuado diagnóstico del SM y conocer la verdadera magnitud de esta co-morbilidad, tanto en sujetos con y sin obesidad.

## **CONCLUSIONES**

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta revisión sistemática se hace una reflexión acerca de la importancia de reconocer con mayor profundidad al SM en niños y adolescentes mexicanos, ya que esta condición aumenta el riesgo cardiovascular. Sin embargo, a pesar de tener este conocimiento no contamos con criterios unificados para hacer un correcto diagnóstico de SM en la edad pediátrica y existe muy poca investigación publicada al respecto.

Esperamos que los resultados mostrados en esta revisión puedan servir como la base para otros estudios donde se determine la prevalencia del SM y sus componentes.

## BIBLIOGRAFIA

1. Lobstein T, Baur L, Uauy R, et al. Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obe Rev* 2004; 5 Suppl 1:4-104.
2. World Health Organization (WHO). Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. Technical Report Series No. 854. Geneva: World Health Organization; 1995.
3. Rosas-Guzmán J, Torres-Tamayo M, Calzada-León R, et al. Guía Asociación Latinoamericana de Diabetes: Diagnóstico, control, prevención y tratamiento del síndrome metabólico en Pediatría. Asociación Latinoamericana de Diabetes 2009; 17: 16-31.  
<http://www.alad-latinoamerica.org/DOCConsenso/SX%20METABOLICO%20EN%20PEDIATRIA.pdf>
4. Thankamony A, Williams R, Dunger D. Metabolic syndrome in children unravelled. *Pediatr Child Health* 2011; 24: 301-305.
5. Kaufer-Horwitz M, Toussaint G. Indicadores antropométricos para evaluar el sobrepeso y obesidad en Pediatría. *Bol Med Hosp Infant Mex* 2008; 65: 502-518.
6. Wang J, Thomton JC, Bari S, Williamson B, Gallagher D, Heymsfield SB, et.al. Comparisons of waist circumferences measured at 4 sites. *Am J Clin Nutr* 2003; 77: 379-84.
7. Lerman-Geber I, Aguilar-Salina C, Gómez-Pérez F.J, et al. El Síndrome Metabólico. Posición de la Sociedad Mexicana de Nutrición y Endocrinología sobre la definición, fisiopatología y diagnóstico: Características del síndrome metabólico en México. *Rev Endocrinol Nutr* 2004; 12: 109-122.
8. Kohen-Avramoglu R, Theriault A, Adeli K. Emergency of the metabolic syndrome in childhood: an epidemiological overview and mechanistic link to dyslipidemia. *Clin Biochem* 2003; 36: 413-420.
9. Cook S, Weitzman M, Auinger P, et al. Prevalence of metabolic syndrome phenotype in adolescents. *Arch Pediatr Adolescent Med* 2003; 157: 821-827.
10. Ferranti SD, Ludwing DS. Prevalence of the metabolic syndrome in American adolescents. *Circulation* 2004; 110: 2494-2497.

11. Cruz ML, Weigensberg MJ, Huang TTK, et al. The metabolic syndrome in overweight Hispanic youth and the role of insulin sensitivity. *J Clin Endocrinol Metabolism* 2004, 89: 108-113.
12. Weiss R, Dziura J, Burgert TS, et al. Obesity and the metabolic syndrome in children and adolescents. *NEJM* 2004; 350:2362-2374.
13. Alberti G, Zimmet P, Kaufman F, et al. The International Diabetes Federation consensus definition of the metabolic syndrome in children and adolescents, 2007. [http://www.idf.org/webdata/docs/Mets\\_definition\\_children.pdf](http://www.idf.org/webdata/docs/Mets_definition_children.pdf)
14. Jolliffe CJ, Janssen I. Development of age-specific adolescent metabolic syndrome Criteria that are linked to the adult treatment Panel III and International Diabetes Federation Criteria. *J Am Coll Cardiol* 2007; 49: 891-898.
15. Ford ES, Chaoyang L. Defining the metabolic syndrome in children and adolescents: will the real definition please stand up? *J Pediatrics* 2008; 152:160-164.
16. Friedmann C, Heneghan C, Mahtani K, et al. Cardiovascular disease risk in healthy children and its association with body mass index: systematic review and meta-analysis. *BMJ* 2012; 345: 1-16.
17. Friend A, Craig L, Turner S. The prevalence of metabolic syndrome in children: a systematic review of the literature. *Metab Syndr Relat Disord.* 2013;11:71-80.
18. Márquez-Sandoval F, Macedo-Ojeda G, Viramontes-Horner D, et al. The prevalence of metabolic syndrome in Latin America: A systematic review. *Public Health Nutr* 2014; 10: 1702-1713.
19. Carvalho-Vidigal F, Bressan J, Babio N, et al. Prevalence of metabolic syndrome in Brazilian adults: A systematic review. *BMC Public Health* 2013; 12:1198.
20. Evia-Viscarra M.L, Rodea-Montero E.F, et al. Metabolic syndrome and its components among obese (BMI >95th) Mexican adolescents. *Endocr Connect* 2013; 2: 208–215.
21. Klunder-Klunder M, Flores-Huerta S, García-Macedo R, et al. Adiponectin in eutrophic and obese children as a biomarker to predict metabolic syndrome and each of its components. *BMC Public Health* 2013; 13:88.
22. Elizondo-Montemayor L, Gutiérrez NG, Moreno DM, et al. School-based individualized lifestyle intervention decreases obesity and metabolic syndrome in Mexican children. *J Human NutrDiet* 2013; 26: 82-89.

