

**“ESTUDIO DE VALIDACIÓN DE CUATRO
DIFERENTES DEFINICIONES PARA EL
DIAGNÓSTICO DE SÍNDROME METABÓLICO EN
UNA MUESTRA DE NIÑOS DEL DISTRITO
FEDERAL.”**

PRESENTA

Yesika Nayelli Valdés Villalpando.

yesika_villalpando@hotmail.com

Maestría en Ciencias de la Salud.

Concentración en Epidemiología clínica.

Generación 2012.

Directora de tesis: Dra. Ana I. Burguete García (Unidad de
Epidemiología Genética. CISEI. INSP.)

Asesor de tesis: Dr. Miguel Cruz López (Unidad de
Investigación en Bioquímica. CMN SXXI, IMSS.)

Cuernavaca, Morelos; Agosto de 2014.

Agradecimientos.

Esta tesis la dedico a Dios, quién siempre ha guiado mi camino y me ha dado la paciencia, aliento y fortaleza para seguir adelante. A mis padres quienes han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles. A mi familia y amigos por su cariño, apoyo incondicional y por su comprensión durante todo este tiempo.

Deseo agradecer de forma muy especial a mis maestros, que debido a su experiencia, ejemplo y conocimiento me han ayudado a trazar mi camino. Como maestros no me refiero solo a personas con las que me he topado enseñando dentro de un salón de clases, sino más bien me refiero a aquellas personas que han influido en diferentes aspectos de mi vida y que lograron transmitirme un mensaje, una reflexión o una duda. Algunos de ellos pertenecen a mi familia, otros me los encontré en instituciones en donde tuve la oportunidad de formarme y a un número importante de ellos simplemente la vida de alguna forma me los ha acercado. Esta tesis se las dedico con todo mi cariño y admiración a todos ellos y les agradezco su paciencia, apoyo y confianza.

ÍNDICE.

1. Resumen.....	3
2. Introducción.....	4
3. Marco Teórico.	6
4. Antecedentes.	12
5. Objetivos.	
• General y Específicos.....	18
6. Metodología.	
a. Revisión bibliográfica.....	18
b. Diseño.....	19
c. Criterios De Selección.....	19
d. Población De Estudio.....	19
e. Medicion De Las Variables De Interes	
i. Estudios Bioquímicos.....	20
ii. Estudios Antropométricos.....	20
iii. Presión Arterial.....	21
iv. Actividad Física.....	21
v. Consumo De Alimentos.....	21
7. Análisis Estadístico.	
a. Operacionalización De Las Variables De Estudio	
i. Variable Dependiente.....	22
ii. Variables Independientes.....	22
b. Criterios Diagnósticos a Evaluar.....	23
c. Método y escala de medición de las variables.....	24
d. Construcción de variables indicadoras.....	31
8. Resultados	38
9. Fortalezas y Limitaciones Del Estudio.	60
10. Consideraciones Éticas.....	61
11. Recursos Materiales Y Financiamiento.....	62
12. Anexos.....	62
13. Referencias.....	65
14. Artículos anexos en publicación	70

TITULO.

ESTUDIO DE VALIDACIÓN DE CUATRO DIFERENTES DEFINICIONES PARA EL DIAGNÓSTICO DE SÍNDROME METABÓLICO EN UNA MUESTRA DE NIÑOS DEL DISTRITO FEDERAL.

RESÚMEN.

El incremento en la incidencia y prevalencia de obesidad en la niñez ha llevado a un aumento importante en la incidencia de problemas metabólicos y enfermedades cardiovasculares en la población durante los últimos 15 años. La obesidad ha sido causa de un número considerable de casos de diabetes, dislipidemia e hipertensión arterial en niños. Por lo anterior, es relevante establecer una definición adecuada para el diagnóstico de síndrome metabólico (SM) en niños, en virtud de las grandes controversias dependiendo de los autores y los comités de expertos. Esto ha ocasionado que a la propia variabilidad de la prevalencia de SM poblacional se sumen las diferencias derivadas del uso de varios criterios que dificultan el conocimiento de la prevalencia de SM de forma certera. El objetivo del trabajo fue validar diferentes criterios (NCEP - ATP III; de Cook, Ford y Duncan; de Ferranti; de Cruz; e IDF) para el diagnóstico de SM en niños mexicanos con el fin de establecer un criterio diagnóstico ad hoc para nuestra población. El análisis de la información se realizó con estadística descriptiva, compuesta por: a). Descripción de las características sociodemográficas de los participantes, b). Media y desviación estándar de componentes del perfil metabólico (glucosa en ayuno, colesterol total, C-LDL, C-HDL, triglicéridos, insulina, presión arterial sistólica y diastólica, circunferencia de cintura, e IMC), c). Proporción de sujetos con SM para cada uno de los criterios diagnósticos. Se calculó sensibilidad, especificidad, valores predictivos positivo y negativo y razón de verosimilitudes para el diagnóstico clínico de SM de cada uno de los criterios diagnósticos. El mejor punto de corte del valor de cada uno de los componentes de los criterios diagnósticos para discriminar a los pacientes con y sin SM se determinó mediante la mejor combinación de sensibilidad, especificidad y la mayor área bajo la curva de características operativas para el receptor (ROC). Todas las pruebas estadísticas se realizaron con un nivel de significancia de 0.05. Se realizaron análisis de regresión logística en donde se compararon los valores predictivos positivo y negativo de los diferentes criterios diagnósticos evaluados y se determinaron los coeficientes de los componentes de cada uno de los criterios diagnósticos. La evaluación de las diferentes definiciones analizadas para el diagnóstico de SM en niños permitió identificar aquellos componentes con mejor valor predictivo; de esta forma, se propone un criterio *ad hoc* para el diagnóstico de SM en la población de niños mexicanos, el cual presenta una alta sensibilidad y especificidad aunado a la elección de componentes sencillos y de bajo costo (medición de presión arterial sistólica y diastólica, circunferencia de cintura, índice cintura-cadera, IMC, glucosa en ayuno, y triglicéridos) que facilitará su aplicación en las instituciones de salud y permitirá unificar y homogeneizar el diagnóstico poblacional en niños mexicanos.

PALABRAS CLAVE: diagnóstico, síndrome metabólico, clasificación, obesidad, enfermedades cardiovasculares, grasa abdominal, dislipidemia, hipertensión, resistencia a la insulina, diabetes mellitus tipo 2, índice de masa corporal, circunferencia de cintura, niños.

INTRODUCCIÓN.

La prevalencia de sobrepeso y obesidad en niños ha tenido un incremento alarmante en todo el mundo y se ha convertido en una epidemia con impacto negativo en la salud y en la economía del país¹⁻⁶.

Así, lo que inicialmente se consideró un problema creciente en la infancia, con riesgo de permanencia y de ocasionar enfermedades crónico-degenerativas en la adultez temprana, hoy es una enfermedad en todo el mundo que se acompaña de complicaciones metabólicas en niños². Actualmente, una proporción elevada de la población infantil en México tiene sobrepeso u obesidad. La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición del 2012 (ENSANUT-2012) reportó en escolares de ambos sexos de 5 a 11 años, una prevalencia nacional combinada de sobrepeso y obesidad de 34.8% (20.2% para sobrepeso y 14.6% para obesidad) para el 2006, y de 34.4% (19.8% para sobrepeso y 14.6% para obesidad) para el 2012, sin advertirse decremento en la presencia de obesidad en niños mexicanos⁷. Estos reportes son de importancia debido a que se ha sugerido que hasta 80% de los niños con exceso de peso serán adultos obesos¹.

La obesidad puede definirse como una enfermedad caracterizada por el aumento de peso acompañada de un incremento de grasa corporal en una proporción mayor de la esperada para la edad y sexo, cuya magnitud y distribución condicionan la salud del individuo⁸⁻¹¹; de esta forma, se considera una enfermedad inflamatoria, sistémica y crónica que tiene participación central en el síndrome metabólico (SM), caracterizado por hiperinsulinemia, hipertensión arterial (HTA), elevación de triglicéridos (TGC), valores bajos de colesterol de lipoproteínas de alta densidad (C-HDL) e intolerancia a la glucosa o diabetes tipo 2 (DT2)^{1,2,9,11-18}. Así, la obesidad desempeña un papel importante en el desarrollo de SM en niños, su prevalencia aumenta directamente en relación con el grado de obesidad^{3,4,19-21}.

Se ha observado que en etapas escolares pueden adquirirse hábitos que gradualmente intervienen en el incremento de la obesidad y por ende en la aparición de alteraciones metabólicas: como dislipidemia, alteraciones en el metabolismo de la glucosa, aumento de la tensión arterial y DT2^{19,22-25}. Estudios realizados en niños han señalado que el proceso de aterosclerosis comienza en la infancia y se asocia con obesidad y otros componentes del SM; de ahí, la importancia de identificar factores de riesgo presentes en la población infantil para prevención de complicaciones futuras^{1,3,8}.

De esta forma, el incremento en la incidencia y prevalencia de obesidad en la niñez permite prever un incremento significativo en la incidencia de problemas cardiovasculares y metabólicos en la población; al respecto, se ha mencionado que los niños con uno o más factores de riesgo cardiovascular constituyen un grupo de alto riesgo para el desarrollo de SM en la edad adulta^{6,23,24,26}. Durante los últimos 15 años, la obesidad ha sido causa de un número considerable de casos de DT2, dislipidemia, HTA y SM en niños y adolescentes². Lo anterior se evidenció por Marcos-Daccarett et al. (2007) quien comparó mexicanos obesos con un índice de masa corporal (IMC) >percentil 95 para edad y sexo (n=120) y no obesos con un IMC <percentil 85 para edad y sexo (n=120) de 10 a 19 años de edad (media 15 ± 2,2 años) de la ciudad de Monterrey, Nuevo León. Entre los resultados se encontraron cifras promedio de insulina (con obesidad 18 ± 10 µUI/mL contra no obesidad 7 ± 3,9 µUI/mL), TGC (con obesidad 130,5 ± 67,4 mg/dl contra no

obesidad $83,8 \pm 39,6$ mg/dl), y colesterol VLDL (con obesidad $26,1 \pm 13,5$ mg/dl contra no obesidad $16,7 \pm 7,9$ mg/dl) estadísticamente superiores ante la presencia de obesidad, mientras que aquellas de C-HDL resultaron inferiores (con obesidad $37,5 \pm 7,4$ mg/dl contra no obesidad $47,2 \pm 10$ mg/dl)²⁷.

Estas alteraciones metabólicas inciden directamente en la morbimortalidad de la población mexicana, la trascendencia negativa de estas enfermedades se ha expresado en las principales causas de muerte entre los escolares^{24,27}; a partir del 2005 se indicó que la DT2 ocupaba el 18vo lugar entre las causas de muerte en el grupo de 5 a 14 años, con una tasa de 0.2 defunciones por cada 100,000 habitantes².

Debido a que hoy en día se observan características del SM en muchos niños obesos, se ha incrementado la preocupación por incorporar prácticas preventivas, promocionando el diagnóstico temprano de obesidad y evaluando sus condiciones de comorbilidad^{22,23,28}. No obstante, aun no existen estrategias adecuadas de prevención, diagnóstico y tratamiento eficaces para la mayoría de los casos. Por esta razón, la obesidad y el SM se han convertido en un serio problema de salud pública en nuestro país²⁹. Algunas de las causas reportadas como origen del problema en el diagnóstico y tratamiento oportuno son las siguientes^{1,28,29}:

- Esfuerzos divididos en las instituciones de salud con ausencia de programas multidisciplinarios;
- Falta de puntos de acuerdo entre las instituciones de salud respecto a un abordaje homogéneo de la obesidad y sus comorbilidades;
- Ausencia de estrategias efectivas en la promoción de cambios de conducta en la población para reducción de factores de riesgo;
- Insuficiencia de recursos e instalaciones para ofrecer tratamiento a todos los individuos.

Aunado a ello se encuentra la presencia de controversias con respecto al diagnóstico de SM, en donde se emplean varios criterios, dentro de los que se mencionan, el Programa Nacional de Educación sobre el Colesterol y el Panel III de Tratamiento del Adulto (NCEP-ATP III), la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Federación Internacional de Diabetes (IDF), el Grupo Europeo de Estudio de Resistencia a la Insulina (EGIR), entre otros³⁰. Sin embargo, en niños los criterios diagnósticos de SM son aún más controversiales debido a que los valores considerados en el adulto, no son aplicables en este grupo etáreo puesto que debe considerarse la dinámica del crecimiento y desarrollo (especialmente durante los períodos de rápido crecimiento) en donde la sensibilidad a la insulina, la presión arterial, los niveles de lípidos, y la distribución de las dimensiones del organismo cambian con la edad^{1,6,12,22,28}.

Los criterios diagnósticos varían según los autores y los comités de expertos, las divergencias son entorno a los componentes que deben o no incluirse, así como a los puntos de corte adecuados para su definición; esto ha ocasionado que a la propia variabilidad de la prevalencia del SM en diferentes poblaciones, se agreguen las diferencias derivadas del empleo de varios criterios para definirlo, ocasionado dificultades al comparar poblaciones^{1,3,6,21}. Estas diferencias tienen importantes consecuencias,

debido a que según el criterio aplicado, un individuo será diagnosticado o no de SM y, por tanto, la prevalencia del síndrome variará, y lo que es más importante, también lo harán el tratamiento y el pronóstico¹⁹. Aun sin existir un consenso universal, es útil identificar estos factores de riesgo para intentar modificarlos a fin de prevenir la progresión de alteraciones graves y potencialmente fatales en la vida adulta^{6,22}.

MARCO TEÓRICO.

El término de SM (nombre establecido por la OMS en 1998) nace de la asociación de una serie de factores (obesidad, hiperglucemia, hiperinsulinemia, hiperlipidemia e hipertensión) que, agrupados, incrementan el riesgo de desarrollar enfermedad cardiovascular aterosclerótica y DT2³¹⁻³².

Se dice que los componentes del síndrome son marcadores de la existencia de anomalías en diversas vías metabólicas reguladas por la insulina³¹. El exceso de grasa intrabdominal que resulta en una mayor concentración de ácidos grasos en la circulación portal, causa un aumento en la producción hepática de lipoproteínas y resistencia hepática a la insulina. Así, la obesidad abdominal se asocia con un depósito anormal de lípidos en tejidos como el hígado y el músculo estriado, explicando la menor sensibilidad a la insulina³². La alteración en la acción de la insulina predispone a hiperglucemia, la cual a su vez induce hiperinsulinemia, si la hiperinsulinemia no es de la magnitud suficiente para corregir la hiperglucemia, se manifestará la DT2. Las concentraciones excesivas de insulina podrían incrementar la reabsorción de sodio en los túbulos renales, lo cual causaría HTA. El incremento en la producción de lipoproteínas de baja densidad (VLDL) en hígado conduciría a hipertrigliceridemia (y en consecuencia a bajas concentraciones de C-HDL) lo que también contribuiría al hiperinsulinismo³².

El término de SM agrupa varios factores de riesgo cardiovascular; la RI y la obesidad parecen ser los factores desencadenantes más importantes de las alteraciones metabólicas que lo caracterizan^{11-13,19,20,30}. El consenso más generalizado en la población pediátrica es que el origen del SM se debe a la obesidad visceral y a la resultante RI, por lo que algunos autores mencionan que probablemente el diagnóstico y el tratamiento de estas comorbilidades permita tratarlo^{1,19,22}.

La obesidad y el SM son entidades clínicas complejas influenciadas por componentes genéticos, ambientales, sociales, culturales y económicos; algunos de los cuales son los siguientes^{8,12, 20,28,29}.

1. Variaciones genéticas que intervienen en la predisposición a padecer obesidad:

Algunos estudios resaltan la importancia etiológica de la obesidad con respecto a gran variedad de genes que intervienen tanto en la regulación del balance energético, como en el hambre, el peso corporal y la adiposidad. Se ha señalado que la obesidad es un fenotipo complejo en donde el rasgo se da como resultado de interacciones entre múltiples genes, además del estilo de vida de cada individuo. Se ha mencionado que aproximadamente entre el 40 al 75% de la variación del IMC podría atribuirse a factores genéticos^{33,34}.

2. Condiciones materno-fetales relacionadas:

En algunos estudios se ha reportado una relación entre el bajo peso para la edad gestacional y el desarrollo de obesidad, complicaciones cardiovasculares y DT2. De igual forma, se ha señalado que en los recién nacidos con peso alto para la edad gestacional, como resultado de DT gestacional, se presenta un mayor riesgo para desarrollar obesidad y DT2 en la vida adulta^{2,6,16}.

3. Supervivencia a desnutrición infantil que genera susceptibilidad a desarrollar obesidad, SM y otras enfermedades crónicas en la vida adulta:

De acuerdo con la ENSANUT 2012 el 2.8% de los menores de cinco años presentó bajo peso, 13.6% mostró baja talla y 1.6% desnutrición; asimismo el 13.6% de preescolares presentaron una talla baja al momento de la encuesta⁷.

4. Desequilibrio en el balance del consumo energético:

Datos de encuestas en México indican que hay una proporción baja de escolares que consumen pescado, frutas y verduras; mientras que un porcentaje, cada vez mayor, comen cotidianamente alimentos de elevado aporte energético y bajo aporte nutrimental como refrescos, dulces y botanas³⁵. Jiménez-Aguilar A. et al. (2009) examinaron la asociación entre el consumo de bebidas azucaradas y su relación con el índice de masa corporal (IMC) en adolescentes mexicanos en donde el 30% presentaba sobrepeso u obesidad. Se encontró que el 90% de ellos habían consumido por lo menos una bebida azucarada en la semana previa a la realización de la encuesta, y se demostró que por cada porción consumida de este tipo de bebidas, el IMC en los hombres y mujeres adolescentes incrementaba 0.17 y 0.19 unidades respectivamente. Los resultados mostraron una asociación positiva entre el consumo de bebidas azucaradas y el incremento en el IMC³⁶.

5. Falta de actividades deportivas de mediano y alto gasto energético de manera regular:

La ENSANUT 2012 informó que 58.6% de niños y adolescentes de 10 a 14 años no realizaron ninguna actividad deportiva durante los 12 meses previos a la encuesta⁷. Caballero C et al. (2007) evaluaron la asociación entre la prevalencia de sobrepeso u obesidad y su relación con niveles de actividad física y sedentarismo en 446 mexicanos de 12 a 17 años. Dentro de las variables de actividad física se mostró una media de 0.73 horas al día en la realización de actividad vigorosa y de 0.58 horas al día para actividad moderada; mientras que en el tiempo de ver televisión se indicó una media 3.90 horas al día. Los resultados indicaron que la actividad física vigorosa disminuía el riesgo de presentar sobrepeso u obesidad en hombres adolescentes ya que por cada hora adicional en la realización de esta actividad la posibilidad de presentar sobrepeso u obesidad era 4.5 veces menor³⁷.

6. Realización de actividades sedentarias por más de tres horas al día como tareas, televisión, juegos electrónicos, etc.:

Según la ENSANUT del 2012 el 33% de niños y adolescentes de 10-14 años pasaba dos horas diarias o menos frente a una pantalla, mientras que el 39.3% dedicaba entre 2 y 4 horas diarias y 27.7% cuatro o más horas al día en esta actividad⁷.

7. Incremento en el consumo de tabaco que inicia a una edad cada vez más temprana:

Datos de las clínicas de tabaco del SISVEA (Sistema de Vigilancia Epidemiológica de las Adicciones) señalaron que en el 2003, 55% de los individuos que acudieron comenzaron el hábito entre los 10 y 14 años de edad³⁸. Mientras que datos de la ENSANUT del 2012 indicaron que en promedio los jóvenes fumaron por primera vez un producto de tabaco a los 14.6 años, en donde el 15.8% inició a los 12 años o antes, y el 50.5% entre los 13 y los 15 años⁷.

Se han propuesto varias definiciones de SM enfrentándose a diversas preguntas, entre las cuales se encuentran: los componentes a incluir, la contribución de cada uno, los métodos para definirlo y los puntos de corte para identificar los casos en riesgo. La OMS (1998) propuso una definición en donde incluyó cuatro criterios clínicos (HTA, hiperlipidemia, obesidad, y microalbuminuria) más la demostración de intolerancia a la glucosa, diabetes o RI. El NCEP-ATP III se enfocó en la presencia de adiposidad central; y el Grupo Europeo para el estudio de la Resistencia a la Insulina (EGIR) era similar al de la OMS pero excluía a individuos con diabetes^{31,39}. En general los criterios para diagnosticar el SM han incluido la presencia de los siguientes factores de riesgo cardiovascular: obesidad, hiperglucemia o hiperinsulinemia, hiperlipidemia, e hipertensión arterial. Sin embargo, debido a la falta de consenso para la definición de SM en niños, existen numerosas propuestas que difieren en la interpretación de estos indicadores y/o en los puntos de corte que definen el riesgo cardiovascular para cada componente.

Uno de los índices antropométricos empleados como indicador de la composición corporal e identificación de obesidad en niños es el IMC que se determina del peso referido a la talla y se calcula dividiendo el peso corporal expresado en kilogramos por la talla elevada al cuadrado expresada en metros^{8,13,40}; debido a que la composición de grasa de este grupo etáreo cambia con el crecimiento, y los niños y niñas difieren en la adiposidad conforme se va dando su desarrollo, el IMC se establece comparando el peso y la estatura contra tablas de crecimiento en percentiles específicas para la edad y el sexo. No obstante, aunque se ha mencionado que el IMC se asocia a los marcadores de complicaciones secundarias de obesidad, incluidos la HTA, hiperlipidemia, y mortalidad a largo plazo, la interpretación del IMC es difícil debido a que únicamente refleja el tamaño corporal, la masa libre de grasa y la adiposidad en conjunto, siendo un pobre predictor del porcentaje y la distribución de grasa corporal^{8,20}. Por ello, se ha empleado otra medida antropométrica para definir la composición corporal identificada como la circunferencia de cintura (CC), la cual ha permitido medir específicamente la distribución central de la grasa. Ello ha modificado el pronóstico sobre los riesgos de salud asociados a la obesidad central en niños debido a que la grasa intraabdominal se ha asociado con muchos de los

desórdenes metabólicos más comunes (secretando más adipocinas que el tejido adiposo subcutáneo e incrementando los procesos inflamatorios) incluyendo RI, DT2, HTA, dislipidemia y aterosclerosis, entre otras^{9,13,30}. De esta forma, la inclusión de la CC en la evaluación de obesidad en niños se ha empleado para identificar aquéllos que se encuentran con mayor riesgo de enfermedades metabólicas^{8-10,13-16,20,40}.

Para la interpretación de sobrepeso u obesidad en niños se han utilizado distintos criterios según el organismo que los determine. De esta forma, mientras la OMS ha identificado a la obesidad y el sobrepeso por medio del puntaje z, que se refiere al número de desviaciones estándar en que se encuentra el niño, con respecto al promedio de los niños de su edad y sexo; definiendo sobrepeso a la presencia de estar entre más una y más dos desviaciones estándar del puntaje z del peso para la talla, y obesidad con la presencia de estar en más dos desviaciones estándar del puntaje z del peso para la talla. La CDC (Centro para el Control y la Prevención de las Enfermedades en Estados Unidos) ha empleado curvas de percentiles específicas para edad y sexo, en donde determina obesidad con un IMC \geq percentil 95 para edad y sexo, y sobrepeso con IMC \geq percentil 85 para la edad y sexo. A diferencia de estos organismos, la NAHNESIII (Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Estados Unidos III) se enfocó en la CC identificando obesidad con un percentil ≥ 90 y sobrepeso con un percentil ≥ 85 para la edad y sexo^{8,10,21,40}.

En cuanto a la evaluación de presencia de RI en niños, se ha establecido como RI un nivel de insulina en ayuno $>15\mu\text{U/mL}$, y una insulina con pico $>150\mu\text{U/mL}$ o $>75\mu\text{U/mL}$ a los 120 min en una curva de tolerancia a la glucosa; sin embargo en este caso no se pueden utilizar puntos de corte debido a que esto dependerá de los índices de medición en donde los más empleados son las ecuaciones de QUICKI y de HOMA las cuales son modelos que utilizan la insulina y la glucemia basal para determinar la RI y la función de las células beta (con elevada asociación frente al estándar de oro de sensibilidad a la insulina denominado pinzamiento euglicémico hiperinsulinémico)^{5,8,21,30}. Para determinar el riesgo de diabetes en niños se han empleado algunas definiciones que incluyen fases iniciales de alteraciones en el metabolismo de la glucosa, como la Asociación Americana de Diabetes (ADA) que la determina con un valor de glucosa ≥ 100 mg/dL, o la presencia misma de DT2 para el diagnóstico de SM²¹.

En cuanto a la dislipidemia, las definiciones de SM se centran principalmente en la elevación de TGC con un punto de corte ≥ 110 mg/dL o un percentil de 85 a 95 en niños y niñas, y bajos niveles de C-HDL con un nivel <40 mg/dL o un percentil de 10 a 25 en niños, y 10 a 15 en niñas^{13,15,21}.

Con respecto a la HTA, la definición reciente en niños se basa en percentiles respecto a edad, sexo y estatura más que, como en los adultos, en una cifra variable. Así, la presión arterial elevada se establece de la siguiente manera^{21,25}:

- Prehipertensión: presión diastólica o sistólica \geq percentil 90 y \leq percentil 95, o si sobrepasa 120/80 mm Hg, aún si esta cifra es $<$ percentil 90.
- Hipertensión: presión sistólica o diastólica \geq percentil 95 (en tres o más ocasiones).

A pesar del establecimiento de este consenso algunas definiciones de SM no se basan en estos puntos de corte de presión arterial.

El SM consiste en la asociación de un conjunto de indicadores antropométricos y bioquímicos que indican mayor riesgo para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares. Así, dentro de los criterios empleados para el diagnóstico de SM se encuentra el **Programa Nacional de Educación sobre el Colesterol y el Panel III de Tratamiento del Adulto (NCEP - ATP III)**, el cual define al SM en el adulto por la presencia de al menos tres de cinco componentes^{8,16,26,30,41} :

- 1) Obesidad central (CC >102cm en hombres y >88cm en mujeres),
- 2) Concentraciones elevadas de TGC (≥ 150 mg/dL),
- 3) Niveles de C-HDL (≤ 40 mg/dL en hombres y ≤ 50 mg/dL en mujeres),
- 4) Presión arterial elevada ($\geq 130/85$ mmHg),
- 5) Niveles de glucosa en ayuno elevados ($\geq 100/110$ mg/dL).

Este criterio fue modificado para niños en donde el SM se definió por la presencia de tres o más de los siguientes componentes^{8,22,28}:

- 1) Obesidad central (CC \geq al percentil 90 en ambos sexos),
- 2) Concentraciones elevadas de TGC (≥ 110 mg/dL),
- 3) Niveles de C-HDL (≤ 40 mg/dL),
- 4) Presión arterial elevada (sistólica o diastólica \geq percentil 90 para edad, sexo y talla),
- 5) Niveles de glucosa en ayuno elevados (≥ 100 mg/dL).

A su vez este criterio fue empleado y modificado por autores como **Cook et al. (Estimación de prevalencia de SM con jóvenes de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Estados Unidos-NAHNES-de1988 a 1994)**, **Ford et al. (Prevalencia de SM con jóvenes de NAHNES de 1999–2000)**, y **Duncan et al. (Estimación de prevalencia de SM con jóvenes de la NAHNES de1999-2000)** en el que definieron al SM en jóvenes con la presencia de tres o más de los cinco factores de riesgo o componentes que incluyen^{6,17,21,26,42,43}:

- 1) Obesidad central (CC \geq percentil 90 para la edad y sexo),
- 2) Concentraciones elevadas de TGC (≥ 110 mg/dL),
- 3) Niveles de C-HDL (≤ 40 mg/dL),
- 4) Presión arterial (sistólica o diastólica \geq percentil 90 para edad, sexo y talla),
- 5) Niveles de glucosa en ayuno elevados (≥ 110 mg/dL).

Se recomienda un análisis adicional con valor ≥ 100 mg/dL en la definición de Ford et al. Los autores ajustaron esta definición con base a datos pediátricos en donde consideraron valores de referencia del reporte de panel pediátrico de la NCEP y la declaración de la Asociación Americana de Diabetes sobre DT2 en niños.

Otro criterio diagnóstico de SM en pediatría es el propuesto por la **IDF (Federación Internacional de Diabetes)** que se basa en otros puntos de corte en los que excluye a niños menores de 6 años^{12,22}. En esta definición, la obesidad central es un elemento clave de SM en donde la CC es el principal componente debido a que se considera buen predictor de RI, aumento en los niveles de lípidos e incremento de la presión arterial. Asimismo, se considera que debido a que la proporción y distribución de grasa corporal cambian con la edad y el desarrollo del niño, no se especifican puntos de corte con

valores absolutos, sino percentiles, en donde se toma como punto de corte el percentil 90, por el peligro aumentado de múltiples riesgos cardiovasculares^{17,20}. De esta forma, el consenso de IDF estableció que el SM no debe ser diagnosticado en niños menores de 10 años, pero deben tomarse medidas para el control de peso en aquellos con obesidad abdominal. Para niños de 10 años en adelante, se puede diagnosticar SM en presencia de obesidad abdominal más dos o más componentes (hipertrigliceridemia, bajos niveles de C-HDL, HTA, e hiperglucemia o DT2). Para niños mayores de 16 años se empleará el criterio de IDF para adultos^{6,12,17,20,21,22,24,41}.

Grupo de edad (años)	Obesidad (PC)	Triglicéridos.	C-HDL	Presión arterial	Glucosa o DT2 manifiesta.
de 6 a <10	≥ 90 percentil	No se puede diagnosticar SM, deberán realizarse más mediciones si hay antecedentes familiares de SM, DT2, dislipidemia, enfermedad cardiovascular, HTA y/u obesidad.			
de 10 a <16	<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> Más dos o más de los siguientes componentes: </div> ≥ 90 percentil o del punto de corte para adultos si es menor.	≥150mg/dl	<40 mg/dl	Sistólica ≥130mm Hg o Diastólica ≥85mmHg.	≥100 mg/dl o DT2. Se recomienda curva de tolerancia a la glucosa oral.
16+	Usar criterios de IDF para adultos: Obesidad central por CC según grupo étnico (México: 90cm hombres; 80cm mujeres) Más dos o más de los siguientes componentes: Hipertrigliceridemia ≥150mg/dl. C-HDL <40 mg/dl en hombres o <50 mg/dl en mujeres o bajo tratamiento. Hipertensión arterial ≥130/85mm Hg o bajo tratamiento. Hiperglicemia: glucosa plasmática en ayuno ≥100 mg/dl o DT2.				

Asimismo, nacieron criterios que fueron modificados por otros autores en el que definen al SM en niños identificando el cumplimiento de tres o más de cinco factores de riesgo o componentes que incluyen:

Según Weiss et al. (Estimación de prevalencia de SM de un grupo de jóvenes de origen multiétnico -blancos, negros e hispanos- de un estudio de cohorte)^{17,21,44}:

- 1) Obesidad (IMC ≥2 desviaciones estándar del puntaje Z para la edad y sexo),
- 2) Concentraciones de TGC(>percentil 95 para la edad, sexo, raza o grupo étnico),
- 3) Niveles bajos de C-HDL (<percentil 5 para la edad, sexo, raza o grupo étnico),
- 4) Presión arterial elevada (sistólica o diastólica >percentil 95 para la edad y sexo),
- 5) Niveles de glucosa a las dos horas de una carga de glucosa oral (>140 mg/dL pero <200 mg/dL).

Se ajustó esta definición en base a criterios modificados de la NCEP y la OMS.

Según Ferranti et al. (Estimación de prevalencia de SM con jóvenes de la NAHNES 1988–1994)^{17,21,45} :

- 1) Obesidad central- CC (>percentil 75 para edad y sexo),
- 2) Concentraciones elevadas de TGC (≥ 100 mg/dL),
- 3) Niveles de C-HDL (<50 mg/dL),
- 4) Presión arterial (sistólica o diastólica >percentil 90 para edad, sexo y talla),
- 5) Niveles de glucosa en ayuno elevados (≥ 110 mg/dL).

Según Cruz et al. (Estimación de prevalencia de SM con jóvenes del Estudio de jóvenes latinoamericanos en riesgo de Diabetes- SOLAR Diabetes Project-)⁴⁶:

- 1) Obesidad central- CC (\geq percentil 90 para la edad, sexo y raza),
- 2) Concentraciones elevadas de TGC (\geq percentil 90 para la edad y sexo),
- 3) Niveles de C-HDL (\leq percentil 10 para la edad y sexo),
- 4) Presión arterial (sistólica o diastólica >percentil 90 para la edad, sexo y talla),
- 5) Niveles de glucosa en ayuno elevados (≥ 100 mg/dL).

Como puede apreciarse existen diferencias en los criterios que definen al SM en niños. Algunas de estas definiciones incluyen la hiperglucemia después de una carga de glucosa oral, mientras otras únicamente consideran la glucemia en ayuno; algunos autores han señalado que al no incluirse la glucemia postprandial, los criterios podrían perder un número significativo de individuos en riesgo, debido a que alrededor del 40% de los sujetos con intolerancia a la glucosa tienen glucosa en ayuno <110 mg/dL³⁰, y aproximadamente de 20 a 25% de los sujetos con DT2 no se diagnostican cuando solo se emplea la glucosa en ayuno⁴¹; sin embargo, se considera que la prueba de tolerancia a la glucosa oral no es una prueba práctica y tiene un costo elevado^{30,41}. Otras diferencias entre los criterios que definen el SM incluyen el criterio de obesidad en donde se emplean puntos de corte distintos para la CC o el IMC; valores de dislipidemia con criterios diferentes para los TGC y el C-HDL; y distintos puntos de corte para definir la HTA.

El abordaje de cada definición difiere del peso que asume cada componente o factor de riesgo, las discrepancias con respecto a los puntos de corte establecidos en cada una de las definiciones diagnósticas del SM generarán diferencias significativas con respecto a la prevalencia reportada de SM en una población específica.

Cabe mencionar la importancia de utilizar valores de referencia disponibles en base a las características de la población que se desea estudiar debido a que estos valores serán más adecuados para evaluar el estado nutricional, la composición corporal, la presión arterial y los valores lipídicos y glucémicos de los niños de la región, tomando en cuenta las características específicas de crecimiento y desarrollo^{6,30}.

ANTECEDENTES.

Las diferencias expuestas anteriormente con respecto a la diversidad de definiciones diagnósticas de SM en niños y la determinación de la prevalencia de dicho síndrome en la población, puede observarse en un estudio realizado por Fatemeh, et al. (2012), en el cual

se evaluó la relación entre obesidad y anormalidades metabólicas en un grupo de niños y adolescentes de una provincia de Irán y se estimó la presencia de SM comparando dos criterios de diagnóstico. Dicho estudio incluyó a 100 sujetos sanos entre 6 y 16 años de edad (media 10.52 ± 2.51 años) con un IMC elevado para su edad y sexo (sobrepeso con un IMC entre el percentil 85 y 95, y obesidad con un IMC $>$ percentil 95), a los cuales se les realizó una evaluación física que incluyó peso, estatura, IMC, presión arterial, glucosa, insulina, colesterol total, lipoproteínas de alta y baja densidad, triglicéridos y ácido úrico después de un ayuno de 12 horas⁴⁷. En la comparación de los criterios diagnósticos de SM emplearon el criterio del Programa Nacional de Educación sobre el Colesterol y el Panel III de Tratamiento del Adulto (NCEP- ATP III) y una definición modificada por Weiss et al., dichos puntos de corte fueron los siguientes⁴⁷:

COMPONENTE	NCEP-ATPIII (3 de cualquiera de los 5 criterios).	Weiss et al (3 de cualquiera de los 5 criterios).
Glucosa	En ayuno ≥ 100 mg/dl.	En ayuno ≥ 100 mg/dl.
Circunferencia de Cintura	\geq Percentil 75 para la edad y sexo.	\geq Percentil 75 para la edad y sexo.
Triglicéridos	En ayuno \geq percentil 5 para la edad y sexo.	En ayuno ≥ 100 mg/dl.
C-HDL	\geq Percentil 5 para la edad y sexo.	< 50 mg/dl (<45 mg/dl en hombres mayores de 15 años)
Presión Arterial	Sistólica/Diastólica $>$ percentil 95 para la edad y sexo.	Sistólica/Diastólica $>$ percentil 90 para la edad y sexo.

Respecto al punto de corte establecido en cada una de las definiciones propuestas en dicho estudio se observa diferencias con respecto a los componentes de TGC, CHDL y tensión arterial, dichas diferencias llevaron a discrepancias en los resultados presentados en el estudio; se reportó un diagnóstico de SM en 63% de los sujetos (50% de los sujetos con sobrepeso y 66.2% de los sujetos con obesidad) con la definición de NCEP-ATP III, en comparación con la definición modificada por Weiss et al., donde se encontró una prevalencia de SM en 39% de los sujetos (25% de los sujetos con sobrepeso y 42.5% de los sujetos con obesidad). Así, debido a que la definición de NCEP-ATPIII incluía parámetros más elevados con respecto a las lipoproteínas de alta densidad, TGC, y presión arterial; se diagnosticó un mayor número de niños con SM y por ende se detectó una mayor prevalencia en comparación con la definición modificada por Weiss et al⁴⁷.

Otro estudio realizado por Golley R.K, et al. (2006), evaluó las implicaciones de la variación en la definición de SM con respecto a los indicadores bioquímicos y antropométricos, en la prevalencia del síndrome en 99 niños con sobrepeso y obesidad de 6 a 9 años residentes del sur de Australia⁴⁸. Los niños se reclutaron a partir de un ensayo controlado aleatorizado sobre el manejo de peso; y se evaluaron indicadores de estatura, peso, CC, IMC, colesterol, glucosa, insulina, y presión arterial. Se usaron puntos de corte específicos de adultos o niños y se agruparon en base a los indicadores de SM evaluando

DEFINICION DE SÍNDROME METABÓLICO.	GLUCOSA (mg/dL)	TRIGLICERIDOS (mg/dL)	CHDL (mg/dL)	TENSION SISTOLICA (mmHg)	IMC percentil	CIRCUNF. CINTURA (cm)	INSULINA (pmol/l)
1. Grupo Europeo para el Estudio de Resistencia a la Insulina (EGIR) para adultos ^a	110 (6.1 mmol/L)	176 ^b (2 mmol/L)	40 ^b (1 mmol/L)	140	NA	M: 94 F: 80	51 ^c
2. Programa Nacional de Educación sobre el colesterol de Estados Unidos (NCEP) para adultos ^d	110 (6.1 mmol/L)	150 (1.7 mmol/L)	40 (1 mmol/L)	130	NA	M: 102 F: 88	NA
3. Lambert et al (2004) ^e	110-106 (6.1 - 5.9 mmol/L)	M: 80 (0.9 mmol/L) F: 90 (1.00 mmol/L)	M: 50 (1.2 mmol/L) F: 50 (1.2 mmol/L)	p95 estatura ^e	p85 ^f	NA	M: 35 F: 40.6
4. Lambert et al modificada (2004) ^e	110-106 (6.1 - 5.9 mmol/L)	160 (1.8 mmol/L)	30 (0.8 mmol/L)	p95 estatura ^e	p85 ^f	NA	M: 35 F: 40.6
5. EGIR para adultos modificada ^e	110-106 (6.1 - 5.9 mmol/L)	160 ^b (1.8 mmol/L)	30 ^b (0.8 mmol/L)	p95 estatura ^e	NA	p91 ^g	M: 35 F: 40.6
6. NCEP para adultos modificada ^d	110-106 (6.1 - 5.9 mmol/L)	160 (1.8 mmol/L)	30 (0.8 mmol/L)	p95 estatura ^e	NA	p91 ^g	NA

el uso de seis definiciones de SM: dos para adultos y cuatro específicas para niños con puntos de corte ajustados; dichas definiciones se muestran en la siguiente tabla⁴⁸:

a: el SM se presenta si se encuentra presente el criterio de insulina mas dos de cualquiera del resto de los indicadores.

b: triglicéridos elevados y/o C-HDL bajo.

c: nivel de confianza limite por arriba del percentil 95 de una muestra de voluntarios en Sidney.

d: el SM se presenta con tres de cualquiera de los indicadores.

e: se uso el percentil 95 para la estatura debido a que los puntos de corte para el percentil 75 no estaban disponibles.

f: solo estaban disponibles valores para 9 años; se determinaron equivalentes de estos valores sobre datos de referencia del Reino unido y se extrapolaron para todas las edades.

g: curvas de referencia específicas del Reino Unido para circunferencia de cintura por edad y sexo (NCEP).

Las características principales de las definiciones empleadas fueron las siguientes⁴⁸:

DEFINICION 1: Incluye la CC como una medida de obesidad central. Debido a que no tiene un punto de corte para insulina en ayuno, se utilizó el nivel de confianza limite por arriba del percentil 95 (51pmol/l) de una muestra de adultos voluntarios (n=148) de un laboratorio de endocrinología del hospital Royal Prince Alfred en Sidney.

DEFINICION 2: Incluye anomalías en cualquiera de tres componentes (no se incluye insulina).

DEFINICION 3: definición que incluye insulina en ayuno; se emplearon los percentiles 75 de una comunidad canadiense basada en una muestra de 783 sujetos con edades de 9 años con puntos de corte para cada indicador, excepto para el IMC en el que se empleó el percentil 85 realizando un ajuste en donde el puntaje z de los valores de IMC se calculó usando curvas de referencia del Reino Unido, y puntos de corte para todas las edades. Como indicador de presión arterial sistólica alta se emplearon los percentiles para la edad, sexo y estatura con un percentil 95.

DEFINICION 4: modificada de la definición 3 en donde se remplazó el punto de corte de TGC con el percentil 75 del Estudio de Prevalencia de Investigación de Lípidos en EU, y el punto de corte de CHDL recomendado por la Academia Americana de Pediatría usando un factor de conversión de lípidos de mg/dl *0.0259.

DEFINICION 5: modificada de la definición 1 reemplazando los puntos de corte de adultos con puntos de corte específicos para niños y usando el percentil 91 para la edad y el sexo en la CC como medida de adiposidad central.

DEFINICION 6: modificada de la definición 2 (no se incluye insulina) usando los mismos puntos de corte de la definición 5.

De los niños reclutados los hombres tuvieron mayor edad, estatura, peso, CC y puntaje z de cintura, pero no hubo diferencia significativa entre el sexo para el IMC o puntaje z de IMC. Utilizando puntos de corte de IMC todos los sujetos tuvieron sobrepeso y el 78% tuvo obesidad; si los sujetos se clasificaban en la categoría de peso usando percentiles para CC (sobrepeso central \geq percentil91, obesidad central \geq percentil 98) todos excepto 3 mujeres se clasificaban con obesidad. La elevación de insulina en ayuno fue la complicación metabólica más común, presente en 85% de los sujetos con sobrepeso y obesidad⁴⁸.

A continuación se muestra el número de sujetos identificados con valores anormales en los indicadores metabólicos usados y la proporción de sujetos con SM de acuerdo a cada una de las definiciones⁴⁸:

CRITERIO INDICATIVO EN %							
DEFINICION.	TGC	CHDL	PRESION SISTOLICA	IMC	CC	INSULINA	SM
1. Grupo Europeo para el Estudio de Resistencia a la Insulina (EGIR) para adultos ^a	3	12	0	NA	17	74	4
2. Programa Nacional de Educación sobre el colesterol de Estados Unidos (NCEP) para adultos ^b	5	12	6	NA	3	NA	0
3. Lambert et al (2004) ^a	26	31	41	99	NA	85	59
4. Lambert et al modificada (2004) ^a	3	2	41	99	NA	85	39
5. EGIR para adultos modificada ^a	3	2	41	NA	99	85	39
6. NCEP para adultos modificada ^b	3	2	41	NA	99	NA	3

a: SM presente si se encuentra presente el criterio de insulina más dos de cualquiera del resto de los indicadores.

b: SM presente con tres de los indicadores.

Con base a los resultados en la prevalencia de SM, se observó una baja prevalencia al aplicar puntos de corte en adultos, 4% (definición 1 de EGIR) y ninguno (definición 2 de NCEP) de la muestra. Mientras que en las definiciones específicas de niños se observaron prevalencias más elevadas de SM, reportándose una prevalencia del 59% (48% y 63% de los sujetos con sobrepeso y obesidad respectivamente) usando la definición 3 de Lambert et al; y 39% (29 y 42% de los sujetos con sobrepeso y obesidad

respectivamente) usando la definición 4 de Lambert modificada en donde los puntos de corte TGC fueron más altos y los de C-HDL más bajos. De igual forma con la definición 5 (de EGIR modificada) en donde se empleaba la circunferencia de cintura en lugar del IMC se reportó una prevalencia de SM del 39%⁴⁸.

Al observar que la prevalencia de SM en niños depende fuertemente de la definición elegida, presentándose mayor prevalencia al emplear puntos de corte de indicadores metabólicos específicos para niños, comparado con definiciones de SM para adultos, se concluye que las tasas de prevalencia basadas en puntos de corte para adultos podrían subestimar los resultados debido a que estos puntos de corte son muy altos para una población pediátrica⁴⁸.

Otro estudio fue el realizado por Reinehr T, et al. (2007), en el que se comparó la prevalencia de SM de acuerdo a ocho definiciones previamente establecidas en una muestra de niños y adolescentes con sobrepeso y obesidad, y se buscó analizar el impacto del grado de obesidad, la resistencia a la insulina y la etapa puberal sobre la frecuencia de SM. Se estudiaron 1205 sujetos caucásicos (965 con sobrepeso y obesidad y 84 con peso normal como controles) con una edad de 4 a 16 años (media de 11.8 años) pertenecientes a una clínica ambulatoria de obesidad de un hospital general de Alemania (entre Octubre 1999 y Diciembre 2005)¹⁸.

El grado de sobrepeso se estableció mediante el puntaje z del IMC para tablas alemanas >p95, a fin de hacer comparables las ocho definiciones de SM. El desarrollo sexual secundario se clasificó por la escala de Marshall y Tanner en tres grados. Se realizaron las determinaciones en ayuno de TGC, C-HDL, colesterol total, glucosa e insulina; se midió presión arterial y CC. La resistencia a la insulina se calculó a partir de la glucosa e insulina en ayuno por medio del índice HOMA. Se realizaron pruebas de tolerancia oral a la glucosa sólo en niños y adolescentes con sobrepeso y obesidad que cumplieron con al menos dos factores de riesgo de SM (14%)¹⁸.

Entre los niños con peso normal, 7% presentaron niveles de insulina en ayuno por arriba de los límites establecidos, ninguno tuvo una glucosa >100mg/dl, 2% tuvieron valores de presión arterial >p90 pero ninguno >p97, 1% tuvo C-HDL <40mg/dl, ninguno tuvo colesterol total >p95, 11% tuvieron TGC >110mg/dl y 5% >150mg/dl. Ninguno de los niños con peso normal cumplió los factores necesarios para el diagnóstico de SM¹⁸.

El SM se definió de acuerdo a criterios propuestos para niños y adolescentes (Cook, Ferranti, Viner, Weiss) y de acuerdo a criterios para adultos (ATPIII, EGIR, IDF, OMS).