23. Morales-Viveros M, Jardón-Reyes A. Factores de Riesgo de síndrome metabólico en adolescentes de 12 a 16 años. *Med Inter Mex* 2014; 30: 152-158.
24. Ortega-Cortés R, Hurtado-López E, López-Beltrán AL, et al. Caracterización de niños obesos con y sin diagnóstico de síndrome metabólico en un hospital pediátrico. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc* 2014; 52:548-556.
25. Kong A, Vanderbloemen L, Skipper B, Leggott J, Sebesta E, Glew R, et al. Acanthosis nigricans predicts the clustering of metabolic syndrome components in Hispanic elementary school-aged children. *J Pediatr Endocr Met* 2012; 25: 1095-1102
26. Elizondo Montemayor L, Patricia A., Lorena Lam F, Humberto Bustamante C, Mónica Serrano G, Norma G. Gutierrez, et al. Association of ALT and the metabolic syndrome among Mexican children. *Obes Res Clin Pract* 2014; 8: e79—e87
27. Elizondo Montemayor L, Serrano González M, Ugalde Casas P, Bustamante Careaga H, Cuello García C. Waist-to-Height: Cutoff Matters in Predicting Metabolic Syndrome in Mexican Children. *Metab Syndr Relat Disord* 2011; 9: 183-190.
28. Camarillo Romero E, Domínguez García MV, Amaya-Chávez A, Huitrón Bravo G, Majluf Cruz A. Dificultades en la clasificación del síndrome metabólico. El ejemplo de los adolescentes en México. *Salud Pública Méx* 2010; 52: 524-527
29. Balas Nakash M, Villanueva Quintana A, Tawil Dayan S, Schiffman Selechnik E, Suverza-Fernández A, Vadillo Ortega F, et al. Estudio piloto para la identificación de indicadores antropométricos asociados a marcadores de riesgo de síndrome metabólico en escolares mexicanos. *Bol Med del Hosp Infant Mex* 2008; 65: 100-109
30. Cardoso Saldaña G, Yamamoto Kimura L, Medina Urrutia A, Posadas Sánchez R, Caracas Portilla N, Posadas Romero C. Exceso de peso y síndrome metabólico en adolescentes de la Ciudad de México. *Arch Cardiol Mex* 2010;80:12-18
31. Elizondo Montemayor L, Serrano González M, Ugalde Casas P, Cuello García C, Borbolla Escoboza J.R. Metabolic Syndrome Risk Factors Among a Sample of Overweight and Obese Mexican Children. *J Clin Hypertens* 2010; 12: 380-387
32. Rodríguez Moran M, Aradillas Garcia C, Simental Mendia L, Monreal Escalante E, de la Cruz Mendoza E, Dávila Esquela M, et al. Family History of Hipertension and Cardiovascular Risk Factors in Prepuberal Children. *Am J Hypertens* 2010; 23: 299-304

33. Halley Castillo E, Borges G, Talavera J, Orozco R, Vargas Alemán C, Huitrón Bravo G, et al. Body Mass Index and the Prevalence of Metabolic Syndrome Among Children and Adolescents in two Mexican Population. *J Adolesc Health* 2007; 40: 521–526
34. Del Río Navarro B, Castro Rodríguez JA, Garibay Nieto N, Berber A, Toussaint G, Sienna Monge JJ, et al. Higher Metabolic Syndrome in Obese Asthmatic Compared to Obese Non asthmatic Adolescent Males. *J Asthma* 2010;47: 501–506.
35. Cardoso Saldaña G, Juárez Rojas JG, Zamora González J, Raygoza Pérez M, Martínez Alvarado R, Posadas Sánchez R, et al. C-Reactive Protein Levels and their Relationship with Metabolic Syndrome and Insulin Resistance in Mexican Adolescents. *J Pediatr Endocrinol Metab* 2007; 20: 797-805
36. Velasco Martínez RM, Jiménez Cruz A, Higuera Domínguez F, Domínguez de la Piedra E, Bacardí Gascón M. Obesidad y resistencia a la insulina en adolescentes de Chiapas. *Nutr Hosp* 2009; 24: 187-192
37. Cárdenas Villarreal VM, López Alvarenga JC, Bastarrachea R, Rizo Baeza M, Cortés Castell E. Prevalencia del síndrome metabólico y sus componentes en adolescentes de la Ciudad de Monterrey, Nuevo León. *Arch Cardiol* 2010; 80: 19-26
38. Juárez López C, Klünder Klünder M, Medina Bravo P, Madrigal Azcárate A, Mass Díaz E, Flores Huerta S. Insulin resistance and its association with the components of the metabolic syndrome among obese children and adolescents. *BMC Public Health* 2010; 10: 318-324.
39. Rodríguez Moran M, Salazar Vázquez B, Violante R, Guerrero Romero F. Metabolic Syndrome Among children and adolescents aged 10-18 years. *Diabetes Care* 2004; 27, 2516-2517
40. Calderon Z, Velazquez Bautista M, Atitlan Gil A, Morales de Terea M.A, Rodríguez Saldaña J, Omana Covarrubias A, et al. Prevalence of metabolic syndrome and acanthosis nigricans in students from 6 to 12 years that presents overweight and risk of obesity in elementary school, Hidalgo, México. *Can J Diabetes* 2009; 33; 308
41. Purcell M, Flores YN, Zhang ZF, Denova-Gutiérrez E, Salmeron J . Prevalence and predictors of alanine aminotransferase elevation among normal weight, overweight and obese youth in Mexico. *J Dig Dis* 2013;14:491-499.

**ANEXO 1. CRITERIOS UTILIZADOS EN LOS 20 ESTUDIOS INCLUIDOS EN LA REVISIÓN SISTEMÁTICA SOBRE SÍNDROME METABÓLICO EN NIÑOS Y ADOLESCENTES**

AUTOR CRITERIO	Cook	Ferranti	Cruz	Weiss	Ford	Joliffle	AACE	EGIR	ATPIII	OMS	NCEP ATPIII	IDF
<b>Obesidad abdominal</b> cintura (cm) Hombres Mujeres	>p 90 (NHANES III)	>p 75	>p 90 (NHANES III)	>2 Z Score IMC	>p 90 (NHANES III)	NHANES III >p 92 >P 72	NA >25	>94 >80	>88 cm >102 cm	>0.9 (ICC) >0.85 (ICC) >30	>102 <88	(>16 <sup>a</sup> ) >80 p>90 p>90
<b>C-HDL (mg/dL)</b> Hombres Mujeres	<40 <40	<45 <50	<p 10 <p 10 (NHANES III)	<p 5 <P 5 (NGHS)	<40 <40	<p 26 <p 43	<40 <50	<35 <39	<40 <50	<35 <39	<40 <50	<40 <50
<b>Triglicéridos</b>	>110 mg/dL(NCEP)	>100 mg/dL	>p90 (NHANES III)	>p 95 (NGHS)	>110 (NCEP)	>p 89	>150 mg/dL	>150	>150	>150 mg/dL	>150	>150
<b>PA (mmHg)</b> Hombres (PAS/PAD) Mujeres(PAS/PAD)	>p 90 (NHBPEP)	>p 90	>p 90 (NHBPEP)	>p 95 (NHBPEP)	>p 90 (NHBPEP)	-130/85 <p 92/97 <p 93/99	>130/85	>140/90	>130/85	>140/90	>130/85	>130/85 >p90
<b>Glucemia en ayuno (mg/dL)</b>	>110	>110	>110	>110	>110, >100	>100	110-125	>180 (6.1 mm/L)	>110	>110	>110	>100

ANEXO 2. INFORMACIÓN GENERAL DE LOS 20 ESTUDIOS INCLUIDOS EN LA REVISIÓN SISTEMÁTICA SOBRE SÍNDROME METABÓLICO EN NIÑOS Y ADOLESCENTES