A continuación se presenta la frecuencia de los factores de riesgo presentes en cada una de las definiciones, así como la prevalencia de SM¹⁸:

CRITERIO INDICATIVO EN %							
DEFINICION.	TGC	CHDL	PRESION ARTERIAL	IMC	CC	GLUCOSA (ayuno alterada)	Diagnóstico SM
Cook et al (niños y adolescentes)	≥110mg/dl (43)	≤40mg/dl (17)	≥p90 (32)	NA	≥p90 edad y sexo (78)	1	≥3 de 5 factores: (21)
De Ferranti et al (niños y adolescentes)	≥100mg/dl (52)	≤50mg/dl mujer, ≤45 mg/dl hombre (54)	≥p90 (32)	NA	≥p75 edad y sexo (80)	1	≥3 de 5 factores: (39)
Viner et al (niños y adolescentes)	≥150mg/dl (21)	<35mg/dl (6) colesterol total ≥p95 (18)	sistólica ≥p95 (22)	≥p95 edad y sexo (89)	NA	1 curva de glucosa oral anormal (14); insulina en ayuno alterada(26): prepuberales ≥15mU/l, puberales >30mU/l, pospuberales >20mU/l.	≥3 de 5 factores: (18)
Weiss et al (niños y adolescentes)	>110mg/dl (43)	<40 mg/dl (17)	≥p95 (22)	>p97 edad y sexo (80)	NA	curva de glucosa oral anormal (14)	≥3 de 5 factores: (29)
EGIR (adultos)	>176mg/dl (14)	<40 mg/dl (17)	≥140/90mm Hg (12)	NA	>94cm hombre, >80cm mujer (56)	curva de glucosa oral anormal (14)	Resistencia a la insulina + ≥2 de 5 factores: (8)
OMS (adultos)	≥150mg/dl (21)	≤39mg/dl mujer, ≤35 mg/dl hombre (11)	≥140/90mm Hg (12)	>30 kg/m2	relación cintura-cadera >0.9cm hombre, >0.85cm mujer (42)	curva de glucosa oral anormal (14)	Intolerancia a la glucosa + ≥2 de 5 factores: (6)
ATPIII (adultos)	>150mg/dl (21)	<50mg/dl mujer, <40 mg/dl hombre (43)	≥130/85mm Hg (23)	NA	>102cm hombre, >88cm mujer (45)	1	≥3 de 5 factores: (13)

IDF (adultos)	≥ 150 mg/dl (21)	<50mg/dl mujer, <40 mg/dl hombre (43)	$\geq 130/85$ mm Hg (23)	NA	>94cm hombre, >80cm mujer (56)	1	Intolerancia a la glucosa + ≥ 2 de 4 factores: (6)
----------------------	--------------------------	---	-----------------------------	----	---	---	--

Se reporta una variación significativa ($p < 0.001$) en la prevalencia de SM entre las diferentes definiciones, encontrándose una prevalencia del 6% (OMS) al 39% (De Ferranti). Sólo 9% de los niños cumplieron con los cuatro criterios de SM para niños y adolescentes, mientras que sólo el 2% cumplió con los ocho criterios estudiados de SM¹⁸. Se encontró una asociación de la resistencia a la insulina y el grado de obesidad con la ocurrencia de SM, independientemente de la definición empleada después de ajustar por sexo y edad. No se encontraron diferencias significativas en las definiciones con respecto a la frecuencia de SM entre niñas prepuberales, puberales y post puberales; sin embargo en las definiciones de Cook y Ferranti se detectó mayor frecuencia de SM en niños puberales y prepuberales. Debido a que la prevalencia de SM varía ampliamente en niños y adolescentes con sobrepeso y obesidad dependiendo de la definición empleada, se expone la necesidad de una definición uniforme de SM con el fin de permitir la comparación entre diferentes estudios y poblaciones¹⁸.

Derivado de lo anterior se desprendió el siguiente objetivo general:

- Validar cuatro diferentes definiciones (NCEP-ATPIII; Cook, Ford y Duncan; Ferranti; Cruz; e IDF) para el diagnóstico de síndrome metabólico en niños mexicanos.

Los objetivos específicos son:

- Evaluar la sensibilidad y especificidad de las definiciones de NCEP-ATPIII; Cook, Ford y Duncan; Ferranti; Cruz; e IDF para el diagnóstico de síndrome metabólico en niños mexicanos.
- Calcular el valor predictivo positivo y negativo de cada una de las definiciones.
- Evaluar el valor predictivo de cada componente de las cuatro definiciones.
- Determinar una definición *ad hoc* para el diagnóstico de síndrome metabólico en niños mexicanos.

METODOLOGÍA.

a. Revisión bibliográfica.

Se validaron los siguientes términos en Mesh y en Decs: diagnóstico, síndrome metabólico, clasificación, obesidad, enfermedades cardiovasculares, grasa abdominal,

dislipidemia, hipertensión, resistencia a la insulina, diabetes mellitus tipo 2, índice de masa corporal, circunferencia de cintura, niño, y sensibilidad y especificidad.

Se realizaron búsquedas sistemáticas de la literatura en *PubMed* (búsqueda iniciada el 05 de diciembre del 2012) y *Liliacs* (iniciada el 03 de abril del 2013) con el fin de identificar las principales definiciones diagnósticas para el síndrome metabólico en niños, así como los factores potencialmente asociados con la presencia de síndrome metabólico según cada una de las definiciones especificadas. Por otra parte las búsquedas realizadas se llevaron a cabo con el fin de identificar estudios poblacionales que evaluaran la prevalencia de síndrome metabólico en niños en base a las diferentes definiciones utilizadas para diagnosticarlo.

Se incluyeron artículos relacionados a las búsquedas en ambas bases de datos y se estudiaron listas de citas de los artículos identificados para evaluar la inclusión de artículos factibles adicionales.

Únicamente se revisaron artículos con idioma inglés y español.

b. Diseño.

Se realizó un estudio de análisis secundario de datos en donde se empleó información a partir de la base de datos generada del estudio transversal titulado “**EVALUACIÓN DE LA INTERACCIÓN ENTRE EL CONSUMO DE MACRONUTRIMENTOS Y EL PERFIL DE LA MICROBIOTA DEL COLON DISTAL Y SU ASOCIACIÓN CON OBESIDAD INFANTIL**”; con el número de proyecto 1129 y el número de aprobación 1294 por la Comisión de Ética e Investigación del INSP.

c. Criterios de selección.

La base de datos analizada contenía información de 2637 niños seleccionados entre 6 y 16 años de edad, no relacionados, residentes de la Ciudad de México (Zona Poniente, Oriente, Norte y Sur). Se excluyeron a 38 niños que habían consumido antibióticos dos meses antes de realizar el estudio, quienes cursaran con enfermedades gastrointestinales y/o infecciosas al momento de la entrevista, y aquellos que no contaran con todos los cuestionarios, medidas y muestras biológicas completas.

Tanto a los niños como a los padres de familia incluidos en el estudio se les explicó el proyecto y se les solicitó firmar el asentimiento y consentimiento informados para su participación. Consiguientemente se recolectó información personal y se aplicaron cuestionarios para obtener información referente al nivel socioeconómico, factores patológicos personales y heredofamiliares, demográficos, consumo de alimentos, actividad física y sedentarismo. Aunado a ello se tomaron medidas antropométricas y de presión arterial, se recolectaron muestras de sangre venosa y muestras de heces.

d. Población de estudio.

La población para este estudio consistió en 2599 niños/as seleccionados, entre 6 y 16 años de edad que contaran con información referente a estudios bioquímicos, presión arterial, mediciones antropométricas, realización de actividad física y consumo de alimentos.

Se calculó el poder estadístico de la muestra considerando un nivel de significancia de 0.05 y una prevalencia de SM reportada para la población de niños y adolescentes mexicanos del 20% de acuerdo a información previa del 2009 mostrada por Niels Wachter-Rodarte en base al criterio diagnóstico de Ferranti et al⁴⁹. Dicho poder estadístico fue del 100%.

e. MEDICION DE LAS VARIABLES DE INTERES.

i. Estudios bioquímicos.

Personal capacitado tomo a cada uno de los participantes una muestra de 15ml de sangre en ayuno de doce horas. Dichas muestras se centrifugaron a 2000rpm para la separación de suero y plasma, y se almacenaron a -20°C.

Antes de que la toma de muestra cumpliera las 24 horas se obtuvo la química sanguínea de los participantes (a partir del suero), la cual comprendió los niveles de glucosa, colesterol total, C-HDL, C-LDL, y triglicéridos, obtenidos en mg/dl. Asimismo, se determinaron los niveles de insulina por quimioluminiscencia en UI, por medio de la cual se calculó la resistencia a la insulina basándose en el índice de medición de la ecuación de HOMA.

ii. Estudios antropométricos.

A cada uno de los participantes se le tomaron medidas antropométricas por personal previamente capacitado y estandarizado. Dichas medidas comprendieron peso (kg), talla (cm), circunferencia de cintura (cm), y circunferencia de cadera (cm).

Todas las medidas se tomaron con equipo SECA previamente calibrado y en buenas condiciones, usando técnicas estandarizadas. El peso se midió con una báscula modelo 803, en donde el participante debía permanecer sin zapatos y con el mínimo de ropa posible. La talla se midió con un estadímetro portátil modelo 213, en donde el niño debía mantenerse erguido, sin zapatos, con los pies juntos y las rodillas rectas, los talones y hombros en contacto con la superficie vertical del estadímetro, los hombros relajados, la mirada recta siguiendo el plano de Frankfurt, y con el mínimo de ropa posible.

En cuanto a la circunferencia de cintura y de cadera, estas se midieron con una cinta métrica flexible de fibra de vidrio, modelo 201, con precisión de hasta 1 milímetro y alcance de 205cm. La circunferencia de cintura se midió con el niño erguido, relajado, y con el abdomen descubierto; dicha medición se realizó palpando el borde costal inferior y el borde superior de la cresta iliaca, ambos del lado derecho; con la cinta métrica se tomó la distancia media vertical y después se hizo lo mismo del lado izquierdo. Una vez marcada la media de los dos lados se colocó la cinta sin comprimirla alrededor de la cintura para medir la circunferencia midiendo el perímetro hasta el 0.1cm más próximo al final de una espiración normal.

La circunferencia de cadera se midió con el participante de pie, con los brazos a los costados del cuerpo y los pies juntos. Se observó el nivel de extensión máximo de las nalgas y se colocó la cinta métrica alrededor de éstas en un plano horizontal. Se registró la medición hasta el 0.1 cm más próximo.

Posteriormente, se determinó el índice de masa corporal (IMC) a partir del peso y la talla especificado en kg/m².

El estado de nutrición de los participantes se calculó en base al puntaje z para el IMC según su edad y sexo conforme a las referencias de la OMS a partir del número de desviaciones estándar (DE) en que se encontraba el niño con respecto al promedio de los niños de su edad y género⁵⁰. De esta forma, los niños con un puntaje z de IMC para edad y género entre <2 y >1 DE fueron considerados con peso normal, aquellos con puntaje z entre ≥ 1 y >2 DE fueron clasificados con sobrepeso y los participantes con puntaje z ≥ 2 DE fueron considerados con obesidad.

ii. Presión Arterial.

Las presiones sistólica y diastólica se tomaron por personal previamente capacitado y estandarizado con esfigmomanómetros de mercurio calibrados. Dichas mediciones se midieron por duplicado, de las cuales se obtuvo el promedio. La realización de la medición se llevó a cabo después de que los participantes permanecían sentados en reposo al menos por cinco minutos, con un buen soporte en la espalda, con el brazo descubierto y flexionado a la altura del corazón, y sin que hubieran consumido previamente alimentos ni medicamentos que intervinieran en el cambio de la presión arterial.

iv. Actividad Física.

La práctica de actividad física de cada uno de los participantes se determinó por medio de la aplicación de un cuestionario a través de encuestadores previamente capacitados y estandarizados. Dicho instrumento se adaptó y actualizó de un cuestionario validado para población escolar mexicana⁵¹, el cual abarcaba preguntas referentes a la práctica de actividad física tanto en su tiempo libre como en clases escolares, así como aspectos de sedentarismo. Algunas de las actividades referidas en el cuestionario fueron aquellas relacionadas con leer, hacer tarea, escuchar música, ver televisión, jugar videojuegos, dormir, entre otras. Todas las preguntas se realizaron tomando como referencia la práctica de actividad física y sedentarismo durante la semana anterior a la aplicación del cuestionario. El tipo de actividad física realizada y el tiempo empleado en su realización se convirtieron a equivalentes metabólicos (Mets/hora/semana).

v. Consumo de Alimentos.

Encuestadores capacitados y estandarizados aplicaron un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos a cada uno de los participantes. Dicho instrumento fue semicuantitativo y abarcó preguntas referentes a la frecuencia de consumo y raciones de alimentos, distribuidos en once secciones: lácteos, frutas, verduras, leguminosas, huevo, carnes, bebidas, golosinas y postres, grasas, y suplementos.

Mediante las tablas de equivalentes se calculó la cantidad de gramos de proteínas, carbohidratos y grasas contenidos en 100gr de alimento. Con base a la información obtenida se determinó el consumo de macronutrientes de cada uno de los participantes y se identificaron patrones de alimentación.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

El análisis de la información se realizó con estadística descriptiva, compuesta por:

- a). Descripción de las características sociodemográficas de los niños,
- b). Media y desviación estándar de los componentes del perfil metabólico (glucosa en ayuno, colesterol total, C-LDL, C-HDL, triglicéridos, insulina, presión arterial sistólica y diastólica, circunferencia de cintura, e IMC),
- c). Proporción de sujetos con síndrome metabólico para cada uno de los criterios diagnósticos.

Se calculó la sensibilidad, especificidad, valores predictivos positivo y negativo, razón de verosimilitudes y sus respectivos intervalos de confianza al 95% (IC 95%) para el diagnóstico clínico de síndrome metabólico de cada uno de los criterios diagnósticos.

El mejor punto de corte del valor de cada uno de los componentes de los criterios diagnósticos para discriminar a los pacientes con y sin síndrome metabólico se determinó mediante la mejor combinación de sensibilidad, especificidad y la mayor área bajo la curva de características operativas para el receptor (ROC). Las curvas ROC se obtuvieron al graficar la frecuencia de verdaderos positivos (sensibilidad) y la frecuencia de falsos positivos (1-especificidad) a lo largo de los ejes vertical y horizontal, respectivamente. Todas las pruebas estadísticas se realizaron con un nivel de significancia de 0.05

Se realizaron análisis de regresión logística en donde se compararon los valores predictivos positivo y negativo de los diferentes criterios diagnósticos (NCEP-ATP III; Cook, Ford y Duncan; Ferranti; e IDF) y se determinaron los coeficientes de los componentes de cada uno los criterios diagnósticos con el fin de identificar aquellos con mejor valor predictivo en base a la muestra de niños analizada.

a. Operacionalización De Las Variables De Estudio.

i. Variable Dependiente:

- Diagnóstico de síndrome metabólico (SM) en niños mexicanos para cada uno de los criterios diagnósticos.

ii. Variables Independientes:

- Índice de Masa Corporal (IMC).
- Circunferencia de Cintura (CC).
- Triglicéridos en sangre (TGC).
- Colesterol Total (CT)
- Colesterol de lipoproteínas de baja densidad en sangre (C-LDL).
- Colesterol de lipoproteínas de alta densidad en sangre (C-HDL).
- Presión arterial (PA).
- Glucosa en sangre en ayuno (GA).
- Insulina (IN)
- Resistencia a la insulina (RI).
- Acantosis Nigricans (AN).
- Actividad Física (AF).
- Consumo de Alimentos (CoA).

- Edad (ED).
- Sexo (SE).

Los Criterios Diagnósticos a evaluar fueron los siguientes:

Según el Programa Nacional de Educación sobre el Colesterol y el Panel III de Tratamiento del Adulto (NCEP-ATP III).

Presencia de tres o más de los siguientes componentes:

- 1) Obesidad central (CC \geq al percentil 90 en ambos sexos),
- 2) Concentraciones elevadas de TGC (\geq 110 mg/dL),
- 3) Niveles de C-HDL (\leq 40 mg/dL),
- 4) Presión arterial elevada (sistólica o diastólica \geq percentil 90 para la edad, sexo y altura),
- 5) Niveles de glucosa en ayuno elevados (\geq 100 mg/dL).

Según Cook et al. , Ford et al. y Duncan et al.

Presencia de tres o más de los siguientes componentes:

- 1) Obesidad central (CC \geq percentil 90 para la edad y sexo),
- 2) Concentraciones elevadas de TGC (\geq 110 mg/dL),
- 3) Niveles de C-HDL (\leq 40 mg/dL),
- 4) Presión arterial elevada (sistólica o diastólica \geq percentil 90 para la edad, sexo y talla),
- 5) Niveles de glucosa en ayuno elevados (\geq 110). Se recomienda un análisis adicional con un valor \geq 100 mg/dL en la definición de Ford et al.

Según Ferranti et al.

Presencia de tres o más de los siguientes componentes:

- 1) Obesidad central (CC $>$ percentil 75 para edad y sexo),
- 2) Concentraciones elevadas de TGC (\geq 100 mg/dL),
- 3) Niveles de C-HDL ($<$ 50 mg/dL),
- 4) Presión arterial elevada (sistólica o diastólica $>$ percentil 90 para edad, sexo y talla),
- 5) Niveles de glucosa en ayuno elevados (\geq 110 mg/dL).

Según Cruz et al.

Presencia de tres o más de los siguientes componentes:

- 1) Obesidad central (CC \geq percentil 90 para la edad, sexo y raza),
- 2) Concentraciones elevadas de TGC (\geq percentil 90 para la edad y sexo),
- 3) Niveles de C-HDL (\leq percentil 10 para la edad y sexo),
- 4) Presión arterial elevada (sistólica o diastólica $>$ percentil 90 para la edad, sexo y talla),
- 5) Niveles de glucosa en ayuno elevados (\geq 100 mg/dL).

Según la Federación Internacional de Diabetes (IDF).

Presencia de obesidad central más dos o más de los siguientes componentes:

- 1) Obesidad central (CC \geq al percentil 90 en ambos sexos),

En niños menores de 10 años no se puede diagnosticar síndrome metabólico, pero deberán realizarse más mediciones si hay antecedentes familiares de SM.

- Los demás criterios únicamente aplican para niños de 10 a <16 años:
- 2) Concentraciones elevadas de TGC (≥ 150 mg/dL),
 - 3) Niveles de C-HDL (< 40 mg/dL),
 - 4) Presión arterial elevada sistólica (≥ 130 mm Hg) o diastólica (≥ 85 mmHg),
 - 5) Niveles de glucosa en ayuno elevados (≥ 100 mg/dL) o DT2.

c. A continuación se presenta el método y la escala de medición de cada una de las variables especificadas anteriormente:

NOMBRE.	DEFINICIÓN.	MÉTODO DE MEDICION.	ESCALA DE MEDICIÓN.
<p>Diagnóstico de síndrome metabólico en niños mexicanos.</p>	<p>(SM). Asociación de un conjunto de factores de riesgo metabólico (obesidad, hiperglucemia, hiperinsulinemia, hiperlipidemia, hipertensión, resistencia a la insulina, y un estado pro-inflamatorio) que, agrupados, incrementan el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares y DT2⁵².</p>	<p>Presencia de tres o más de los siguientes componentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Obesidad central. • Concentraciones elevadas de TGC en sangre. • Niveles disminuidos de C-HDL en sangre. • Presión arterial elevada (sistólica o diastólica). • Niveles de glucosa en ayuno elevados. 	<p>Categoría Nominal. Si= 1 No= 0</p>
<p>Índice de Masa Corporal.</p>	<p>(IMC). Se determina del peso referido a la talla y se calcula dividiendo el peso corporal expresado en kilogramos por la talla elevada al cuadrado expresada en metros. Este se correlaciona con la grasa corporal y su relación varía con la edad y el sexo⁵³.</p>	<p>Kg/m²</p>	<p>Cuantitativa Continua. Cuartiles</p>

<p>Circunferencia de Cintura.</p>	<p>(CC).</p> <p>Medición realizada palpando el borde costal inferior y el borde superior de la cresta iliaca. Se coloca la cinta a nivel del abdomen para medir la circunferencia inmediatamente después de una espiración normal⁵⁴.</p>	<p>cm.</p> <p><u>Según Ferranti et al.</u></p> <p>>percentil 75 para la edad y sexo</p> <p>≤percentil 75 para la edad y sexo</p> <p><u>Según Cook et al., Ford et al. y Duncan et al.</u></p> <p>≥percentil 90 para la edad y sexo</p> <p><percentil 90 para la edad y sexo</p> <p><u>Según Cruz et al.</u></p> <p>≥percentil 90 para la edad, sexo y raza</p> <p><percentil 90 para la edad, sexo y raza.</p> <p><u>Según NCEP - ATP III e IDF.</u></p> <p>≥percentil 90 en ambos sexos.</p> <p><percentil 90 en ambos sexos.</p>	<p>Cuantitativa Continua.</p> <p>Catagórica Nominal.</p> <p>>p75= 1</p> <p>≤p75= 0</p> <p>Catagórica Nominal.</p> <p>≥p90= 1</p> <p><p90= 0</p> <p>Catagórica Nominal.</p> <p>≥p90= 1</p> <p><p90= 0</p> <p>Catagórica Nominal.</p> <p>≥p90= 1</p> <p><p90= 0</p>
<p>Triglicéridos en sangre.</p>	<p>(TGC).</p> <p>Molécula de glicerol en la que los tres grupos hidroxilo se encuentran esterificados por ácidos</p>	<p>mg/dL.</p> <p><u>Según Cook et al., Ford et al. y Duncan et al. y NCEP - ATP III.</u></p> <p>≥110 mg/dL.</p>	<p>Cuantitativa Discreta.</p> <p>Catagórica Nominal.</p> <p>≥110 mg/dL = 1</p>

	<p>grasos. La elevación de su concentración plasmática se ha relacionado positivamente con el riesgo de enfermedades cardiovasculares.</p>	<p><110 mg/dL.</p> <p><u>Según Ferranti et al.</u></p> <p>≥100 mg/dL.</p> <p><100 mg/dL.</p> <p><u>Según Cruz et al.</u></p> <p>≥percentil 90 para edad y sexo.</p> <p><percentil 90 para edad y sexo.</p> <p><u>Según IDF.</u></p> <p>≥150 mg/dL niños 10 a 15 años.</p> <p><150 mg/dL niños 10 a 15 años.</p>	<p><110 mg/dL = 0</p> <p>Catagórica Nominal.</p> <p>≥100 mg/dL = 1</p> <p><100 mg/dL = 0</p> <p>Catagórica Nominal.</p> <p>≥p90= 1</p> <p><p90= 0</p> <p>Catagórica Nominal.</p> <p>≥150 mg/dL = 1</p> <p><150 mg/dL = 0</p>
Colesterol Total.	<p>(CT).</p> <p>Principal estero, distribuido en los tejidos del cuerpo, especialmente en el cerebro y en la médula espinal. Los ésteres de ácido graso del colesterol constituyen cerca de dos tercios del colesterol plasmático. La acumulación de ésteres de colesterol en la íntima arterial es un rasgo característico de la aterosclerosis⁵⁵.</p>	<p>mg/dL.</p>	<p>Cuantitativa Discreta</p> <p>Cuartiles</p>
Colesterol de lipoproteínas de baja densidad en sangre.	<p>(C-LDL)</p> <p>Colesterol que está contenido o unido a lipoproteínas de baja densidad (LDL), incluyendo ésteres de colesterol y colesterol</p>	<p>mg/dL.</p>	<p>Cuantitativa Discreta</p>

	<p>libre⁵⁶. La Lipoproteína LDL es responsable del transporte de colesterol a los tejidos extrahepáticos. Se forma en la circulación cuando las proteínas de muy baja densidad son degradadas inicialmente a lipoproteínas de densidad intermedia y después a LDL por la ganancia y la pérdida de apolipoproteínas específicas y la pérdida de la mayor parte de sus triglicéridos⁵⁶.</p>		Cuartiles
<p>Colesterol de lipoproteínas de alta densidad en sangre.</p>	<p>(C-HDL). Colesterol contenido en lipoproteínas pequeñas y densas que son sintetizadas en el hígado en forma de partículas que carecen de núcleo central lipídico. Acumulan esteres de colesterol a partir de tejidos periféricos y los transfiere al hígado para su reutilización o eliminación del cuerpo. El colesterol de lipoproteínas de alta densidad en sangre se ha relacionado negativamente con el riesgo de enfermedades cardiovasculares⁵⁷.</p>	<p>mg/dL.</p> <p><u>Según Cook et al., Ford et al. y Duncan et al. y NCEP - ATP III.</u></p> <p>≤40 mg/dL. >40 mg/dL.</p> <p><u>Según Ferranti et al.</u></p> <p><50 mg/dL. ≥50 mg/dL.</p> <p><u>Según Cruz et al.</u> ≤percentil 10 para edad y sexo. >percentil 10 para edad y sexo,</p> <p><u>Según IDF.</u></p> <p><40 mg/dL en niños de 10 a 15 años. ≥40 mg/dL en niños de 10 a 15 años.</p>	<p>Cuantitativa Discreta.</p> <p>Categoría Nominal.</p> <p>≤40 mg/dL = 1 >40 mg/dL = 0</p> <p>Categoría Nominal.</p> <p><50 mg/dL = 1 ≥50 mg/dL = 0</p> <p>Categoría Nominal.</p> <p>≤p10= 1 >p10= 0</p> <p>Categoría Nominal.</p> <p><40 mg/dL = 1</p>

			≥ 40 mg/dL = 0
Presión arterial.	(PA). Presión de la sangre en las arterias que es medida con un esfigmomanómetro en la parte superior del brazo que representa la presión arterial en la arteria braquial ⁵⁸ .	mmHg. <u>Según Cook et al., Ford et al. y Duncan et al. y NCEP - ATP III</u> \geq percentil 90 para la edad, sexo y talla. $<$ percentil 90 para la edad, sexo y talla. <u>Según Ferranti et al y Cruz et al.</u> $>$ percentil 90 para la edad, sexo y talla. \leq percentil 90 para la edad, sexo y talla. <u>Según IDF.</u> $\geq 130/85$ mmHg en niños de 10 a 15 años. $< 130/85$ mmHg en niños de 10 a 15 años.	Cuantitativa Continua. Categoría Nominal. $\geq p90 = 1$ $< p90 = 0$ Categoría Nominal. $> p90 = 1$ $\leq p90 = 0$ Categoría Nominal. $\geq 130/85$ mmHg = 1 $< 130/85$ mmHg = 0
Glucosa en sangre en ayuno.	(GA). Prueba que determina la cantidad de glucosa en sangre. La muestra se toma por la mañana después de que hayan transcurrido aproximadamente 8 horas desde la última comida y antes de que el individuo consuma su primer	mg/dL. <u>Según Cook et al., Ford et al. y Duncan et al., y Ferranti et al.</u> ≥ 110 mg/dL. < 110 mg/dL.	Cuantitativa Discreta. Categoría Nominal. ≥ 110 mg/dL = 1 < 110 mg/dL = 0

	alimento del día.	<p><u>Según NCEP - ATP III y Cruz et al.</u></p> <p>≥100 mg/dL.</p> <p><100 mg/dL.</p> <p><u>Según IDF.</u></p> <p>≥100 mg/dL o DM2 manifiesta en niños de 10 a 15 años.</p> <p><100 mg/dL en niños de 10 a 15 años.</p>	<p>Categórica Nominal.</p> <p>≥100 mg/dL = 1</p> <p><100 mg/dL = 0</p> <p>Categórica Nominal.</p> <p>≥100 mg/dL = 1</p> <p><100 mg/dL = 0</p>
Insulina Y Resistencia a la Insulina.	<p>(IN).</p> <p>Hormona protéica segregada por las células beta del páncreas. Desempeña un papel fundamental en la regulación del metabolismo de la glucosa⁵⁹.</p> <p>(RI)</p> <p>La resistencia a la insulina se presenta al haber una disminución de la efectividad de la insulina para reducir los niveles de azúcar en la sangre⁵⁹.</p>	<p>UI/mL.</p> <p>Insulina en ayuno >15 μU /mL</p> <p>Insulina en ayuno ≤15 μU /mL</p>	<p>Cuantitativa Discreta.</p> <p>Cuartiles.</p> <p>Categórica Nominal.</p> <p>>15μU/mL = 1</p> <p>≤15μU/mL = 0</p>
Edad	<p>(ED).</p> <p>Edad reportada al momento de la entrevista.</p>	Edad en años cumplidos.	<p>Cuantitativa Discreta.</p> <p>Terciles.</p>

Sexo	(SE). Características de las estructuras reproductivas, sus funciones, fenotipo y genotipo, que identifican al individuo como femenino o masculino ⁶⁰ .	Sexo reportado al momento de la entrevista.	Categoría Nominal. Femenino: 0 Masculino: 1
Acantosis Nigricans.	(AN). Trastorno cutáneo que produce un incremento de la pigmentación por melanina en el cual se presenta piel oscura, gruesa y aterciopelada en áreas flexibles y pliegues del cuerpo como axilas, cuello, o en otros pliegues. Se asocia con trastornos endocrinos, enfermedades malignas, administración de ciertos medicamentos, o como trastorno hereditario ⁶¹ .	Observación del trastorno cutáneo al momento de la evaluación.	Categoría Nominal. Si= 1 No= 2
Actividad Física.	(AF). Actividades en tiempo libre y actividad física realizada al aire libre reportadas durante la semana anterior a la aplicación del cuestionario.	Actividades realizadas en tiempo libre y tiempo empleado en su realización= Mets minutos/semana. Actividad física realizada al aire libre en Minutos/Semana.	Cuantitativa Continua. Cuartiles. Cuantitativa Continua. Cuartiles.

Consumo de alimentos (macronutrientes).	(CoA). Información referente a las raciones de alimentos y frecuencia de consumo reportada durante la semana anterior a la aplicación del cuestionario.	Kilocalorías totales consumidas/día.	Cuantitativa Continua. Cuartiles.
		Porcentaje de energía consumida por macronutrientes (carbohidratos, proteínas y grasas), azúcares proveniente de carbohidratos, fibra provenientes de carbohidratos, ac.grasos saturados, ac.grasos monoinsaturados, ac.grasos poliinsaturados y ac.grasos trans.	Cuantitativa Continua. Cuartiles.

d. Construcción de variables indicadoras.

Las principales variables de estudio fueron las siguientes: Índice de Masa Corporal (IMC), Circunferencia de Cintura (CC), Triglicéridos en sangre (TGC), Colesterol Total en sangre (CT), Colesterol de lipoproteínas de baja densidad en sangre (C-LDL), Colesterol de lipoproteínas de alta densidad en sangre (C-HDL), Presión arterial (PA), Glucosa en sangre en ayuno (GA), Insulina (IN) de la cual se determinó la Resistencia a la insulina (RI), Acantosis Nigricans (AN), Edad (ED), Sexo (SE), Actividad Física (AF), y Consumo de Alimentos (CoA).

Todas las variables de estudio originales de la base de datos eran variables cuantitativas continuas con excepción de la AN (presente o ausente) y el SE (hombre o mujer) consideradas variables dicotómicas.

Algunas de las variables cuantitativas continuas se categorizaron en terciles, cuartiles, y/o tomando como referencia un punto de corte establecido en la literatura. Dentro de las variables que se categorizaron se encuentran las siguientes:

- **ED:** se mantuvo como variable continua (6 a 16 años) y se generó una nueva variable de esta categorizándola en terciles de acuerdo a la muestra de niños/as evaluada (<9 años, de 9 a 10 años y >10años).
- **IMC:** se mantuvo como variable continua (9.32 a 40.92kg/m²) y se generó una nueva variable de esta categorizándola en cuartiles de acuerdo a la muestra de

niños/as evaluada (<16.25 kg/m², de 16.26 a 18.77 kg/m², de 18.78 a 21.99 kg/m², y >22 kg/m²).

- **CC:** se mantuvo como variable continua (43.8 a 115.2cm) y se generó una nueva variable de esta categorizándola en cuartiles de acuerdo a la muestra de niños/as evaluada (<56.7cm, de 56.8 a 64.5cm, de 64.6 a 74.3cm, y >74.4cm).
- **CT:** se mantuvo como variable continua (54 a 437mg/dL) y se generaron dos nuevas variables a partir de esta; la primera se categorizó en cuartiles de acuerdo a la muestra de niños/as evaluada (<132 mg/dL, de 133 a 155 mg/dL, de 156 a 177 mg/dL, y >178 mg/dL), y la segunda se categorizó tomando como referencia el punto de corte establecido en la literatura de acuerdo al consenso propuesto en la guía de pediatría por la American Heart Association⁶² para el diagnóstico de dislipidemia en niños categorizándose al CT <200mg/dL o ≥200mg/dL como el grupo en riesgo.
- **TGC:** se mantuvo como variable continua (10 a 444mg/dL) y generó una nueva variable a partir de esta categorizándola; como referencia se tomó el punto de corte establecido en la literatura de acuerdo al consenso propuesto en la guía de pediatría por la American Heart Association⁶² para el diagnóstico de dislipidemia en niños categorizándose TGC <200mg/dL o ≥200mg/dL como el grupo en riesgo.
- **C-LDL:** se mantuvo como variable continua (13 a 241mg/dL) y se generaron dos nuevas variables a partir de esta; la primera se categorizó en cuartiles de acuerdo a la muestra de niños/as evaluada (<83 mg/dL, de 84 a 99 mg/dL, de 100 a 118 mg/dL, y >119mg/dL), y la segunda se categorizó tomando como referencia el punto de corte establecido en la literatura de acuerdo al consenso propuesto en la guía de pediatría por la American Heart Association⁶² para el diagnóstico de dislipidemia en niños categorizándose al C-LDL <130mg/dL o ≥130mg/dL como el grupo en riesgo.
- **C-HDL:** se mantuvo como variable continua (16 a 109mg/dL) y se generó una nueva variable a partir de esta categorizándola; como referencia se tomó el punto de corte establecido en la literatura de acuerdo al consenso propuesto en la guía de pediatría por la American Heart Association⁶² para el diagnóstico de dislipidemia en niños categorizándose C-HDL ≥40mg/dL o <40mg/dL como el grupo en riesgo.
- **PA:** se mantuvo como variable continua (60 a 160mmHg en la PAsistólica y 30 a 105mmHg en la PAdiastólica) y se generó una nueva variable a partir de esta categorizándola; como referencia se tomó el punto de corte establecido en la literatura de acuerdo al consenso propuesto en la guía de pediatría por la American Heart Association⁶² para el diagnóstico de prehipertensión en niños categorizándose la PA <120/80mmHg o ≥120/80mmHg como el grupo en riesgo.
- **GA:** se mantuvo como variable continua (45 a 117mg/dL) y se generaron dos nuevas variables a partir de esta; la primera se categorizó en cuartiles de acuerdo a la muestra de niños/as evaluada (<76mg/dL, de 77 a 82 mg/dL, de 83 a 88 mg/dL, y >89mg/dL), y la segunda se categorizó tomando como referencia el punto de corte establecido en la literatura de acuerdo a las recomendaciones propuestas

por la American Diabetes Association (ADA)^{21,63} para el diagnóstico de prediabetes en niños categorizándose GA <100mg/dL o \geq 100mg/dL como el grupo en riesgo.

- **IN:** se mantuvo como variable continua (0.2 a 105.64 $\mu\text{U/mL}$) y se generaron dos nuevas variables a partir de esta; la primera se categorizó en cuartiles de acuerdo a la muestra de niños/as evaluada (<2.82 $\mu\text{U/mL}$, de 2.83 a 6.04 $\mu\text{U/mL}$, de 6.05 a 10.25 $\mu\text{U/mL}$, y >10.26 $\mu\text{U/mL}$), y la segunda se categorizó tomando como referencia el punto de corte establecido en la literatura de acuerdo a las recomendaciones establecidas por diversos autores^{5,8,21,30} para el diagnóstico de resistencia a la insulina en niños categorizándose RI con un nivel de insulina en ayuno >15 $\mu\text{U/mL}$.
- **AF:** se mantuvo como variable continua (0 a 24,428.5 METs a la semana en la AF en tiempo libre y 0 a 2,175 Min a la semana en la AF al aire libre) y se generó una nueva variable de estas categorizándolas en cuartiles de acuerdo a la muestra de niños/as evaluada (<1009.3METs, de 1009.4 a 2162.5 METs, de 2162.6 a 3890.6METs, y >3890.626 METs en la AF en tiempo libre; y <150 Min/sem, de 150.1 a 331.2 Min/sem, de 331.3 a 622.5 Min/sem, y >622.51 Min/sem en la AF al aire libre).
- **CoA:** se mantuvo como variable continua (623.81 a 6386.038 kcals respecto al consumo total de energía) y se generó una nueva variable de esta categorizándola en cuartiles de acuerdo a la muestra de niños/as evaluada (<2460.1kcals, de 2460.2 a 3064.4kcals, de 3064.5 a 3815.6, y \geq 3815.7kcals). Dentro del CoA también se evaluó (como variable cuantitativa continua y categorizada en cuartiles) el porcentaje de energía consumida por macronutrientes (carbohidratos, proteínas y grasas), azúcares proveniente de carbohidratos, fibra provenientes de carbohidratos, ac.grasos saturados, ac.grasos monoinsaturados, ac.grasos poliinsaturados y ac.grasos trans.

Posteriormente se generaron nuevas categorías de aquellas variables que formarían parte de los componentes de cada uno de los criterios diagnósticos de SM. Así, las variables generadas se dividieron en categorías dependiendo de los puntos de corte delimitados de cada uno de los criterios diagnósticos a evaluar. Dentro de las variables que se categorizaron se encuentran las siguientes:

- **CC:** se generaron nuevas variables a partir de la variable original categorizándolas de acuerdo a los criterios diagnósticos a evaluar. Las categorías generadas fueron las siguientes:
 - Según Ferranti et al: CC \leq percentil 75 o >percentil 75 (74.4cm) como el grupo en riesgo.
 - Según Cook et al. , Ford et al.,Duncan et al. y NCEP - ATP III e IDF: CC <percentil 90 o \geq percentil 90 (82.8cm) como grupo en riesgo.
- **TGC:** se generaron nuevas variables a partir de la variable original categorizándolas de acuerdo a los criterios diagnósticos a evaluar. Las categorías generadas fueron las siguientes:
 - Según Cook et al. , Ford et al.,Duncan et al. y NCEP - ATP III: TGC <110mg/dL o \geq 110mg/dL como el grupo en riesgo.

- Según Ferranti et al: TGC <100mg/dL o \geq 100mg/dL como el grupo en riesgo.
- Según Cruz et al: TGC <percentil 90 o \geq percentil 90 (154mg/dL) como el grupo en riesgo.
- Según IDF: TGC <150mg/dL o \geq 150mg/dL como el grupo en riesgo.
- **C-HDL:** se generaron nuevas variables a partir de la variable original categorizándolas de acuerdo a los criterios diagnósticos a evaluar. Las categorías generadas fueron las siguientes:
 - Según Cook et al. , Ford et al.,Duncan et al. y NCEP - ATP III: HDL >40mg/dL o \leq 40mg/dL como el grupo en riesgo.
 - Según Ferranti et al: HDL \geq 50mg/dL o <50mg/dL como el grupo en riesgo.
 - Según Cruz et al: HDL >percentil 10 o \leq percentil 10 (35mg/dL) como el grupo en riesgo.
 - Según IDF: HDL \geq 40mg/dL o <40mg/dL como el grupo en riesgo.
- **PA:** se generaron nuevas variables a partir de la variable original categorizándolas de acuerdo a los criterios diagnósticos a evaluar. Las categorías generadas fueron las siguientes:
 - Según Cook et al. , Ford et al.,Duncan et al. y NCEP - ATP III: PA sistólica o diastólica <percentil 90 o \geq percentil 90 (110/79 mmHg) como el grupo en riesgo.
 - Según Ferranti et al. y Cruz et al: PA sistólica o diastólica \leq percentil 90 o >percentil 90 (111/80mmHg) como el grupo en riesgo.
 - Según IDF: PA sistólica o diastólica <130/85mmHg o \geq 130/85mmHg como el grupo en riesgo.
- **GA:** se generaron nuevas variables a partir de la variable original categorizándolas de acuerdo a los criterios diagnósticos a evaluar. Las categorías generadas fueron las siguientes:
 - Según Cook et al. , Ford et al.,Duncan et al. y Ferranti et al.: GA <110mg/dL o \geq 110mg/dL como el grupo en riesgo.
 - Según NCEP - ATP III, Cruz et al e IDF: GA <100mg/dL o \geq 100mg/dL como el grupo en riesgo.

Dentro del análisis estadístico se evaluaron tanto las variables en su forma cuantitativa continua como en su forma categórica.

Después de haber generado cada una de las nuevas variables categóricas, consideradas componentes de cada criterio diagnóstico, se prosiguió a conformar cada criterio diagnóstico de SM sumando aquellas variables (componentes) específicas de cada uno. Las variables en las que no se contara con información completa en el total de la muestra estudiada (2599 niños/as) referente a estudios bioquímicos (CT,TGC,C-HDL,C-LDL, GA, IN), PA (sistólica o diastólica), o mediciones antropométricas (CC e IMC) se consideraron individuos dentro de la categoría del grupo sin riesgo. Dentro de la información faltante se encontró ausencia del registro de: CC en 4 individuos; IMC en 3 individuos; PA sistólica y diastólica en 11 individuos; CT,TGC,C-HDL,C-LDL, y GA en 125 individuos; e IN en 1192 individuos, cabe mencionar que en esta última variable la información faltante se

categorizó tomando como referencia la GA disponible de aquellos niños que no tenían IN, considerándose dentro del grupo en riesgo a aquellos niños con GA con un punto de corte >100mg/dL en base a la recomendación propuesta por la ADA^{21,63}.

Los puntos de corte de cada uno de los criterios diagnósticos se definieron considerando a un niño con SM al presentar tres o más de los cinco componentes en los criterios de NCEP - ATP III; Cook et al., Ford et al., Duncan et al; Ferranti et al., y Cruz et al; y con la presencia de obesidad central más dos o más del resto de los componentes en el criterio de IDF. Cabe mencionar que en este último criterio se determinó el riesgo en base a toda la población (2599 niños/as) y a su vez se aplicó únicamente para aquellos niños/as de 10 a 15 años ya que dicho consenso indica que en niños menores de 10 años no se puede diagnosticar síndrome metabólico y en aquellos ≥ 16 años se aplicarán los criterios de la IDF para adultos. Después de haber conformado cada uno de los criterios diagnósticos de SM se determinó la proporción de niños/as con síndrome metabólico de acuerdo a cada uno de los criterios diagnósticos.

Posteriormente se evaluó la proporción de niños/as con síndrome metabólico de acuerdo a variables como ED, IMC, CC, CT, TGC, C-LDL, C-HDL, PA, GA, RI, AN, AF, y CA en relación a cada uno de los criterios diagnósticos de SM. El análisis de las variables se realizó de acuerdo a su forma categórica y cuantitativa continua.

Se realizaron matrices de correlación para observar la relación entre cada uno de los criterios diagnósticos y las variables de ED, SE, IMC, CC, PA (sistólica y diastólica), GA, IN, HOMA, AN, CT, TGC, C-HDL, C-LDL, AF y CoA; en su forma categórica y cuantitativa continua.

Se generó una nueva variable para conformar el índice HOMA como método utilizado para cuantificar la RI. Esta variable se estimó a partir de la glucosa en ayuno y los niveles de insulina basal por medio de la siguiente fórmula: $RI: \text{glucosa (mg/dL)} * \text{insulina } (\mu U/ml) / 22$.⁵⁶⁴ La variable se mantuvo como continua (0.55 a 511.76) y se generaron dos nuevas variables a partir de esta; la primera se categorizó en cuartiles de acuerdo a la muestra de niños/as evaluada (<9.66, de 9.67 a 21.57, de 21.58 a 37.47, y >37.47), y la segunda se categorizó tomando como referencia el punto de corte establecido en la literatura de acuerdo a Sharma S y Fleming S⁶⁴ para determinar RI en niños, categorizándose como RI al presentar un Índice HOMA ≥ 2.5 . Se evaluó la proporción de niños/as con síndrome metabólico en relación con la variable HOMA (en su forma categórica y cuantitativa continua) de acuerdo a cada uno de los criterios diagnósticos de SM. Debido a que se tenía información faltante de IN en 1192 individuos, el índice HOMA se categorizó tomando como referencia la GA disponible de aquellos niños que no tenían IN, considerándose dentro del grupo ≥ 2.5 a aquellos niños con GA con un punto de corte >100mg/dL. En el presente análisis todos los niños sin dato fueron clasificados como no riesgo por este criterio.

Se analizó la relación del índice HOMA con la finalidad de evaluar si podría emplearse como Gold Standard (GS) frente a los criterios diagnósticos de SM evaluados. Dicho análisis se realizó de dos formas: con la información faltante de IN en 1192 niños (únicamente con 1405 niños), e incluyendo los 1192 niños de acuerdo al punto de corte de GA mencionado previamente (2474 niños). Se calculó la sensibilidad, especificidad, valores predictivos positivo y negativo, y razón de verosimilitudes comparando al índice

HOMA como GS frente a cada uno de los criterios diagnósticos evaluados (NCEP-ATPIII; Cook et al, Ford et al y Duncan et al; Ferranti et al; Cruz et al; e IDF). Bajo este criterio se descarto el HOMA como GS por su baja sensibilidad y especificidad.

Posteriormente se realizó la conformación del GS combinando los cinco criterios diagnósticos evaluados. Se combinó la población en riesgo de SM determinada por cada uno de los criterios diagnósticos (NCEP-ATPIII; Cook et al, Ford et al y Duncan et al; Ferranti et al; Cruz et al; e IDF) uniendo la categoría de riesgo de uno y/o los demás criterios diagnósticos. De esta forma, la categoría de riesgo de SM del GS se conformó agrupando la población en riesgo determinada por cada uno de los criterios diagnósticos, sin duplicar a un niño considerado previamente en riesgo por uno u otro criterio diagnóstico. Se calculó la sensibilidad, especificidad, valores predictivos positivo y negativo, y razón de verosimilitudes comparando al GS frente a cada uno de los criterios diagnósticos evaluados (NCEP-ATPIII; Cook et al, Ford et al y Duncan et al; Ferranti et al; Cruz et al; e IDF). Se analizó la conformación del GS incluyendo al criterio diagnóstico identificado con mayor sensibilidad y especificidad (de Ferranti et al.) frente al resto de los criterios diagnósticos evaluados y sin incluirlo dentro de la conformación del GS. Para descartar que fuera este quien estuviera determinando el poder que tenía el GS.

Para determinar la nueva propuesta del criterio diagnóstico de SM en niños mexicanos se analizaron aquellos componentes incluidos en los criterios diagnósticos evaluados previamente, tomando en cuenta mediciones antropométricas (CC), de PA (sistólica y diastólica) y parámetros bioquímicos (TGC,C-HDL,GA) con los distintos puntos de corte. Asimismo, se evaluaron componentes no incluidos en los criterios diagnósticos como AN, IN, e índice HOMA empleando los puntos de corte mencionados anteriormente por la literatura^{5,8,21,30,64}. Otros componentes a evaluar dentro de la nueva propuesta del criterio diagnóstico fueron el índice cintura-cadera (ICC), IMC, presión arterial media (PAM), CT, y C-LDL.

El cálculo del ICC resultó de dividir el perímetro de la cintura por el perímetro de la cadera. El ICC se mantuvo como variable continua (0.68 a 1.12cm) y se generaron tres nuevas variables a partir de esta; la primera se categorizó tomando como referencia el punto de corte establecido en la literatura de acuerdo a la recomendación propuesta por Cabrera-Rode Eduardo et al⁶⁵ para el diagnóstico de SM en niños y adolescentes categorizándose al ICC \geq percentil 90 como el grupo en riesgo; la segunda se categorizó tomando como referencia el punto de corte establecido en la literatura de acuerdo a Ruiz Jiménez Miguel A.⁶⁶ considerando al ICC como factor de riesgo cardiovascular en niños, diagnosticando obesidad al categorizarse con los siguientes puntos de corte: >1 en hombres y >0.9 en mujeres; la tercer variable de ICC se categorizó tomando como referencia el punto de corte establecido en la literatura de acuerdo a González Garrido José A.⁶⁷ considerando al ICC como factor para desarrollar complicaciones metabólicas en adultos, determinando un riesgo elevado a partir de los siguientes puntos de corte: >0.95 en hombres y >0.85 en mujeres.

El cálculo de IMC resultó dividiendo el peso corporal expresado en kilogramos por la talla elevada al cuadrado expresada en metros. El IMC se mantuvo como variable continua (9.23 a 40.92kg/m²) y se generaron dos nuevas variables a partir de esta; ambas se categorizaron tomando como referencia puntos de corte establecidos en la literatura de

acuerdo a la CDC^{8,10,21,40} ; la primer variable se categorizó de acuerdo al diagnóstico de sobrepeso en niños con un IMC \geq percentil 85 como el grupo en riesgo; y la segunda variable se categorizó de acuerdo al diagnóstico de obesidad en niños con un IMC \geq percentil 95 como el grupo en riesgo.