Autores	Ciudad	Número de participantes	Rango de edad	Tipo de población estudiada	Criterio de SM	Prevalencia de SM	Prevalencia de los componentes del SM de manera individual
Alberta S. Kong (25)	Nuevo México	90	5 a 11	Abierta	N/A	NO	HT 6.0% HDL bajo 37.0% OA 26.0% HAS 0.0% HG 8.0%
Klünder-Klünder et al (21)	Distrito Federal	416	6 a 12	Abierta	IDF	13%	HT 23.0% HDL bajo 35.0% OA 50.0% HAS 3.0% HG 15.0%
Elizondo Montemayor (26)	Monterrey	236	6 a 12	Abierta	Cook	23%	HT N/A HDL bajo N/A OA N/A HAS N/A HG N/A
M L Evia-Viscarra et al (20)	León Guanajuato	110	8 a 16	Obesos	Cruz	62%	HT 85.0% HDL bajo 60.0% OA 88.0% HAS 35.0% HG 5.0%
Elizondo-Montemayor (27)	Monterrey	261	6 a 12	Abierta	Cook	23%	HT N/A HDL bajo N/A OA N/A HAS N/A HG N/A
Camarillo-Romero, E. (28)	Estado de México	575	14 a 16	Abierta	ATP III	19%	HT 19.0% HDL bajo 29.0% OA 74.0% HAS 28.0% HG 17.0%
					IDF	8%	HT 7.0% HDL bajo 49.0% OA 23.0% HAS 14.3% HG 28.7%
Margie Balas-Nakash (29)	Distrito Federal	188	9 a 12	Abierta	NCEP-ATPIII	5%	HT 29.2% HDL bajo 25.4% OA 21.0% HAS 9.0% HG 8.10%
Cardoso-Saldaña G (30)	Distrito Federal	188	12 a 16	Abierta	NCEP-ATPIII	12.60%	HT 25.5% HDL bajo 28.0% OA 11.8% HAS 19.2% HG 1.70%
Elizondo-Montemayor L (31)	Monterrey	259	6 a 12	Sobrepeso y obesos	IDF /ATP III	6.70%	HT 29.7% HDL bajo 46.8% OA 41.3% HAS 0.90% HG 5.60%
Rodriguez Moran M. (32)	Durango	358	6 a 10	Abierta	Cook	10.10%	HT 28.8% HDL bajo 36.3% OA 29.3% HAS 3.40% HG 0.30%

FRECUENCIA Y CARACTERÍSTICAS DEL SÍNDROME METABÓLICO EN NIÑOS Y ADOLESCENTES MEXICANOS:  
REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA

Autores	Ciudad	Número de participantes	Rango de edad	Tipo de población estudiada	Criterio de SM	Prevalencia de SM	Prevalencia de los componentes del SM de manera individual
Halley Castillo E. (33)	Cuernavaca, Morelos	1076	7 a 19	Abierta	ATP III	19.60%	HT 42.6% HDL bajo 85.4% OA 27.9% HAS 11.9% HG0.37%
L. Elizondo-Montemayor et a (22)	Monterrey	96	6 a 12	Sobrepeso y obesos	Cook	44.00%	HT 64.0% HDL bajo 60.0% OA 72.0% HAS 11.9% HG 1.00%
G. Cardoso-Saldana (35)	Distrito Federal	325	12 a 16	Abierta	NCEP ATP III	13%	HT 46.8% HDL bajo 50.0% OA 27.7% HAS 11.2% HG 0.0%
R. M. Velasco-Martínez (36)	Tuxtla Gutierrez	259	12 a 15	Abierta	Freedma y Cols	1.60%	HT N/A HDL bajo N/A OAN/A HAS N/A HGN/A
Velia Margarita Cárdenas-Villarreal (37)	Monterrey, Nuevo León	254	10 a 19	Abierta	IDF	6.40%	HT9.80% HDL bajo 29.5% OA 18.1% HAS 15.0% HG 11.4%
Carlos Juárez-López (38)	Campeche	466	11 a 14	Obesos	IDF	20.00%	HT 29.0% HDL bajo 69.0% OA 49.0% HAS 10.5% HG 4.0%
Martha Rodríguez-Moran (39)	Norte de México	965	11 a 13	Abierta	NCPA III	6.50%	HT9.50% HDL bajo 20.8% OA 27.7% HAS 7.10% HG4.00%
					OMS	4.50%	N/A
					AACE	7.70%	N/A
					EGIR	3.80%	N/A
					REGODCI	7.80%	N/A
Calderon Z. Velazquez Bautista (40)	Hidalgo	215	6 a 12	Sobrepeso	IDF	9%	HT N/A HDL bajo N/A OAN/A HASN/A HG N/A
Maura Purcell (41)	Cuernavaca / Toluca	1262	6 A 19	Abierta	IDF	6.10%	HTN/A HDL bajoN/A OAN/A HASN/A HGN/A
Del Rio Navarro B. (34)	Distrito Federal	443	6 a 12	Obesos	Ferranti	36.40%	HT67.6% HDL bajo70.1% OA96.3% HAS8.70% HG5.3%

IDF: International Diabetes Federation, NCEP ATP III: The National Cholesterol Education Program's Adult Treatment Panel III Report, OMS: Organización Mundial de la Salud, AACE: American Association of Clinical Endocrinologists, EGIR: European Group for the Study of Insulin Resistance, REGODCI: the Research Group on Diabetes and Chronic Illnesses. HT: Hipertrigliceridemia, OA: Obesidad abdominal, HAS: Hipertensión, HG: Hiperglucemia.