El cálculo de PAM resultó de multiplicar la PA diastólica por dos, sumarla a la PA sistólica y dividir el resultado entre tres. La PAM se mantuvo como variable continua (80 a 257.3mmHg) y se generaron dos nuevas variables a partir de esta; ambas variables se categorizaron tomando como referencia puntos de corte establecidos en la literatura por Falkner B. y Gidding S. S²⁵ y de acuerdo a los criterios diagnósticos (NCEP-ATPIII; Cook et al, Ford et al y Duncan et al; Ferranti et al; y Cruz et al.) para el diagnóstico de prehipertensión en niños; la primer variable se categorizó a la PAM con un punto de corte \geq percentil 90 como el grupo en riesgo; y la segunda variable se categorizó con un punto de corte $>$ percentil 90 como el grupo en riesgo.

El CT se mantuvo como variable continua (54 a 437mg/dL) y dentro de la nueva propuesta se evaluó el punto de corte establecido en la literatura de acuerdo al consenso propuesto en la guía de pediatría por la American Heart Association⁶² para el diagnóstico de dislipidemia en niños considerándose al CT \geq 200mg/dL como el grupo en riesgo.

El C-LDL se mantuvo como variable continua (13 a 241mg/dL) y dentro de la nueva propuesta se evaluó el punto de corte establecido en la literatura de acuerdo al consenso propuesto en la guía de pediatría por la American Heart Association⁶² para el diagnóstico de dislipidemia en niños considerándose al C-LDL \geq 130mg/dL como el grupo en riesgo.

Con todos estos elementos, para determinar la nueva propuesta del criterio diagnóstico de SM en niños mexicanos se realizaron 348 combinaciones tomando en cuenta mediciones antropométricas (CC, ICC, e IMC), PA (sistólica y diastólica), PAM, y parámetros bioquímicos (TGC, CT, C-LDL, C-HDL, GA, IN, e índice HOMA) con los distintos puntos de corte de cada uno de los componentes y tomando en consideración el diagnóstico de SM al presentar dos o más, tres o más, o cuatro o más de los cinco, seis ó siete componentes considerados para el diagnóstico de SM en niños y para cada combinación se analizaron los valores de pruebas de sensibilidad diagnóstica.

Inicialmente, se realizaron combinaciones tomando en cuenta los mismos componentes incluidos en los criterios diagnósticos evaluados (NCEP-ATPIII; Cook et al, Ford et al y Duncan et al; Ferranti et al; Cruz et al; e IDF) con variación en los puntos de corte e incluyendo los componentes de AN, IN, e índice HOMA. Posteriormente se realizaron combinaciones tomando en cuenta mediciones antropométricas (CC, ICC e IMC), PA (sistólica y diastólica), PAM, y parámetros bioquímicos (TGC, CT, C-LDL, C-HDL, GA, IN, e índice HOMA). También se realizaron combinaciones de nuevas propuestas de criterios diagnósticos categorizándolas de la siguiente forma:

- *Criterios diagnósticos sin necesidad de parámetros bioquímicos:* considerando únicamente mediciones antropométricas, PA (sistólica y diastólica), y PAM.
- *Criterios diagnósticos eligiendo únicamente un parámetro bioquímico:* considerando mediciones antropométricas, PA (sistólica y diastólica), PAM, y GA.

- *Criterios diagnósticos eligiendo dos parámetros bioquímicos:* considerando mediciones antropométricas, PA (sistólica y diastólica), PAM, GA, TGC, CT, C-LDL, y C-HDL.

En cada una de las combinaciones realizadas se evaluaron variaciones en los puntos de corte de cada uno de los componentes mencionados anteriormente y se tomó en consideración el diagnóstico de SM al presentar dos o más, tres o más, o cuatro o más de los cinco, seis ó siete componentes considerados para el diagnóstico de SM en niños.

Se calculó la sensibilidad, especificidad, valores predictivos positivo y negativo, y razón de verosimilitudes comparando al GS frente a cada una de las 348 propuestas de criterios diagnósticos de SM. Se eligieron aquellas propuestas con mayor sensibilidad y especificidad frente al GS y se compararon con el criterio diagnóstico con mayor sensibilidad y especificidad de los previamente evaluados (NCEP-ATPIII; Cook et al, Ford et al y Duncan et al; Ferranti et al; Cruz et al; e IDF). Finalmente se evaluó la relación costo-beneficio de cada una de las propuestas elegidas determinando el costo que implicaría utilizar dicho criterio para el diagnóstico de SM. Dicho análisis se realizó investigando costos de tiras reactivas de marca “Accutrend Plus” y “CardioCheck P.A.” para la determinación de parámetros bioquímicos de GA, CT, C-LDL, C-HDL, y TGC; así como costos de los mismos parámetros bioquímicos más el parámetro de IN en un laboratorio de Cuernavaca, Morelos. De esta forma el costo de cada propuesta elegida se determinó sumando el costo individual de cada prueba bioquímica que conformaba cada uno de los criterios diagnósticos propuestos. Por último, se eligieron aquellas propuestas de criterios diagnósticos que pudieran estar cercanos a la sensibilidad y especificidad frente al GS y que pudieran definirse de mejor costo-beneficio para el diagnóstico de SM en niños mexicanos.

RESULTADOS.

La población de estudio consistió en 2599 niños/as de la Ciudad de México (Zona Poniente, Oriente, Norte y Sur); de la población 53% eran mujeres y 47% hombres con una edad entre 6 y 16 años con media de 9.4 ± 2.3 años. Dentro de las mediciones antropométricas la población presentó un IMC promedio de $19.58 \pm 4.25 \text{ kg/m}^2$ y CC de $66.63 \pm 11.97 \text{ cm}$; la media de PA sistólica fue de $98.61 \pm 11.16 \text{ mmHg}$ y diastólica de $66.17 \pm 8.93 \text{ mmHg}$ considerándose ambos dentro de los rangos normales de presión arterial. Con respecto a los parámetros bioquímicos la población presentó valores de CT con una media de 157.08 ± 50.41 , TG 92.48 ± 47.82 , C-LDL 101.81 ± 26.90 , C-HDL 50.74 ± 12.88 , GA 81.86 ± 9.29 , e IN 7.59 ± 7.64 , por lo que puede observarse que la mayoría de los parámetros se encontraban dentro de los rangos considerados normales en la población pediátrica^{21,62,63} con excepción del CT, C-HDL e IN los cuales se encontraron fuera de los rangos normales^{5,8,21,30,62} (Tabla1).

Tabla1. Características de 2599 niños y adolescentes residentes de la Ciudad de México (Zona Poniente, Oriente, Norte y Sur).

Variable	n	%	media	DE	Min	Max
Edad						
Hombre	1223	47.0	9.3	2.2	6	16
Mujer	1376	52.9	9.56	2.33	6	16
IMC (kg/m²)	2596	99.9	19.58	4.25	9.23	40.92
Circunferencia Cintura (cm)	2595	99.8	66.34	11.97	43.8	115.2
Colesterol Total (mg/dL)	2474	95.2	157.08	50.41	54	437
Triglicéridos (mg/dL)	2474	95.2	92.48	47.82	10	444
Colesterol LDL (mg/dL)	2474	95.2	101.81	26.90	13	241
Colesterol HDL (mg/dL)	2474	95.2	50.74	12.88	16	109
Presión Arterial (mmHg)						
Sistólica	2589	99.6	98.61	11.16	60	160
Diastólica	2588	99.6	66.17	8.93	30	105
Glucosa en Ayuno (mg/dL)	2474	95.2	81.86	9.29	45	117
Insulina (μU/mL)	1407	54.1	7.59	7.64	0.2	105.64
Actividades en tiempo libre (METs min/sem)	2478	95.3	2,867.9	2,624.2	0	2,4428.5
Actividad Física al aire libre (min/sem)	2478	95.3	441.6	403.05	0	2,175
Consumo de Energía						
Total (kilocalorías)	2522		3,186.0	1,030.6	623.8	6,386.0
Carbohidratos (%)	2522	97	57.20	5.07	34.3	76.0
Lípidos (%)	2522	97	28.28	4.60	11.4	53.7
Proteínas (%)	2522	97	14.52	1.87	6.2	24.5

En el análisis de la población de estudio algunas variables mostraron diferencias estadísticamente significativas por género con un valor $p < 0.05$.

El 37.1% de las mujeres fueron <9 años en comparación con 39.3% de hombres y se observó una mayor proporción de mujeres >10 años (36.3%) en comparación con 31% de hombres ($p=0.016$). Con respecto al C-HDL, se notó una mayor proporción de hombres (23.4%) con un C-HDL<40mg/dL en comparación con las mujeres (15.6%) ($p=0.000$). En cuanto a la relación porcentual de glucosa en ayuno se advirtió una proporción de mujeres del 3.7% con glucosa ≥ 100 mg/dL en comparación con 1.5% de los hombres ($p=0.001$). Al evaluar de presencia de RI en niños, establecida como un nivel de insulina en ayuno mayor a $15\mu\text{U/mL}$ ^{5,8,21,30}, se observó una proporción del 12.9% en hombres con insulina >15 $\mu\text{U/mL}$ en comparación con 9.1% en las mujeres ($p=0.021$). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en CT, TGC, C-LDL ni PA (Tabla 2).

Tabla2. Análisis de las variables por género.

Variable	Mujer		Hombre		Total		p
Edad (años)	n	%	n	%	n	%	0.016
< 9	510	37.1	481	39.3	991	38.1	
9 a 10	367	26.7	363	29.7	730	28.1	
>10	499	36.3	379	31.0	878	33.8	
IMC (kg/m²)							0.509
<16.25	357	26.0	294	24.1	651	25.1	
16.26-18.77	338	24.6	312	25.6	650	25.0	
18.78-21.99	330	24.0	316	25.9	646	24.9	
>22	350	25.5	299	24.5	649	25.0	
Circunferencia Cintura (cm)							0.504
<56.7	340	24.8	313	25.6	653	25.2	
56.8 a 64.5	332	24.2	316	25.9	648	25.0	
64.6 a 74.3	349	25.3	306	25.1	655	25.2	
>74.4	353	25.7	286	23.4	639	24.6	
Colesterol Total (mg/dL)							0.097
< 200mg/dL	1,162	89.1	1,066	91.1	2,228	90.0	
≥ 200 mg/dL	142	10.8	104	8.8	246	9.9	
Triglicéridos (mg/dL)							0.513
<200 mg/dL	1,255	96.2	1,120	95.7	2,375	96.0	
≥ 200 mg/dL	49	3.8	50	4.3	99	4.0	
Colesterol LDL (mg/dL)							0.704
< 130 mg/dL	1,127	86.4	1,005	85.9	2132	86.2	
≥ 130 mg/dL	177	13.6	165	14.1	342	13.8	
Colesterol HDL (mg/dL)							0.000
≥ 40 mg/dL	1,100	84.4	896	76.6	1,996	80.7	
< 40mg/dL	240	15.6	274	23.4	478	19.3	

Presión Arterial (mmHg)							
P.Sistólica <120	1,310	95.5	1,168	96	2,478	95.7	0.537
≥120	62	4.5	49	4.0	111	4.3	
P.Diastólica <80	1,249	91.1	1,087	89.3	2336	90.3	0.127
≥80	122	8.9	130	10.7	252	9.7	
Glucosa en Ayuno (mg/dL)							
<100	1,256	96.3	1,152	98.5	2,408	97.3	0.001
≥100	48	3.7	18	1.5	66	2.7	
Insulina (μU/mL)							
≤15	681	90.9	573	87.1	1,254	89.1	0.021
>15	68	9.1	85	12.9	153	10.9	
Acantosis							
Presente	352	25.9	355	29.4	707	27.6	0.050
Ausente	1,005	74.1	852	70.6	1,857	72.4	
Actividad física al aire libre (min /sem)							
<150	312	24.0	315	26.7	627	25.3	0.001
150.1 a 331.2	301	23.2	315	26.7	616	24.9	
331.3 a 622.5	321	24.7	297	25.2	618	24.9	
>622.6	365	28.1	252	21.4	617	24.9	
Consumo de Alimentos (kilocalorías/día)							
<2460.1	333	25.1	298	24.9	631	25.0	0.892
2460.2 a 3064.4	323	24.4	307	25.7	630	25.0	
3064.5 a 3815.6	334	25.2	297	24.8	631	25.0	
>3815.7	336	25.3	294	24.6	630	25.0	

En el análisis de los criterios diagnósticos de SM, al evaluar los distintos puntos de corte de cada uno de los componentes se mostraron algunas diferencias estadísticamente significativas por género ($p < 0.05$). Con respecto a la relación porcentual de CC en base a los criterios diagnósticos de Cook et al., Ford et al., Duncan et al; Cruz et al; NCEP - ATP III; e IDF se apreció una proporción de 11.4% mujeres con una CC \geq percentil 90 (82.8 cm) en comparación con 8.4% de hombres ($p = 0.011$). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas por género en la definición de Ferranti et al.

Considerando la relación porcentual de TG con respecto a los criterios diagnósticos de SM de Cook et al. , Ford et al., Duncan et al; y NCEP - ATP III , se notó una mayor proporción de hombres (28.6%) con TG ≥ 110 mg/dL en comparación con las mujeres (22.6%) ($p = 0.001$). Asimismo, al evaluar esta relación con el criterio de Ferranti et al., se percibió una proporción de 35% de hombres con TG ≥ 100 mg/dL en comparación con 29.1% mujeres ($p = 0.001$). Al evaluar esta misma relación con los criterios de Cruz et al. e IDF, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas por género.

Comparando la relación porcentual de C-HDL de acuerdo a los criterios diagnósticos de Cook et al., Ford et al.,Duncan et al, y NCEP - ATP III , se notó que 26% de hombres presentaban un C-HDL \leq 40mg/dL en comparación 18.4% de las mujeres (p=0.000). Al evaluar esta misma relación con los criterios de Ferranti et al., Cruz et al., e IDF (p=0.000, p=0.003 y p=0.000 respectivamente), se observó 52.6% de hombres con C-HDL <50mg/dL en comparación con 45% de las mujeres en el criterio de Ferranti et al.; mayor proporción de hombres (13.4%) con C-HDL \leq percentil 10 (35mg/dL) en comparación con las mujeres (9.7%) en la definición de Cruz et al.; y 23.4% de hombres con C-HDL <40mg/dL en comparación con 15.6% de las mujeres en el criterio de IDF.

Al evaluar la relación porcentual de PA sistólica de acuerdo a los criterios diagnósticos de Cook et al. , Ford et al.,Duncan et al; y NCEP - ATP III , se observó una mayor proporción de mujeres (22.2%) con PA sistólica \geq percentil 90(110mmHg) en comparación con los hombres (18.5%) (p=0.021). Sin embargo, al evaluar la relación de PA diastólica de acuerdo a los mismos criterios, se notó una mayor proporción de hombres (10.9%) con PA diastólica \geq percentil 90(79mmHg) en comparación con las mujeres(9.3%) (p=0.160). Al evaluar esta misma relación en base a los criterios de Ferranti et al., Cruz et al., e IDF., no se encontraron diferencias estadísticamente significativas por género.

Con respecto a la relación porcentual de glucosa con los criterios diagnósticos de Cook et al., Ford et al.,Duncan et al, y Ferranti et al. , se observó 0.5% de las mujeres con una glucosa \geq 110mg/dL en comparación con 0.3% de hombres (p=0.467). Sin embargo, al evaluar esta relación con los criterios de Cruz et al, NCEP - ATP III, e IDF, se percibió mayor proporción de mujeres (3.7%) con una glucosa \geq 100mg/dL en comparación con los hombres (1.5%) (p=0.001). (Tabla 3).

Tabla3. Relación porcentual de los Componentes de Criterios Diagnósticos por género.

Criterio diagnóstico	Variable	Mujer		Hombre		Total		p
		n	%	n	%	n	%	
Cook et al. , Ford et al. y Duncan et al. , Cruz et al, NCEP - ATPIII, IDF.	Circunferencia Cintura							0.011
	<p90	1,219	88.6	1,120	91.6	2,335	90.0	
	\geq p90(82.8cm)	157	11.4	103	8.4	260	10.0	
Ferranti et al.	\leq p75	1,021	74.3	935	76.6	1,956	75.4	0.181
	>p75 (74.4cm)	353	25.7	286	23.4	639	24.6	
Cook et al. , Ford et al. y Duncan et al. , NCEP - ATPIII.	Triglicéridos							0.001
	<110mg/dL	1,009	77.4	836	71.4	1,845	74.6	
	\geq 110mg/dL	295	22.6	334	28.6	629	25.4	
Ferranti et al.	<100mg/dL	925	70.9	760	65.0	1,685	68.1	0.001
	\geq 100mg/dL	379	29.1	410	35.0	789	31.9	
Cruz et al.	<p90	925	70.9	760	65.0	1,685	68.1	0.268
	\geq p90(154mg/dL)	379	29.1	410	35.0	789	31.9	
IDF.	<150 mg/dL	1,168	89.6	1034	88.4	2,202	89.0	0.343
	\geq 150 mg/dL	136	10.4	136	11.6	272	11.0	

Cook et al. , Ford et al. y Duncan et al., NCEP - ATPIII.	Colesterol HDL					0.0001	
	>40mg/dL	1,064	81.6	866	74.0		1,930
	≤ 40mg/dL	240	18.4	304	26.0	544	22.0
Ferranti et al.	≥50mg/dL	716	55.0	555	47.4	1,271	51.0
	< 50mg/dL	588	45.0	615	52.6	1,203	49.0
Cruz et al.	>p10	1,178	90.3	1,013	86.6	2,191	88.6
	≤p10 (35mg/dL)	126	9.7	157	13.4	283	11.4
IDF.	≥40mg/dL	1,100	84.4	896	76.6	1,996	80.7
	<40mg/dL	204	15.6	274	23.4	478	19.3
Cook et al. , Ford et al. y Duncan et al., NCEP - ATPIII.	Presión Arterial						
	P.sistólica <p90	1,068	77.8	992	81.5	2,060	79.6
	≥p90 (110mmHg)	304	22.2	225	18.5	529	20.4
	P.diastólica <p90	1,244	90.7	1,084	89.1	2,328	90.0
	≥p90 (79mmHg)	127	9.3	133	10.9	260	10.0
Ferranti et al, Cruz et al.	P.sistólica ≤p90	1,230	89.7	1,108	91.0	2,338	90.3
	≥ p90 (111mmHg)	142	10.4	109	9.0	251	9.7
	P.diastólica ≤ p90	1,244	90.7	1,084	89.1	2,328	90.0
	> p90 (80mmHg)	127	9.3	133	10.9	260	10.
IDF.	P.sistólica <130mmHg	1,356	98.8	1,207	99.2	2,563	99.0
	≥130mmHg	16	1.2	10	0.8	26	1.0
	P.diastólica <85mmHg	1,333	97.2	1,185	97.4	2,518	97.3
	≤85mmHg	38	2.8	32	2.6	70	2.7
Cook et al. , Ford et al. y Duncan et al., Ferranti et al.	Glucosa en Ayuno (mg/dL)						
	<110	1,297	99.5	1,166	99.7	2,463	99.6
	≥110	7	0.5	4	0.3	11	0.4
NCEP-ATPIII, Cruz et al, IDF.	<100	1,256	96.3	1,152	98.5	2,408	97.3
	≥100	48	3.7	18	1.5	66	2.7

En el análisis de los criterios diagnósticos de SM, al evaluar los distintos puntos de corte de cada uno de los componentes se mostraron diferencias estadísticamente significativas comparando todos los criterios diagnósticos entre sí ($p < 0.05$). Con respecto a la relación porcentual de CC en base a los criterios diagnósticos de Cook et al., Ford et al., Duncan et al; Cruz et al; NCEP - ATP III; e IDF se apreció una proporción de 10% de individuos en riesgo de SM (CC \geq percentil 90) en comparación con 24.6% de individuos en riesgo de SM con el criterio de Ferranti et al ($p = 0.0001$).

Considerando la relación porcentual de TG con respecto a los criterios diagnósticos de SM de Cook et al. , Ford et al., Duncan et al; y NCEP - ATP III , se notó una proporción de individuos en riesgo de SM de 24.2% con TG ≥ 110 mg/dL en comparación con el criterio de Ferranti et al con 30.3% individuos en riesgo (TG ≥ 100 mg/dL), 9.6% de los individuos con el criterio de Cruz et al., y 10.4% de los individuos según el criterio diagnóstico de IDF

(p=0.0001). Comparando la relación porcentual de C-HDL de acuerdo a los criterios diagnósticos de Cook et al., Ford et al.,Duncan et al, y NCEP - ATP III , se notó que 20.9% de los individuos se encontraban en riesgo de presentar SM (con ≤ 40 mg/dL) en comparación con 46.3% individuos con el criterio de Ferranti et al. (con < 50 mg/dL), 10.9% de los individuos según el criterio de Cruz et al., y 18.4% de los individuos con el criterio de IDF (p=0.0001).

Al evaluar la relación porcentual de PA sistólica de acuerdo a los criterios diagnósticos de Cook et al. , Ford et al.,Duncan et al; y NCEP - ATP III , se observó una mayor proporción de individuos (20.3%) con PA sistólica \geq percentil 90(110mmHg) en comparación con 9.7% de los individuos con los criterios de Ferranti et al. y Cruz et al., y 1% de los individuos según el criterio de IDF (p=0.0001).

Con respecto a la relación porcentual de glucosa con los criterios diagnósticos de Cook et al., Ford et al.,Duncan et al, y Ferranti et al. , se observó 0.4% de los individuos con una glucosa ≥ 110 mg/dL en comparación con 2.5% individuos según los criterios de Cruz et al, NCEP - ATP III, e IDF con una glucosa ≥ 100 mg/dL (p=0.0001) (Tabla 3.1).

Tabla3.1. Relación porcentual de los Componentes de Criterios Diagnósticos.

Criterio diagnóstico	Variable	Total		p
		n	%	
Cook et al. , Ford et al. y Duncan et al. , Cruz et al, NCEP - ATPIII, IDF.	Circunferencia Cintura			0.0001
	<p90	2,339	90.0	
	$\geq p90(82.8\text{cm})$	260	10.0	
Ferranti et al.	$\leq p75$	1,960	75.4	0.0001
	$> p75 (74.4\text{cm})$	639	24.6	
Cook et al. , Ford et al. y Duncan et al. , NCEP - ATPIII.	Triglicéridos			0.0001
	$< 110\text{mg/dL}$	1,970	75.8	
	$\geq 110\text{mg/dL}$	629	24.2	
Ferranti et al.	$< 100\text{mg/dL}$	1,810	69.6	0.0001
	$\geq 100\text{mg/dL}$	789	30.3	
Cruz et al.	<p90	2,348	90.3	0.0001
	$\geq p90(154\text{mg/dL})$	251	9.6	
IDF.	$< 150 \text{ mg/dL}$	2,327	89.53	0.0001
	$\geq 150 \text{ mg/dL}$	272	10.4	
Cook et al. , Ford et al. y Duncan et al., NCEP - ATPIII.	Colesterol HDL			0.0001
	$> 40\text{mg/dL}$	2,055	79.0	
	$\leq 40\text{mg/dL}$	544	20.9	
Ferranti et al.	$\geq 50\text{mg/dL}$	1,396	53.7	0.0001
	$< 50\text{mg/dL}$	1,203	46.3	
Cruz et al.	$> p10$	2,316	89.1	0.0001
	$\leq p10 (35\text{mg/dL})$	283	10.9	

IDF.	≥40mg/dL	2,121	81.6	
	<40mg/dL	478	18.4	
Cook et al. , Ford et al. y Duncan et al., NCEP - ATPIII.	Presión Arterial			0.0001
	P.sistólica <p90	2,070	79.6	
	≥p90 (110mmHg)	529	20.3	
	P.diastólica <p90	2,339	90.0	
Ferranti et al, Cruz et al.	≥p90 (79mmHg)	260	10.0	0.0001
	P.sistólica ≤p90	2,348	90.3	
	≥ p90 (111mmHg)	251	9.7	
	P.diastólica ≤ p90	2,347	90.3	
IDF.	> p90 (80mmHg)	252	9.7	0.0001
	P.sistólica <130mmHg	2,573	99.0	
	≥130mmHg	26	1.0	
	P.diastólica <85mmHg	2,529	97.3	
Cook et al. , Ford et al. y Duncan et al., Ferranti et al.	≤85mmHg	70	2.3	0.0001
	Glucosa en Ayuno (mg/dL)			
	<110	2,588	99.6	
NCEP-ATPIII, Cruz et al, IDF.	≥110	11	0.4	0.0001
	<100	2,533	97.5	
	≥100	66	2.5	

Al determinar la proporción de niños/as diagnosticados con SM de acuerdo a cada uno de los criterios diagnósticos, se observó una mayor proporción de individuos diagnosticados con el criterio de Ferranti et al (12.9%) en comparación con 4.8% de Cook et al. , Ford et al. y Duncan et al; 2.6% de Cruz et al; 5.1% de NCEP-ATPIII, y 2% de IDF. Cabe mencionar que con las restricciones de edad (de 10 a 15 años) para el diagnóstico de SM en el criterio de IDF este se consideraría del 3.3% (Tabla 4).

Tabla 4. Proporción de sujetos con diagnóstico de SM de acuerdo a cada uno de los Criterios Diagnósticos evaluados.

Criterio diagnóstico	SM.		Sin SM.		Valor p.	Total.	
	n	%	n	%		n	%
Ferranti et al..	335	12.9	2,264	87.1	0.0001	2,599	100.0
NCEP - ATPIII.	133	5.1	2,466	94.9	0.0001	2,599	100.0
Cook et al. , Ford et al. y Duncan et al.	124	4.8	2,475	95.2	0.0001	2,599	100.0
Cruz et al.	67	2.6	2,532	97.4	0.0001	2,599	100.0
IDF.	53	2.0	2,546	97.9	0.0001	2,599	100.0
IDF (<10 años).	13	0.9	1,352	99.0	0.0001	1,365	100.0

IDF (10 a 15 años).	40	3.3	1,166	96.7	0.0001	1,206	100.0
IDF (≥ 16 años).	0	0.0	6	100.0	0.0001	6	100.0

Con relación a la variable género, en la mayoría de los criterios diagnosticos se encontró una mayor proporción de mujeres con SM en comparación con los hombres. El criterio diagnóstico de NCEP-ATPIII determinó 5.4% de las mujeres con SM en comparación con 4.8% de los hombres ($p=0.52$); según Cook et al., Ford et al, y Duncan et al. 5% de las mujeres en comparación con 4.5% de los hombres presentaron el síndrome ($p=0.540$); al emplear la definición de Ferranti et al., la cual clasificó a una mayor proporción de individuos con SM, diagnosticó a 12.4% de las mujeres con SM en comparación con 13.5% de los hombres ($p=0.390$); la definición de Cruz et al. indicó que 2.5% de las mujeres en comparación con 2.7% de los hombres presentaban el SM ($p=0.720$); y la definición de IDF diagnosticó con SM a 2.3% de las mujeres y 1.7% de los hombres ($p=0.270$). Se notó ausencia de diferencias estadísticamente significativas afirmando que el género del individuo no determinó su condición de riesgo en el presente estudio (Tabla 5).

Tabla 5. Proporción de sujetos con SM de acuerdo a cada uno de los Criterios Diagnósticos y diferencias por género.

Criterio diagnóstico	SM.	Mujer		Hombre		Total		p
		n	%	n	%	n	%	
Cook et al. , Ford et al. y Duncan et al.	Sin SM.	1,307	94.9	1,168	95.5	2,475	95.2	0.537
	SM.	69	5.0	55	4.5	124	4.8	
Ferranti et al.	Sin SM.	1,206	87.7	1,058	86.5	2,264	87.1	0.388
	SM.	170	12.4	165	13.5	335	12.9	
Cruz et al.	Sin SM.	1,342	97.5	1,190	97.3	2,532	97.4	0.715
	SM.	34	2.8	33	2.7	67	2.6	
NCEP - ATPIII.	Sin SM.	1,302	94.6	1,164	95.2	2,466	94.9	0.523
	SM.	74	5.4	59	4.8	133	5.1	
IDF.	Sin SM.	1,344	97.7	1,202	98.3	2,546	97.9	0.273
	SM.	32	2.3	21	1.7	53	2.1	
IDF (<10 años).	Sin SM.	680	98.5	672	99.6	1,365	99.05	0.056
	SM.	10	1.5	3	0.4	13	0.95	
IDF (10 a 15 años).	Sin SM.	661	96.8	527	96.7	1,188	96.7	0.936
	SM.	22	3.2	18	3.3	40	3.3	
IDF (≥ 16 años).	Sin SM.	3	100.0	3	100.0	6	100.0	NA
	SM.	0	0.0	0	0.0	0	0.0	

De acuerdo a la variable edad, en todos los criterios diagnosticos se encontró una mayor proporción niños/as >10años con SM en comparación con aquellos <9años. El criterio diagnóstico de NCEP-ATPIII determinó que 9.2% de los niños/as >10años presentaban

SM en comparación con 1.4% de los niños/as <9años (p=0.000); según Cook et al., Ford et al, y Duncan et al. 8.7% de los niños/as >10años en comparación con 1.3% de los niños/as <9años presentaron el síndrome (p=0.000); al emplear la definición de Ferranti et al. diagnosticó a 21.2% de los niños/as >10años en comparación con 5.1% de los niños/as <9años (p=0.000); la definición de Cruz et al. indicó que 4.2% de los niños/as >10años presentaban el SM en comparación con 0.8% de los niños/as <9años (p=0.000); finalmente la definición de IDF diagnosticó a 3.6% de los niños/as >10años y 0.6% de los niños/as <9años (p=0.000). Todos los criterios diagnosticos presentaron diferencias estadísticamente significativas indicando que la edad del individuo podría determinar la condición de riesgo de presentar SM; cabe mencionar que con las restricciones de edad (de 10 a 15 años) para el diagnóstico de SM en el criterio de IDF no se encontraron diferencias estadísticamente significativas para este grupo de edad (Tabla 6).

Tabla 6. Proporción de sujetos con SM de acuerdo a cada uno de los Criterios Diagnósticos y diferencias por grupo de edad.

Criterio diagnóstico	SM.	<9años		9 a 10 años		>10años		Total		p
		n	%	n	%	n	%	n	%	
Cook et al. , Ford et al. y Duncan et al.	Sin SM.	978	98.7	695	95.2	802	91.3	2,475	95.2	0.0001
	SM.	13	1.3	35	4.8	76	8.7	124	4.8	
Ferranti et al.	Sin SM.	941	94.9	631	86.4	692	78.8	2,264	87.1	0.0001
	SM.	50	5.1	99	13.6	186	21.2	335	12.9	
Cruz et al.	Sin SM.	983	99.2	708	96.9	841	95.8	2,532	97.4	0.0001
	SM.	8	0.8	22	3.1	37	4.2	67	2.6	
NCEP - ATPIII.	Sin SM.	977	98.6	692	94.8	797	90.8	2,466	94.9	0.0001
	SM.	14	1.4	38	5.2	81	9.2	133	5.1	
IDF.	Sin SM.	985	99.4	715	97.5	846	96.4	2,546	97.9	0.0001
	SM.	6	0.6	15	2.5	32	3.6	53	2.1	
IDF (<10 años).	Sin SM.	985	99.4	367	98.1	0	0.0	1,352	99.05	0.032
	SM.	6	0.6	7	1.8	0	0.0	13	0.95	
IDF (10 a 15 años).	Sin SM.	0	0.0	348	97.8	840	96.3	1,188	96.7	0.203
	SM.	0	0.0	8	2.2	32	3.7	40	3.3	
IDF (≥16 años).	Sin SM.	0	0.0	0	0.0	6	100.0	6	100.0	NA
	SM.	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	

Al analizar la proporción de niños/as con SM de acuerdo a las variables de IMC, CT, C-LDL, RI, e índice HOMA (en su forma categórica y cuantitativa continua) en relación a cada uno de los criterios diagnósticos de SM se observó lo siguiente (Tabla 7):

Al comparar la distribución de **IMC** por cuartiles en todos los criterios diagnósticos, se encontró una mayor proporción de niños/as con un IMC >22kg/m² con SM en comparación con aquellos con un IMC <16.25kg/m². El criterio diagnóstico de NCEP-ATPIII determinó que 0.15% de los niños/as con un IMC <16.25kg/m² en comparación con 18.6% de los niños/as con un IMC >22kg/m² presentaron SM (p=0.000); según Cook et al., Ford et al, y Duncan et al. 0.15% de los niños/as con IMC <16.25kg/m² en comparación con 17.7% de los niños/as con IMC >22kg/m² mostraron presencia del síndrome (p=0.000); al emplear el criterio de Ferranti et al. se clasificó a una mayor proporción de individuos con SM en comparación con los demás criterios al diagnosticar a un 0.15% de niños/as con IMC <16.25kg/m² en comparación con 43.7% de niños/as con un IMC >22kg/m² con el síndrome (p=0.000); los criterios de Cruz et al. e IDF indicaron que ninguno de los niños/as con un IMC <16.25kg/m² presentó SM (p=0.000) mientras que 9.8% y 8.2% (respectivamente) de los niños/as con un IMC >22kg/m² presentaban SM (p=0.000). Estos resultados fueron estadísticamente significativos con respecto al IMC por cuartiles y como variable continua en todos los criterios diagnosticos evaluados, por lo que puede mencionarse que el IMC determinó la condición de riesgo del SM, ya que a medida que el IMC se incrementaba el riesgo de presentar SM fue mayor.

Al comparar la relación porcentual del **CT** por cuartiles en todos los criterios diagnósticos, se encontró una mayor proporción de niños/as con un CT>178mg/dL con SM en comparación con aquellos con CT<132mg/dL. El criterio diagnóstico de NCEP-ATPIII determinó que 2.6% de los niños/as con un CT<132mg/dL en comparación con 7.3% de los niños/as con un CT>178mg/dL presentaron SM (p=0.000); según Cook et al., Ford et al, y Duncan et al. 2.5% de los niños/as con CT<132mg/dL en comparación con 6.3% de los niños/as con CT>178mg/dL mostraron presencia del síndrome (p=0.000); al emplear el criterio de Ferranti et al. se diagnosticó a 7% de los niños/as con CT<132mg/dL en comparación con 17.5% de los niños/as con un CT>178mg/dL con el síndrome (p=0.000); los criterios de Cruz et al. e IDF indicaron que 0.96% de los niños/as con CT<132mg/dL presentaban SM(p=0.000) mientras que 4.6% y 2.9% (respectivamente) de los niños/as con CT>178mg/dL presentaban SM(p=0.000).Estos resultados fueron estadísticamente significativos en todos los criterios diagnósticos evaluados; al evaluar la distribución del CT como variable continua en algunos criterios (NCEP-ATPIII, Ferranti y Cruz et al.) existieron diferencias estadísticamente significativas con relación al riesgo de presentar SM (p=0.000 y 0.003); mientras que en los criterios de IDF y Cook,Ford y Duncan et al no se observó relación entre el CT y la presencia de SM.

Al evaluar la distribución porcentual de **C-LDL** por cuartiles en todos los criterios diagnósticos, se encontró una mayor proporción de niños con SM en aquellos con C-LDL>119mg/dL en comparación con aquellos con C-LDL<83mg/dL. El criterio de NCEP-ATPIII determinó que 2.5% de los niños/as con C-LDL<83mg/dL en comparación con 9.4% de los niños/as con C-LDL>119mg/dL presentaron SM (p=0.000); según Cook et al., Ford et al, y Duncan et al. 2% de los niños/as con C-LDL<83mg/dL en comparación con 8.7% de los niños/as con C-LDL>119mg/dL mostraron presencia del síndrome (p=0.000); al emplear el criterio de Ferranti et al. se diagnosticó a un 5.7% de niños/as con C-LDL<83mg/dL en comparación con 22.7% de niños/as con C-LDL>119mg/dL con el síndrome (p=0.000); el criterio de Cruz et al. indicó que 0.8% de los niños/as con C-

LDL<83mg/dL en comparación con 6.4% de los niños/as con C-LDL>119mg/dL presentaban SM($p=0.000$); y el criterio de IDF diagnosticó con SM a 0.5% de los niños/as con C-LDL<83mg/dL en comparación con 4.7% de los niños/as con C-LDL>119mg/dL ($p=0.000$). Estos resultados fueron estadísticamente significativos con respecto al C-LDL por cuartiles y como variable continua en todos los criterios diagnósticos evaluados, por lo que puede señalarse que el C-LDL podría determinar la condición de riesgo del SM, ya que conforme el C-LDL aumentó el riesgo de presentar SM fue mayor.

La evaluación de presencia de **RI** en niños se ha establecido como un nivel de insulina en ayuno mayor a $15\mu\text{U/mL}$ ^{5,8,21,30}; así, se observó mayor proporción de individuos con SM en aquellos con niveles de insulina $>15\mu\text{U/mL}$ en comparación con aquellos con niveles de insulina $<15\mu\text{U/mL}$. El criterio de NCEP-ATPIII determinó que 3.2% de los niños/as con niveles de insulina $<15\mu\text{U/mL}$ en comparación con 27.5% de los niños/as con niveles de insulina $>15\mu\text{U/mL}$ presentaron SM ($p=0.000$); según Cook et al., Ford et al, y Duncan et al. 2.9% de los niños/as con niveles de insulina $<15\mu\text{U/mL}$ en comparación con 26.1% de los niños/as con niveles de insulina $>15\mu\text{U/mL}$ mostraron presencia del síndrome ($p=0.000$); al emplear el criterio de Ferranti et al. se diagnosticó a 9.8% de niños/as con niveles de insulina $<15\mu\text{U/mL}$ en comparación con 52.3% de niños/as con niveles de insulina $>15\mu\text{U/mL}$ con el síndrome ($p=0.000$); el criterio de Cruz et al. indicó que 1.6% de los niños/as con niveles de insulina $<15\mu\text{U/mL}$ en comparación con 16.4% de los niños/as con niveles de insulina $>15\mu\text{U/mL}$ presentaban SM ($p=0.000$); y el criterio de IDF diagnosticó con SM a 1.1% de los niños/as con niveles de insulina $<15\mu\text{U/mL}$ en comparación con 12.4% de los niños/as con niveles de insulina $>15\mu\text{U/mL}$ ($p=0.000$). Estos resultados fueron estadísticamente significativos con respecto al punto de corte establecido de RI y como variable continua en todos los criterios evaluados, por lo que puede señalarse que los niveles de insulina podrían determinar la condición de riesgo de SM, ya que conforme los niveles de insulina se incrementaban el riesgo de presentar SM fue mayor.

Al comparar la relación porcentual del **índice HOMA** por cuartiles en todos los criterios diagnósticos, se encontró una mayor proporción de niños con SM en aquellos con un índice HOMA >37.47 en comparación con aquellos con un índice HOMA <9.6 . El criterio de NCEP-ATPIII determinó que 4.6% de los niños/as con un índice HOMA <9.6 en comparación con 15.1% de los niños/as con un índice HOMA >37.47 presentaron SM ($p=0.000$); según Cook et al., Ford et al, y Duncan et al. 4.3% de los niños/as con un índice HOMA <9.6 en comparación con 13.9% de los niños/as con un índice HOMA >37.47 mostraron presencia del síndrome ($p=0.000$); al emplear el criterio de Ferranti et al. se diagnosticó a 11.9% de niños/as con un índice HOMA <9.6 en comparación con 34.8% de niños/as con un índice HOMA >37.47 con el síndrome ($p=0.000$); el criterio de Cruz et al. indicó que 1.9% de los niños/as con un índice HOMA <9.6 en comparación con 8.8% de los niños/as con un índice HOMA >37.47 presentaban SM($p=0.000$); y el criterio de IDF diagnosticó con SM a 1.7% de los niños/as con un índice HOMA <9.6 en comparación con 6.2% de los niños/as con un índice HOMA >37.47 ($p=0.003$). Estos resultados fueron estadísticamente significativos con respecto al índice HOMA por cuartiles y como variable continua en todos los criterios diagnósticos evaluados, por lo que puede señalarse el índice HOMA podría determinar la condición de riesgo de SM, ya

que conforme el índice HOMA se incrementa el riesgo de presentar síndrome metabólico es mayor.

Cabe mencionar que al evaluar la distribución del índice HOMA a partir del punto de corte establecido por Sharma S y Fleming S⁶⁴ para diagnosticar RI en niños y adolescentes con un punto de corte ≥ 2.5 , en todos los criterios diagnósticos se encontró una mayor proporción de niños con SM en aquellos con índice HOMA ≥ 2.5 en comparación con aquellos con índice HOMA < 2.5 . En ninguno de los criterios existió diferencia estadísticamente significativa con relación al riesgo de presentar SM; sin embargo, debido a que se tenía información faltante de IN en 1192 individuos, la información faltante se modificó tomando como referencia la GA disponible de aquellos niños que no tenían IN, considerándose dentro del grupo de índice HOMA ≥ 2.5 a aquellos niños con GA con un punto de corte > 100 mg/dL. Así, al reducir el número de información faltante modificando 1,067 missings al emplear la GA disponible, se presentaron diferencias estadísticamente significativas en los criterios de NCEP-ATPIII ($p=0.031$) y Cruz et al ($p=0.005$).

Tabla 7. Proporción de sujetos con riesgo de SM de acuerdo a cada Criterio Diagnóstico y su relación con algunas variables de estudio.

Variable Categórica.	NCEP-ATPIII			Cook et al., Ford et al, Duncan et al.			Ferranti et al.			Cruz et al.			IDF.		
	SM			SM			SM			SM			SM		
GÉNERO	n	%	p	n	%	p	n	%	p	n	%	p	n	%	p
Mujer	74	5.4	0.523	69	5.0	0.537	170	12.4	0.388	34	2.5	0.715	32	2.3	0.273
Hombre	59	4.8		55	4.5		165	13.5		33	2.7		21	1.7	
IMC															
<16.25 kg/m ²	1	0.15	0.000	1	0.15	0.000	1	0.15	0.000	0	0.0	0.000	0	0.0	0.0001
16.26-18.77 kg/m ²	1	0.15		1	0.15		3	0.5		0	0.0				
18.78-21.99 kg/m ²	10	1.5		7	1.08		47	7.3		3	0.5				
>22 kg/m ²	121	18.6		115	17.7		284	43.7		64	9.9		53	8.2	
COLESTEROL TOTAL.															
<132 mg/dL	16	2.6	0.002	16	2.6	0.010	44	7.0	0.000	6	0.9	0.000	6	0.9	0.018
133 a 155 mg/dL	35	5.5		33	5.2		87	13.6		10	1.6				
156 a 177 mg/dL	39	6.3		38	6.1		101	16.2		24	3.9				
>178 mg/dL	43	7.3		37	6.3		103	17.5		27	4.6		17	2.9	
COLESTEROL LDL.															
<83 mg/dL	16	2.5	0.000	13	2.0	0.000	36	5.7	0.000	5	0.8	0.000	3	0.5	0.0001
84 a 99 mg/dL	22	3.6		22	3.6		61	9.9		9	1.5				
100 a 118mg/dL	39	6.1		37	5.8		103	16.2		15	2.4				
>119 mg/dL	56	9.4		52	8.7		135	22.7		38	6.4		28	4.7	

INSULINA.															
≤15μÖ/mL	40	3.2	0.000	36	2.9	0.000	123	9.8	0.000	20	1.6	0.000	14	1.1	0.0001
>15μÖ/mL	42	27.5		40	26.1		80	52.3		25	16.4		19	12.4	
INSULINA EN CUARTILES.															
<2.82 μÖ/mL	16	4.5	0.000	15	4.2	0.000	42	11.9	0.000	7	1.9	0.000	6	1.7	0.002
2.83 a 6.04μÖ/mL	2	0.6		2	0.6		4	1.1		1	0.3		2	0.6	
6.05 a 10.25μÖ/mL	10	2.9		9	2.6		31	8.9		4	1.1		3	0.9	
>10.26 μÖ/mL	54	15.4		50	14.3		126	35.9		33	9.4		22	6.3	

INDICE HOMA EN CUARTILES.															
<9.668445	16	4.6	0.000	15	4.3	0.000	42	11.9	0.000	7	1.9	0.000	6	1.7	0.003
9.668446 a 21.57867	2	0.6		2	0.6		4	1.1		1	0.3		2	0.6	
21.57868 a 37.47556	11	3.1		10	2.9		35	9.9		6	1.7		3	0.9	
>37.47557	53	15.1		49	13.9		122	34.8		31	8.8		22	6.2	
INDICE HOMA (punto de corte establecido).															
<2.5	8	3.6	0.122	8	3.6	0.195	26	11.7	0.206	3	1.4	0.088	3	1.4	0.285
≥2.5	74	6.3		68	5.6		177	14.9		42	3.6		30	2.5	
INDICE HOMA Corte establecido. (modificando 1,067 missings empleando la GA disponible)															
<2.5	56	4.4	0.031	56	4.4	0.167	155	12.2	0.052	23	1.8	0.005	23	1.8	0.250
≥2.5	77	6.4		68	5.6		180	14.9		44	3.7		30	2.5	

Al analizar la proporción de niños/as con SM de acuerdo a las variables de AN, AF, y CoA (en su forma categórica y cuantitativa continua) en relación a cada uno de los criterios diagnósticos de SM se observó lo siguiente (Tabla A de Anexos):

Al comparar la relación porcentual de **acantosis** en todos los criterios diagnósticos, se encontró una mayor proporción de individuos con SM en aquellos con acantosis en comparación con aquellos sin acantosis. El criterio de NCEP-ATPIII determinó que 1.5% de los niños/as sin acantosis en comparación con 14.4% de los niños/as con acantosis presentaron SM(p=0.000); según Cook et al., Ford et al, y Duncan et al. 1.2% de los niños/as sin acantosis en comparación con 14% de los niños/as con acantosis mostraron presencia del síndrome (p=0.000); al emplear el criterio de Ferranti et al. se diagnosticó con SM a 5.6% de niños/as sin acantosis en comparación con 32% de niños/as con acantosis (p=0.000); el criterio de Cruz et al. indicó que 0.5% de los niños/as sin acantosis

en comparación con 7.8% de los niños/as con acantosis presentaban SM($p=0.000$); y el criterio de IDF diagnosticó con SM a 0.4% de los niños/as sin acantosis en comparación con 6.4% de los niños/as con acantosis($p=0.000$). Estos resultados fueron estadísticamente significativos en todas las definiciones evaluadas; sin embargo al evaluar la matriz de correlación entre la acantosis y variables como el IMC y la CC se observó una relación inversa indicando que a medida que el IMC o la CC se incrementaba la presencia de acantosis era menor; la inconsistencia en la relación encontrada puede deberse a que la información obtenida sobre la presencia de acantosis en los individuos se desprendió de una observación física subjetiva de cada uno de ellos, por ello se considera tomar dichos resultados con precaución.

En cuanto a la relación porcentual de **AF al aire libre** por cuartiles, no se encontró relación alguna entre esta actividad realizada en min/sem y el riesgo de presentar SM en los criterios de Cook, Ford y Duncan, y Ferranti. Sin embargo, al evaluar esta relación en base al criterio de NCEP-ATPIII, se determinó que 4.8% de los niños/as que realizaban AF al aire libre >623 min/sem en comparación con 6.7% de los niños/as que realizaban AF al aire libre <150 min/sem presentaban SM ($p=0.033$). Lo mismo ocurrió con el criterio de Cook et al. al indicar que 1.9% de los niños/as que realizaban AF al aire libre >623 min/sem en comparación con 4.8% de los niños/as que realizaban la AF <150 min/sem presentaban SM($p=0.004$); y el criterio de IDF diagnosticó con SM a 1.9% de los niños/as que realizaban AF al aire libre >623 min/sem en comparación con 3.5% de los niños/as que la realizaban por <150 min/sem ($p=0.002$). Sin embargo, al evaluar la distribución de actividad física al aire libre como variable continua en ninguna de las definiciones existieron diferencias estadísticamente significativas con relación al riesgo de presentar SM. Debido a que no se encontró relación alguna entre la **AF al aire libre** y el riesgo de presentar SM, dicha variable no se agregó en el análisis final.

Al evaluar la relación porcentual del **consumo energético** por cuartiles y como variable continua en ninguna definición se encontró relación entre el consumo energético en kilocalorías (kcal) y el riesgo de presentar SM, sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas. Lo mismo ocurrió al evaluar la proporción en el **consumo de macronutrientes** por cuartiles y como variables continuas (carbohidratos, lípidos y proteínas), consumo de azúcar, fibra, y consumo de ácidos grasos poliinsaturados y trans, al no encontrarse diferencias estadísticamente significativas entre su consumo y el riesgo de presentar SM. Debido a que no se encontró alguna relación entre el **consumo energético** y el riesgo de presentar SM, dichas variables no se agregaron en el análisis final.

En cuanto a la relación porcentual del consumo de **ácidos grasos saturados** no se encontró relación alguna entre su consumo y el riesgo de presentar SM en las definiciones de NCEP-ATPIII, Cruz et al, e IDF. Sin embargo, al evaluar esta relación en base al criterio de Cook, Ford y Duncan, se determinó que 3.4% de los niños/as que consumían $>48.6\%$ en comparación con 6.5% de los niños/as que consumían $<38.3\%$ presentaban SM, siendo esto estadísticamente significativo ($p=0.045$). Lo mismo ocurrió con el criterio de Ferranti et al. al indicar que 10.6% de los niños/as que consumían $>48.6\%$ en comparación con 16.2% de los niños que consumían $<38.3\%$ presentaban SM($p=0.006$). Al evaluar la distribución del consumo de ácidos grasos saturados como

variable continua en todos los criterios, a excepción de IDF ($p=0.122$), existieron diferencias estadísticamente significativas con relación al riesgo de presentar SM($p=0.002$). Con respecto a la distribución del consumo de **ácidos grasos monoinsaturados** en todos los criterios se encontró una mayor proporción de niños/as con SM en aquellos con un consumo $>31.13\%$ en comparación con aquellos con un consumo $<26.5\%$. El criterio de NCEP-ATPIII determinó que 3.3% de los niños/as con un consumo $<26.5\%$ en comparación con 8.5% de los niños con un consumo $>31.13\%$ presentaron SM ($p=0.000$); según Cook et al., Ford et al, y Duncan et al. 2.9% de los niños/as con un consumo $<26.5\%$ en comparación con 8.3% de los niños/as con un consumo $>31.13\%$ mostraron presencia del síndrome ($p=0.000$); al emplear el criterio de Ferranti et al. se diagnosticó a un 9.8% de niños/as con un consumo $<26.5\%$ en comparación con 18.4% de niños/as con un consumo $>31.13\%$ con el síndrome ($p=0.000$); el criterio de Cruz et al. indicó que 1.4% de los niños/as con un consumo $<26.5\%$ en comparación con 4.8% de los niños/as con un consumo $>31.13\%$ presentaban SM ($p=0.000$); y el criterio de IDF diagnosticó con SM a 1.1% de los niños/as con un consumo $<26.5\%$ en comparación con 4.1% de los niños/as con un consumo $>31.13\%$ ($p=0.000$). De igual forma, al evaluar la distribución del consumo de ácidos grasos monoinsaturados como variable continua en todos los criterios existieron diferencias estadísticamente significativas con relación al riesgo de presentar SM.

Debido a lo mostrado anteriormente, puede señalarse que tanto el consumo de ácidos grasos saturados como monoinsaturados podrían determinar la condición de riesgo de SM; sin embargo al encontrarse una relación inversa entre el consumo de ácidos grasos saturados y el riesgo de presentar SM, y al observarse que conforme el consumo de ácidos grasos monoinsaturados se incrementa el riesgo de presentar SM es mayor; podría señalarse que la relación encontrada se deba a que la información obtenida sobre el consumo de alimentos de los niños/as fue en base a un autoreporte de los participantes que podría sub/sobreestimar el consumo de alimentos, ello nos lleva a considerar dichos resultados con cautela.

Después de determinar la proporción de niños/as diagnosticados con SM de acuerdo a cada uno de los criterios diagnósticos se calculó la sensibilidad, especificidad, valores predictivos positivo y negativo, y razón de verosimilitudes comparando al índice HOMA como GS (con y sin la modificación de datos de IN faltantes) frente a cada uno de los criterios diagnósticos evaluados (NCEP-ATPIII; Cook et al, Ford et al y Duncan et al; Ferranti et al; Cruz et al; e IDF) (Tabla 8).

Tomando en cuenta al índice HOMA como GS (con ausencia de 1194 datos de IN), la proporción de enfermos con resultado positivo obtenida en todos los criterios diagnósticos fue muy baja; obteniéndose proporciones de 0.03 con el criterio de IDF ($p=0.285$), 0.04 con el criterio de Cruz et al ($p=0.088$), 0.06 con los criterios de NCEP-ATPIII y Cook,Ford y Duncan ($p=0.122$ y 0.195 respectivamente), hasta 0.15 con el criterio de Ferranti et al ($p=0.206$). En cuanto a la proporción de sanos con resultado negativo, la mayoría de los criterios diagnósticos presentaron valores elevados, obteniéndose proporciones de 0.88 con el criterio de Ferranti, 0.96 con los criterios de NCEP-ATPIII y Cook,Ford y Duncan, hasta 0.99 con los criterios de Cruz et al, e IDF.

Con respecto a la proporción de resultados positivos correctos (VPP), al momento de evaluar los criterios diagnósticos frente al índice HOMA como GS (con ausencia de 1194 datos de IN) se obtuvieron proporciones de 0.87 con el criterio de Ferranti, 0.89 con el criterio de Cook, Ford y Duncan, 0.90 con el criterio de NCEP-ATPIII, 0.91 con IDF, hasta 0.93 con el criterio de Cruz et al; sin embargo, la proporción de resultados negativos correctos (VPN) obtenida fue ≤ 0.16 en todos los criterios evaluados.

Tabla 8. Sensibilidad, Especificidad, Valores predictivos y razón de verosimilitudes de cada criterio diagnóstico frente al índice HOMA como GS.

		Sensibilidad	Especificidad	VPP	VPN	LRp	LRn	Valor p
Ferranti et al.	HOMA ≥ 2.5	0.15	0.88	0.87	0.16	0.16	0.13	0.206
	HOMA ≥ 2.5 con información faltante.	0.15	0.88	0.54	0.52	0.17	0.14	0.052
NCEP-ATPIII	HOMA ≥ 2.5	0.06	0.96	0.90	0.16	0.06	0.03	0.122
	HOMA ≥ 2.5 con información faltante.	0.06	0.96	0.58	0.52	0.07	0.05	0.031
Cook, Ford, Duncan et al.	HOMA ≥ 2.5	0.06	0.96	0.89	0.16	0.05	0.03	0.195
	HOMA ≥ 2.5 con información faltante.	0.06	0.96	0.55	0.52	0.06	0.05	0.167
Cruz et al.	HOMA ≥ 2.5	0.04	0.99	0.93	0.16	0.03	0.01	0.088
	HOMA ≥ 2.5 con información faltante.	0.04	0.98	0.66	0.52	0.04	0.02	0.005
IDF.	HOMA ≥ 2.5	0.03	0.99	0.91	0.16	0.02	0.01	0.285
	HOMA ≥ 2.5 con información faltante.	0.02	0.98	0.57	0.51	0.03	0.02	0.250
IDF (10 a 15 años).	HOMA ≥ 2.5	0.04	0.97	0.92	0.13	0.04	0.02	0.536
	HOMA ≥ 2.5 con información faltante.	0.04	0.97	0.55	0.53	0.04	0.03	0.330

Posteriormente se calculó la sensibilidad, especificidad, valores predictivos positivo y negativo, y razón de verosimilitudes comparando al GS conformado por los cinco criterios diagnósticos evaluados, frente a cada uno de ellos (NCEP-ATPIII; Cook et al, Ford et al y Duncan et al; Ferranti et al; Cruz et al; e IDF) (Tabla 9).

La proporción de enfermos con resultado positivo obtenida en todos los criterios diagnósticos fue mayor que la obtenida con el índice HOMA; se obtuvieron proporciones de 0.16 con el criterio de IDF ($p=0.0001$), 0.20 con el criterio de Cruz et al ($p=0.0001$), 0.36 con el criterio de Cook, Ford, y Duncan ($p=0.0001$), 0.39 con el criterio de NCEP-ATPIII ($p=0.0001$), hasta 0.98 con el criterio de Ferranti et al ($p=0.0001$). En cuanto a la proporción de sanos con resultado negativo, todos los criterios diagnósticos presentaron una proporción de 1.00. Con respecto a la proporción de resultados positivos correctos (VPP), al momento de evaluar los criterios diagnósticos frente al GS todos presentaron proporciones de 1.00; sin embargo, la proporción de resultados negativos correctos (VPN)

obtenida fue menor, con proporciones de 0.89 en los criterios de IDF y Cruz et al, 0.91 en el criterio de Cook et al, Ford et al y Duncan et al, 0.92 en el criterio de NCEP-APIII, y de 1.00 en el criterio de Ferranti et al.

De esta forma, el criterio diagnóstico de Ferranti et al. fue identificado como el criterio con mayor sensibilidad (0.98), especificidad (1.00),VPP (1.00), y VPN (1.00) frente al GS, en comparación con el resto de los criterios diagnósticos evaluados.

Al realizar nuevamente el análisis eliminando del GS al criterio diagnóstico de Ferranti et al., las proporciones de sensibilidad y especificidad siguieron siendo altas, con proporciones de 0.95 y 0.92 respectivamente (Tabla 9).

Tabla 9. Sensibilidad, Especificidad, Valores predictivos y razón de verosimilitudes de cada criterio diagnóstico frente al GS conformado por los cinco criterios diagnósticos .

		Sensibilidad	Especificidad	VPP	VPN	LRp	LRn	Valor p
Ferranti et al.	GS	0.98	1.00	1.00	1.00	0.98	0.01	0.0001
	GS sin Ferranti et al.	0.95	0.92	0.38	1.00	1.04	1.86	0.0001
NCEP-APIII	GS	0.39	1.00	1.00	0.92	0.40	0.01	0.0001
	GS sin Ferranti et al.	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.05	0.0001
Cook, Ford, Duncan et al.	GS	0.36	1.00	1.00	0.91	0.40	0.003	0.0001
	GS sin Ferranti et al.	0.93	1.00	1.00	1.00	0.93	0.002	0.0001
Cruz et al.	GS	0.20	1.00	1.00	0.89	0.20	0.003	0.0001
	GS sin Ferranti et al.	0.50	1.00	1.00	0.97	0.50	0.004	0.0001
IDF.	GS	0.16	1.00	1.00	0.89	0.20	0.003	0.0001
	GS sin Ferranti et al.	0.40	1.00	1.00	0.97	0.39	0.003	0.0001
IDF (10 a 15 años).	GS	0.20	1.00	1.00	0.89	0.20	0.003	0.0001
	GS sin Ferranti et al.	0.38	1.00	1.00	0.95	0.38	0.007	0.0001

En la determinación de la nueva propuesta del criterio diagnóstico de SM en niños mexicanos se realizaron 348 combinaciones tomando en cuenta mediciones antropométricas (CC, ICC, e IMC), PA (sistólica y diastólica), PAM, y parámetros bioquímicos (TGC, CT, C-LDL, C-HDL, GA, IN, e índice HOMA) con los puntos de corte mencionados previamente (de cada uno de los componentes) y tomando en consideración el diagnóstico de SM al presentar dos o más, tres o más, o cuatro o más de los cinco, seis ó siete componentes considerados para el diagnóstico de SM en niños. Se calculó la sensibilidad, especificidad, valores predictivos positivo y negativo, y razón de verosimilitudes comparando al GS y al criterio diagnóstico de Ferranti frente a cada una

de las 348 propuestas de criterios diagnósticos de SM, se eligieron aquellas propuestas con mayor sensibilidad y especificidad frente al GS (Tabla 10).

El criterio diagnóstico con mayor sensibilidad y especificidad de los previamente evaluados (Ferranti et al) con 0.98 y 1.00 de sensibilidad y especificidad respectivamente, diagnosticó SM al presentar tres o más de los siguientes componentes conformados por una medición antropométrica (CC), PA sistólica y diastólica, y tres distintas mediciones de parámetros bioquímicos (GA,C-HDL y TGC). A diferencia de este criterio diagnóstico, las propuestas elegidas, con alta sensibilidad y especificidad, se conformaron por el diagnóstico de SM al presentar tres o más de los siguientes componentes constituidos por tres diferentes mediciones antropométricas (CC,ICC e IMC), PA sistólica y/o PA diastólica y/o PAM, y dos distintas mediciones de parámetros bioquímicos (GA y TGC); dichas propuestas presentaron una sensibilidad de 0.84 a 0.89, y una especificidad de 0.90 a 0.93. Asimismo otra de las propuestas elegidas, con elevada sensibilidad y especificidad, se conformó por el diagnóstico de SM al presentar tres o más de los componentes constituidos por una medición antropométrica (CC), PA diastólica, y tres distintas mediciones de parámetros bioquímicos (TGC,C-HDL, e índice HOMA).

Las tres propuestas elegidas con mayor sensibilidad y especificidad, frente a los demás criterios diagnósticos propuestos, fueron los siguientes:

- **Propuesta 3:** CC>percentil75, PA diastólica>percentil 90, TGC \geq 100mg/dL, C-HDL \leq 40mg/dL, índice HOMA \geq 2.5 : *con Sensibilidad de 0.89 y Especificidad de 0.93.*
- **Propuesta 159:** CC>percentil 75, ICC >0.95 en hombres y >0.85 en mujeres, IMC \geq percentil 85, PA sistólica \geq percentil 90, PAM \geq percentil 90, GA \geq 100mg/dL, TGC \geq 100mg/dL: *con Sensibilidad de 0.89 y Especificidad de 0.90.*
- **Propuesta 160:** CC>percentil 75, ICC >0.95 en hombres y >0.85 en mujeres, IMC \geq percentil 85, PA sistólica \geq percentil 90, PA diastólica \geq percentil 90, GA \geq 100mg/dL, TGC \geq 100mg/dL: *con Sensibilidad de 0.89 y Especificidad de 0.90.*

Dichas propuestas presentaron una diferencia de 0.09 en la sensibilidad y de 0.07 a 0.10 en la especificidad con respecto al criterio diagnóstico de Ferranti et al, considerado como el criterio con la sensibilidad (0.98) y especificidad (1.00) más cercana al GS.

Tabla 10. Propuestas elegidas por su alta sensibilidad y especificidad frente al GS.

Propuesta.	COMPONENTES							3 o más		
								SENSI	ESPEC	
Ferranti et al.	cintura > percentil 75 = 74.4cm	PA sistólica >percentil 90 = 111mmHg	PA diastólica >percentil 90 = 80mmHg	GA \geq 110 mg/dL	C-HDL <50 mg/dL	TGC \geq 100 mg/dL		0.98	1.00	
10	cintura > percentil 75 = 74.4cm	ICC \geq percentil90	IMC \geq percentil85	PA diastólica \geq percentil 90 = 79mmHg	PAM \geq 90 percentil	GA \geq 100 mg/dL	TGC \geq 100 mg/dL	0.84	0.93	5 mediciones físicas+ 2 parámetros bioquímicos.
74	cintura > percentil 75 = 74.4cm	ICC >0.95 H >0.85M	IMC \geq percentil85	PA diastólica \geq percentil 90 = 79mmHg	PAM \geq 90 percentil	GA \geq 100 mg/dL	TGC \geq 100 mg/dL	0.87	0.92	
156	cintura > percentil 75 = 74.4cm	ICC \geq percentil90	IMC \geq percentil85	PA sistólica \geq percentil 90 = 110mmHg	PAM \geq 90 percentil	GA \geq 100 mg/dL	TGC \geq 100 mg/dL	0.86	0.92	
157	cintura > percentil 75 = 74.4cm	ICC \geq percentil90	IMC \geq percentil85	PA diastólica \geq percentil 90 = 79mmHg	PA sistólica \geq percentil 90 = 110mmHg	GA \geq 100 mg/dL	TGC \geq 100 mg/dL	0.86	0.92	
159	cintura > percentil 75 = 74.4cm	ICC >0.95 H >0.85M	IMC \geq percentil85	PA sistólica \geq percentil 90 = 110mmHg	PAM \geq 90 percentil	GA \geq 100 mg/dL	TGC \geq 100 mg/dL	0.89	0.90	
160	cintura > percentil 75 = 74.4cm	ICC >0.95 H >0.85M	IMC \geq percentil85	PA diastólica \geq percentil 90 = 79mmHg	PA sistólica \geq percentil 90 = 110mmHg	GA \geq 100 mg/dL	TGC \geq 100 mg/dL	0.89	0.90	
3	cintura > percentil 75 = 74.4cm	PA diastólica >percentil 90 = 80mmHg	TGC \geq 100 mg/dL	C-HDL \leq 40 mg/dL	HOMA \geq 2.5			0.89	0.93	2 mediciones físicas + 3 parámetros bioquímicos.

Se calculó la sensibilidad, especificidad, valores predictivos positivo y negativo, y razón de verosimilitudes comparando al criterio diagnóstico de Ferranti et al. frente a cada uno de los criterios diagnósticos evaluados (NCEP - ATP III; de Cook,Ford y Duncan; de Cruz; e

IDF) previamente, así como frente a las 2 propuestas de criterios diagnósticos de SM que se eligieron por presentar la mayor sensibilidad y especificidad frente al GS (Tabla 11).

Tabla 11. Criterios diagnósticos evaluados y propuestas elegidas por su alta sensibilidad y especificidad frente al criterio diagnóstico de Ferranti et al.

FERRANTI et al.	Sensibilidad	Especificidad	VPP	VPN	LRp	LRn	Valor p
Propuesta 3	0.89	0.93	0.66	0.98	0.95	0.59	0.0001
Propuesta 160	0.89	0.90	0.58	0.98	0.98	0.87	0.0001
NCEP-ATPIII	0.38	1.00	0.95	0.92	0.38	0.004	0.0001
Cook, Ford, Duncan et al.	0.37	1.00	1.00	0.91	0.37	0.0003	0.0001
Cruz et al.	0.19	1.00	0.97	0.89	0.19	0.001	0.0001
IDF.	0.16	1.00	0.99	0.89	0.15	0.0002	0.0001
IDF (10 a 15años).	0.16	1.00	0.99	0.83	0.16	0.006	0.0001

Se evaluó la relación costo-beneficio de cada una de las propuestas elegidas determinando el costo que implicaría utilizar dicho criterio para el diagnóstico de SM. Dicho análisis se realizó investigando costos de tiras reactivas de la marca “Accutrend Plus” y “CardioCheck P.A.” para la determinación de parámetros bioquímicos de GA, CT, C-LDL, C-HDL, y TGC; así como costos de los mismos parámetros bioquímicos más el parámetro de IN en un laboratorio de Cuernavaca Morelos. El promedio del costo de cada uno de los parámetros bioquímicos fueron los siguientes:

Parámetro Bioquímico.	TIRAS REACTIVAS	Piezas.	Costo.	Costo individual.	Laboratorio.
Glucosa	Accutrend Plus	75	\$439.00	\$5.85	\$104.00
	Accutrend Plus	50	\$404.00	\$8.08	
	CardioChek P.A.	25	\$299.00	\$11.96	
Colesterol total	Accutrend Plus	25	\$550.00	\$22.00	\$118.00
	CardioChek P.A.	25	\$899.00	\$35.96	
Colesterol LDL	CardioChek P.A.	NA	NA	NA	\$398.00
Colesterol HDL	CardioChek P.A.	25	\$1,215.00	\$48.60	
Triglicéridos.	Accutrend Plus	25	\$750.00	\$30.00	\$182.00
	CardioChek P.A.	25	\$899.00	\$35.96	
Insulina	NA		NA	NA	414.00

El costo de cada propuesta elegida se determinó sumando el costo individual de cada prueba bioquímica que conformaba cada uno de los criterios diagnósticos (Tabla 12).

Al determinar el costo del criterio diagnóstico de Ferranti et al, se obtuvo un costo total de \$84.45 pesos M.N. en comparación con \$498.45 pesos M.N con la propuesta 3, y \$35.85 pesos M.N. con las propuestas 159 y 160.

Tabla 12. Costo de propuestas elegidas por su alta sensibilidad y especificidad frente al GS.

PROPUESTA	COMPONENTES							COSTO	SENSI	ESPEC
Gold Standard	Cintura >percentil 75 = 74.4cm >percentil 90= 82.8cm	PA sistólica >percentil 90 = 111mmHg ≥percentil 90 = 110mmHg >130mm Hg	PA diastólica >percentil 90= 80mmHg ≥percentil 90 = 79mmHg >85mmHg	GA ≥110 mg/dL ≥100 mg/dL	C-HDL <50 mg/dL ≤40 mg/dL <40 mg/dL <percentil 10 = 35mg/dL	TGC ≥100 mg/dL ≥110 mg/dL >percentil 90 = 154mg/dL ≥150 mg/dL		\$84.45	1.00	1.00
Ferranti et al.	cintura >percentil 75 = 74.4cm	PA sistólica >percentil 90 = 111mmHg	PA diastólica >percentil 90= 80mmHg	GA ≥110 mg/dL	C-HDL <50 mg/dL	TGC ≥100 mg/dL		\$84.45	0.98	1.00
160	cintura >percentil 75 = 74.4cm	ICC >0.95 H >0.85M	IMC ≥percentil85	PA diastólica ≥percentil 90 = 79mmHg	PA sistólica ≥percentil 90 = 110mmHg	GA ≥100 mg/dL	TGC ≥100 mg/dL	\$35.85	0.89	0.90
3	cintura >percentil 75 = 74.4cm	PA diastólica >percentil 90= 80mmHg	TGC ≥100 mg/dL	C-HDL ≤40 mg/dL	HOMA ≥2.5			\$498.45	0.89	0.93

Por último, se eligió aquella propuesta de criterio diagnóstico cercana a la sensibilidad y especificidad del GS y que pudiera definirse de mejor costo-beneficio para el diagnóstico de SM en niños mexicanos. Por ello, la propuesta *ad hoc* para el diagnóstico de síndrome metabólico en niños mexicanos en la que se alcanzó una alta sensibilidad y especificidad, y un bajo costo en comparación con las demás propuestas fue:

- **Propuesta 160:** CC >percentil 75, ICC >0.95 en hombres y >0.85 en mujeres, IMC ≥ percentil 85, PA sistólica ≥percentil 90, PA diastólica ≥percentil 90, GA ≥100mg/dL, TGC ≥100mg/dL:
- Sensibilidad de 0.89 y Especificidad de 0.90.
- Costo de \$35.85 pesos M.N por individuo.

Dicho criterio diagnóstico propuesto, contiene una elección de componentes de sencillos y de bajo costo (medición de circunferencia de cintura, ICC, IMC, presión arterial sistólica y

diastólica, glucosa en ayuno, y triglicéridos) que facilitará su aplicación en las instituciones de salud y permitirá unificar y homogeneizar el diagnóstico poblacional en niños mexicanos.

FORTALEZAS Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO.

La principal fortaleza considerada en el presente estudio es el tamaño de muestra constituida por 2599 niños/as, esta nos permitió conseguir un poder estadístico suficiente para garantizar la estabilidad de los resultados asegurando que estos no se deben a efectos del azar, pudiendo prever factibilidad en las diferencias observadas entre las diferentes definiciones diagnósticas de síndrome metabólico y cada uno de los componentes evaluados.

Asimismo, este estudio permitirá identificar el mejor valor predictivo de aquellos componentes que conforman cada una de las definiciones diagnósticas de síndrome metabólico evaluadas, considerándose esto relevante con la finalidad de proponer una definición diagnóstica ad hoc para el síndrome metabólico en la población de niños mexicanos; así como para abrir la brecha en el tema sugiriendo la realización de mayores estudios en el futuro que aborden aspectos referentes al diagnóstico certero y unificado de síndrome metabólico en niños.

Se considera importante mencionar que las mediciones antropométricas se realizaron en toda la muestra y no fueron establecidas en base a un auto-reporte de los participantes, evitando así los posibles sesgos de percepción física y de recuerdo. Asimismo, todas las mediciones llevadas a cabo se realizaron con personal capacitado y estandarizado, empleando técnicas e instrumentos previamente validados.

En cuanto a las limitaciones, se consideran los aspectos referentes a la aplicación del cuestionario de actividad física debido a que la información obtenida parte del autoreporte de cada uno de los participantes generando posibles sesgos de información por un sub/sobrerreporte de la práctica de actividad física realizada durante la semana previa a la aplicación del instrumento. Asimismo se considera una limitación la aplicación del cuestionario semicuantitativo de frecuencia de consumo de alimentos debido a que el autoreporte de los participantes puede sub/sobreestimar el consumo de macronutrientes. De esta forma, ambas limitaciones podrían generar posibles errores de medición afectando las asociaciones encontradas entre estas variables, aspecto que deberá tomarse en cuenta al momento de exponer las conclusiones.

No obstante, cabe mencionar que tanto la aplicación del cuestionario de actividad física como el de frecuencia de consumo de alimentos se consideran instrumentos útiles para las respectivas mediciones debido a que su aplicación en la población de niños es sencilla e implica un bajo costo.

CONSIDERACIONES ÉTICAS.

El presente estudio fue sometido a comités específicos de evaluación ética, bioseguridad e investigación del Instituto Nacional de salud Pública (INSP), en donde fue aprobado en cuanto a su aspecto científico y aceptabilidad al seguir los principios éticos.

Tomando en cuenta los requisitos indispensables para el desarrollo de investigación en la población infantil, dicho estudio cumplió respetando la autonomía dando valor a su individualidad y decisiones, sin coerción o persuasión alguna⁶⁸. Asimismo, los padres/tutores responsables de los niños tuvieron la oportunidad de comprender y considerar adecuadamente la opción de que sus hijos participaran en el estudio debido a que se les proporcionó detalladamente toda la información referente a su participación, adaptándose la información a las capacidades de inteligencia, madurez y lenguaje tanto de los padres como de los niños con el fin de facilitar la comprensión de los objetivos y procedimientos del estudio. Este requisito se sustentó mediante el establecimiento del consentimiento y asentimiento informados tanto para los padres/tutores responsables como para los niños respectivamente; ello permitió asegurar que los participantes decidieron consentir su colaboración de manera voluntaria e informada en el estudio.

El consentimiento informado fue previamente aprobado por el comité de evaluación ética del INSP; en este se invitó a participar a los individuos explicando el propósito del estudio, los procedimientos, los posibles riesgos asociados y los beneficios esperados. Asimismo se les mencionó que su participación era voluntaria y tenían libertad de negarse a participar o de retirarse del estudio en cualquier momento sin ocasionar sanción alguna o pérdida de los beneficios ofrecidos en la atención en salud.

De acuerdo al artículo 17 fracción II del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud puede decirse que este estudio se encuentra dentro de la categoría de estudios de investigación con riesgos mínimos⁶⁸ debido a que este fue un estudio en el que se emplearon datos a través de procedimientos de estudios físicos de diagnóstico rutinario, entre los que se encontraron la toma de medidas antropométricas a los participantes y la extracción de sangre por punción venosa la cual se recolectó por personal con el adiestramiento y estandarización previa a su realización.

Cabe mencionar que en este estudio se tomaron las medidas pertinentes para asegurar el respeto a la privacidad y confidencialidad de la información de los individuos en donde cada participante se identificó con un número y código específicos con el fin de resguardar su identidad.

Tomando en cuenta que la función del investigador consiste en promover el respeto, y proteger la salud y los derechos individuales de los participantes⁶⁸. Se consideró la inclusión al estudio de los padres/tutores y niños con el fin de beneficiarlos al obtener conocimientos relevantes sobre las necesidades de su salud, asegurando sus derechos y bienestar físico y psicológico.

Los autores expresan no tener conflicto de interés alguno en relación con el tema, la información y el análisis del presente estudio.

RECURSOS MATERIALES Y FINANCIAMIENTO.

Este estudio de análisis secundario de datos empleó información a partir de la base de datos generada del estudio transversal titulado “**EVALUACIÓN DE LA INTERACCIÓN ENTRE EL CONSUMO DE MACRONUTRIMENTOS Y EL PERFIL DE LA MICROBIOTA DEL COLON DISTAL Y SU ASOCIACIÓN CON OBESIDAD INFANTIL**”; con el número de proyecto 1129, el cual fue financiado por el fondo sectorial de investigación en salud del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT). El presente estudio no requirió de recursos materiales o financiamiento adicional al empleado en el estudio transversal del cual se desprende este análisis.

ANEXOS.

Tabla A. Proporción de sujetos con riesgo de SM de acuerdo a cada Criterio Diagnóstico y su relación con AN,AF Y CoA.

Variable Categórica.	NCEP-ATPIII			Cook et al., Ford et al, Duncan et al.			Ferranti et al.			Cruz et al.			IDF.		
	SM			SM			SM			SM			SM		
	n	%	p	n	%	p	n	%	p	n	%	p	n	%	p
ACANTOSIS															
Presente	102	14.43	0.000	97	13.72	0.000	225	31.82	0.000	55	7.78	0.000	45	6.36	0.0001
Ausente	27	1.45		23	1.24		104	5.6		10	0.54		8	0.43	
ACTIVIDAD FÍSICA (al aire libre).															
<150 Min/sem	42	6.7	0.033	37	5.9	0.087	76	12.12	0.891	28	4.47	0.004	22	3.51	0.002
150.1 a 331.25 Min/sem	19	3.08		18	2.92		74	12.01		9	1.46		3	0.49	
331.26 a 622.5 Min/sem	33	5.34		31	5.02		81	13.11		14	2.27		13	2.1	
>622.51 Min/sem	30	4.86		29	4.7		81	13.13		12	1.94		12	1.94	
CONSUMO ENERGÉTICO.															
<2460.144 kcals	32	5.07	0.578	29	4.6	0.540	88	13.95	0.840	14	2.22	0.465	12	1.9	0.271
2460.145 a 3064.446 kcals	35	5.56		33	5.24		82	13.02		21	3.33		10	1.59	
3064.447 a 3815.636 kcals	36	5.71		34	5.39		79	12.52		18	2.85		19	3.01	
>3815.637 kcals	26	4.13		24	3.81		78	12.38		13	2.06		11	1.75	
% ENERGÍA CONSUMIDA POR CARBOHIDRATOS.															
<54.08136 %	30	4.75	0.564	27	4.28	0.627	86	13.63	0.830	17	2.69	0.996	15	2.38	0.702
54.08137 a 57.31707 %	35	5.56		33	5.24		80	12.7		17	2.7		15	2.38	
57.31708 a 60.35234 %	27	4.29		26	4.13		76	12.06		16	2.54		12	1.9	
>60.352345 %	37	5.86		34	5.39		85	13.47		16	2.54		10	1.58	

% ENERGÍA CONSUMIDA POR LÍPIDOS.															
<25.38848 %	36	5.71	0.578	33	5.23	0.596	81	12.84	0.964	15	2.38	0.727	10	1.58	0.777
25.38849 a 28.17546 %	35	5.56		34	5.4		85	13.49		20	3.17		14	2.22	
28.17547 a 31.0108 %	32	5.07		28	4.44		79	12.52		17	2.69		15	2.38	
>31.0109 %	26	4.13		25	3.97		82	13.02		14	2.22		13	2.06	
% ENERGÍA CONSUMIDA POR PROTEÍNAS.															
<13.31623 %	32	5.07	0.301	30	4.75	0.200	89	14.1	0.065	17	2.69	0.670	9	1.43	0.563
13.31624 a 14.41662 %	28	4.45		23	3.66		65	10.33		16	2.54		14	2.23	
14.416621 a 15.62603 %	28	4.44		28	4.44		78	12.36		13	2.06		13	2.06	
>15.626031 %	41	6.5		39	6.18		95	15.06		20	3.17		16	2.54	
% CONSUMO DE AZÚCAR POR CARBOHIDRATOS.															
<32.42619%	34	5.39	0.157	33	5.23	0.179	81	12.84	0.276	12	1.9	0.156	11	1.74	0.388
32.42620 a 37.99773%	39	6.2		35	5.56		95	15.1		22	3.5		16	2.54	
37.997731 a 44.17886%	22	3.48		20	3.16		73	11.55		12	1.9		9	1.42	
>44.17887%	34	5.4		32	5.08		78	12.38		20	3.17		16	2.54	
% CONSUMO DE FIBRA POR CARBOHIDRATOS.	n	%	p												
<8.153819%	26	4.12	0.510	24	3.8	0.535	76	12.04	0.806	18	2.85	0.617	11	1.74	0.925
8.153820 a 10.23217%	31	4.92		30	4.76		87	13.81		15	2.38		14	2.22	
10.23218 a 12.6673%	37	5.86		31	4.91		84	13.31		20	3.17		14	2.22	
>12.6674%	35	5.56		35	5.56		80	12.7		13	2.06		13	2.06	
% CONSUMO DE AC.GRASOS SATURADOS POR LIPIDOS.															
<38.29848%	42	6.66	0.088	41	6.5	0.045	102	16.16	0.006	21	3.33	0.424	15	2.38	0.853
38.29849 a 42.98263%	36	5.71		33	5.24		90	14.29		15	2.38		14	2.22	
42.98264 a 48.63371%	26	4.13		24	3.81		68	10.76		18	2.86		12	1.9	
>48.633711%	25	3.96		22	3.49		67	10.62		12	1.9		11	1.74	

% CONSUMO DE AC.GRASOS MONOINSAT. POR LIPIDOS.															
<26.55639%	21	3.33	0.000	18	2.86	0.000	62	9.84	0.000	9	1.43	0.001	7	1.11	0.0001
26.556391 a 28.71171%	25	3.96		24	3.8		70	11.09		13	2.06		12	1.9	
28.71172 a 31.13365%	29	4.6		26	4.12		79	12.52		14	2.22		7	1.11	
>31.13366%	54	8.57		52	8.25		116	18.41		30	4.76		26	4.13	
% CONSUMO DE AC.GRASOS POLIINSAT. POR LIPIDOS.															
<16.3172%	24	3.8	0.313	22	3.49	0.329	69	10.94	0.119	15	2.38	0.780	13	2.06	0.771
16.3173 a 18.84876%	32	5.09		30	4.77		76	12.08		19	3.02		16	2.54	
18.848761 a 21.64845%	35	5.54		33	5.22		86	13.61		14	2.22		11	1.74	
>21.64846%	38	6.03		35	5.56		96	15.24		18	2.86		12	1.9	
% CONSUMO DE AC.GRASOS TRANS POR LIPIDOS.															
<0.5833376%	38	6.02	0.550	33	5.23	0.739	76	12.04	0.197	13	2.06	0.614	12	1.9	0.984
0.5833377 a 0.905452%	34	5.4		33	5.24		80	12.7		15	2.38		14	2.22	
0.905453 a 1.281937%	29	4.6		27	4.28		74	11.73		20	3.17		13	2.06	
>1.281938%	28	4.44		27	4.29		97	15.4		18	2.86		13	2.06	

REFERENCIAS.

1. Posadas Romero C. **Obesidad y el síndrome metabólico en niños y adolescentes.** Revista de Endocrinología y Nutrición. 2005; 13(3):S45-S46.
2. Perea-Martínez A., Bárcena-Sobrino E., Rodríguez-Herrera R., Greenawalt-Rodríguez S., Carbajal-Rodríguez L., Zarco-Román J. **Obesidad y comorbilidades en niños y adolescentes asistidos en el Instituto Nacional de Pediatría.** Acta Pediatr Mex. 2009; 30(3):167-74
3. Pires Rodríguez M.C., Nava Arias A.V, Lanzilli P. **Síndrome metabólico: prevalencia y factores de riesgo en escolares.** Arch Venez Puer Ped Caracas. 2009; 72(2): 47-52.
4. Sánchez-Contreras M, Moreno-Gómez G, Marín-Grisales M y García –Ortiz L. **Factores de Riesgo Cardiovascular en Poblaciones Jóvenes.** Rev. Salud Pública. 2009; 11 (1): 110-122.
5. Burrows A. R. **Prevención del sobrepeso en la niñez: la mejor estrategia para la prevención de las Enfermedades Crónicas no Transmisibles (ECNT) del adulto.** Revista Hospital Clínico Universidad de Chile. 2005, 16 (4): 341-350.
6. Coromoto Macías T. **Síndrome metabólico en niños y adolescentes.** Arch Venez Puer Ped. Caracas. 2009; 72 (1):30-37.
7. Gutiérrez JP, Rivera-Dommarco J, Shamah-Levy T, Villalpando-Hernández S, Franco A, Cuevas-Nasu L, Romero-Martínez M, Hernández-Ávila M. **Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados Nacionales.** Cuernavaca, México. Instituto Nacional de Salud Pública, 2012: 55-90 y147-179.
8. Durán P, Piazza N, Trifone L, et al. **Consenso sobre factores de riesgo de enfermedad cardiovascular en pediatría. Obesidad.** Arch.argent.pediatr. 2005; 103(3):262-281.
9. Flores-Huerta S. **Obesidad abdominal y síndrome metabólico.** Gac Méd Méx. 2008 ; 65: 83-85.
10. Flores HS, Pérez CR, Garduño EJ, Reyes MH, Rodríguez OE, Muñoz HO. **Una mirada desde los servicios de salud a la nutrición de la niñez mexicana. II. Problemas emergentes: sobrepeso y obesidad.** Gac Méd Méx. 2007; 64: 399-407.
11. Moncada González B. **Acrocordones y Acanthosis nigricans: correlación con resistencia a la insulina y sobrepeso en niños mexicanos. Piel y resistencia a la insulina en niños.** Gaceta Médica de México. 2011; 147: 297-302.
12. Zimmet P, Alberti G, Kaufman F, Tajima N, Silink M, Arslanian S, Wong G, Bennett P, Shaw J, Caprio S. **El síndrome metabólico en niños y adolescentes.** Diabetes Voice. 2007; 52 (4): 1-4.
13. Maya Pulido J.G y Lorenzo BautistaC. **Factores Antropométricos que influyen en el desarrollo de Síndrome Metabólico.** Revista de la Escuela de Medicina “Dr. José Sierra Flores”. 2008; 22 (2): 9-16.
14. Batista Costa G, Horta N, Freire Resende Z, Souza G, Machado de Farias Barreto L, Correia L, Augusto Nascimento T, Barreto Rios C, Barreto-Filho J.A, Ferreira Lopes H. **Índice de Masa Corporal Presenta Buena Correlación con el Perfil**

- Proaterosclerótico en Niños y Adolescentes.** Arq Bras Cardiol. 2009; 93(3): 256-261.
15. Heller-Rouassant S. **Dislipidemias en niños y adolescentes: diagnóstico y prevención.** Bol Med Hosp Infant Mex. 2006; 63:158-161.
 16. Licea Puigl M.E, Bustamante Tejjidoll M, Lemane Pérez M. **Diabetes tipo 2 en niños y adolescentes: aspectos clínico-epidemiológicos, patogénicos y terapéuticos.** Rev Cubana Endocrinol. 2008; 19 (1).
 17. Zimmet P, Alberti K George MM, Kaufman F, Tajima N, Silink M, Arslanian S, Wong G, Bennett P, Shaw J, Caprio S. **IDF Consensus Group. The metabolic syndrome in children and adolescents – an IDF consensus report.** Pediatric Diabetes. 2007; 8: 299–306.
 18. Reinehr T, Gideon de Sousa, Michael Toschke A, Andler W. **Comparison of metabolic syndrome prevalence using eight different definitions: a critical approach.** Arch Dis Child. 2007; 92:1067–1072.
 19. Ferrer Lorente B., Dalmau Serra J. **Reflexiones sobre el síndrome metabólico,** en. Nutrición infantil. Acta Pediatr Esp. 2008; 66(3):130-134.
 20. Elizondo Montemayor L.L. y Patiño Ramírez B.E. **Obesidad y síndrome metabólico infantil incremento y consecuencias alarmantes. Primera Parte.** AVANCES. Revista de Divulgación Científica. 2009; 19(6): 8-16.
 21. Arjona-Villicaña R.D, Gómez-Díaz R.A, Aguilar-Salinas C.A, **Controversias en el diagnóstico del síndrome metabólico en poblaciones pediátricas.** Bol Med Hosp Infant Mex. 2008; 65: 488-501.
 22. Robles-Valdés C. **Riesgo cardiovascular y síndrome metabólico en niños y adolescentes.** Acta Pediatr Mex. 2011;32(1):1-4
 23. Salazar Vázquez B, Rodríguez Morán M, Guerrero Romero F, **Factores bioquímicos asociados a riesgo cardiovascular en niños y adolescentes.** Rev Med IMSS. 2005; 43 (4): 299-303.
 24. Elizondo Montemayor L.L. y Serrano González M. **Obesidad y síndrome metabólico en la infancia y adolescencia: evaluación clínica y manejo integral. Segunda Parte.** AVANCES. Revista de Divulgación Científica, 2010; 20(7): 26-37.
 25. Falkner B. y Gidding S. S. **Prehipertensión en los adolescentes.** Hipertensión (Madr.). 2008; 25(6): 245- 248.
 26. Cook S, Weitzman M, Auinger P, Nguyen M, Dietz W.H. **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: 821–827.
 27. Marcos-Daccarett N, Núñez-Rocha G, Salinas-Martínez A, Santos-Ayarzagoitia M y Decanini-Arcaute H. **Obesidad como Factor de Riesgo para Trastornos Metabólicos en Adolescentes Mexicanos, 2005.** Rev. Salud Pública. 2007; 9 (2):180-193.
 28. Hayes Dorado J.P, **Síndrome metabólico en niños y adolescentes.** Rev Soc Bol Ped. 2009; 48 (2): 96 – 100.

29. García-García E, De la Llata-Romero M., Kaufer-Horwitz M., Tusié-Luna M.T., Calzada-León R., et al. **La obesidad y el síndrome metabólico como problema de salud pública. Una reflexión. Primera Parte.** Salud mental. 2008; 31:489-496.
30. Lerman Garber I, Aguilar-Salinas C.A, Gómez-Pérez F.J, Reza Albarrán A, Hernández Jiménez S, Vázquez Chávez C, y A Rull J. **El síndrome metabólico. Posición de la Sociedad Mexicana de Nutrición y Endocrinología, sobre la definición, fisiopatología y diagnóstico. Características del síndrome metabólico en México.** Revista de Endocrinología y Nutrición. 2004;12(3): 109-122.
31. Aguilar Salina C. A. **El síndrome metabólico.** Cuadernos de nutrición. 2007; 30(4): 137-144.
32. Masharani U, Karma JH, German M.S. **Hormonas pancreáticas y diabetes mellitus**, en: Greenspan F.S., Gardner D.G. Endocrinología básica y clínica, Sexta Edición, Editorial El Manual Moderno, S. A. de C.V. México. 2005: 699- 796.
33. Silveira Rodríguez M.B, Martínez-Piñeiro Muñoz L y Carraro Casieri R. **Nutrigenómica, obesidad y salud pública.** Rev Esp Salud Pública. 2007; 81. 475-487.
34. Canizales-Quinteros S. **Aspectos genéticos de la obesidad humana.** Artículo de revisión. Revista de Endocrinología y Nutrición. 2008; 16 (1):9-15.
35. Ortiz Hernández L y Ramos Ibáñez N. **Nutrición y alimentación de los niños y adolescentes mexicanos. Primera parte: Deficiencias nutrimentales.** Rev Mex Pediatr. 2008; 75(4): 175-180.
36. Kuri-Morales P.A, González-Roldán J.F, Hoy M.J, Cortés-Ramírez M. **Epidemiología del tabaquismo en México.** Salud pública de México. 2006; 48(1):91-98.
37. Jiménez-Aguilar A, Flores M, Shamah-Levy T. **Consumo de bebidas azucaradas y su relación con el IMC en adolescentes mexicanos.** Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006. Salud Publica Mex. 2009;51 supl 4:S604-S612.
38. Caballero C, Hernández B, Moreno H, Hernández-Girón C, Campero L, Cruz A,y Lazcano-Ponce E. **Obesidad, actividad e inactividad física en adolescentes de Morelos, México: un estudio longitudinal.** Archivos Latinoamericanos De Nutrición. Organó Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición. 2007; 57 (3): 231-237.
39. Crepaldi G y Maggi S. **El Síndrome metabólico: contexto histórico.** Diabetes Voice. Número especial. 2006; 51: 8-10.
40. Sánchez-Castillo C, Pichardo-Ontiveros E y López-R P. **Epidemiología de la obesidad.** Gac Méd Méx. 2004; 140(2): S3-S20.
41. Orlando Calderín Bouza R. y Orlandi González N. **Síndrome metabólico vs síndrome de insulinoresistencia. Diferentes términos, clasificaciones y enfoques: ¿existe o no?** Rev Cubana Endocrinol. 2006; 17 (3): 1-16.
42. Ford E.S, Ajani U.A, Mokdad A.H. **The metabolic syndrome and concentrations of C-reactive protein among U.S. youth.** Diabetes Care.2005; 28 (4): 878–881.
43. Duncan G.E, Li SM, Zhou XH. **Prevalence and trends of a metabolic syndrome phenotype among US adolescents, 1999-2000.** Diabetes Care. 2004; 27:2438-2443.

44. Weiss R, Dziura J, Burgert TS, Tamborlane WV, Taksali SE, Yeckel CW, et al. **Obesity and the metabolic syndrome in children and adolescents.** N Engl J Med. 2004; 350: 2362-2374.
45. De Ferranti S.D, Gauvreau K, Ludwig D.S, Newfeld E.J, Newburger J.W, Rifai N. **Prevalence of the metabolic syndrome in american adolescents: findings from the third national health and nutrition examination survey.** Circulation Journal of the American Heart Association. 2004; 110:2494–2497.
46. Cruz M.L, Weigensberg M.J, Huang T.T, Ball G.,Shaibi G.Q, Goran M.I. **The metabolic syndrome in overweight Hispanic youth and the role of insulin sensitivity.** J Clin Endocrinol Metab. 2004; 89 (1):108–113.
47. Saffari F, Jalilolghadr S, Esmailzadehha N, Azinfar P. **Metabolic syndrome in a sample of the 6- to 16-year-old overweight or obese pediatric population: a comparison of two definitions.** Therapeutics and Clinical Risk Management. 2012; 8: 55–63.
48. Golley R.K, Magarey A.M, Steinbeck K.S, Baur L.A, Daniels L.A. **Comparison of metabolic syndrome prevalence using six different definitions in overweight pre-pubertal children enrolled in a weight management study.** International Journal of Obesity. 2006; 30: 853–860.
49. Wacher-Rodarte N. **Epidemiología del síndrome metabólico.** Gac Méd Méx. 2009; 145(5):384-391.
50. **World Health Organization. BMI-for-age (5-19 years).** Disponible en: http://www.who.int/growthref/who2007_bmi_for_age/en/print.html. Fecha de consulta: 23 de junio del 2013.
51. Hernández B, Gortmaker SL, Laird NM, Colditz GA, Parra-Cabrera S, Peterson KE. **Validity and reproducibility of a questionnaire on physical activity and non-activity for school children in Mexico City.** Salud Pública Mex. 2000; 42(4): 315-323.
52. **Definición de Síndrome metabólico.** Disponible en Pubmed (términos MeSH): <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/?term=metabolic+syndrome+x>. Fecha de consulta: 26 de junio del 2013.
53. **Definición Índice de Masa Corporal.** Disponible en Pubmed (términos MeSH): <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/?term=body+mass+index>. Fecha de consulta: 26 de junio del 2013.
54. **Definición Circunferencia de Cintura.** Disponible en Pubmed (términos MeSH): <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/?term=circumference%2C+waist>. Fecha de consulta: 26 de junio del 2013.
55. **Definición Ésteres de Colesterol.** Disponible en Pubmed (términos MeSH): <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68002788>. Fecha de consulta: 21 de noviembre del 2013.
56. **Definición Colesterol de lipoproteínas de baja densidad en sangre.** Disponible en Pubmed (términos MeSH): <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/?term=lipoproteins%2C+ldl>. Fecha de consulta: 21 de noviembre del 2013.

57. **Definición Colesterol de lipoproteínas de alta densidad en sangre.** Disponible en Pubmed (términos MeSH): <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68008075>. Fecha de consulta: 26 de junio del 2013.
58. **Definición de Presión arterial.** Disponible en Pubmed (términos MeSH): <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68062186>. Fecha de consulta: 26 de junio del 2013.
59. **Definición de Insulina y Resistencia a la insulina.** Disponible en Pubmed (términos MeSH): <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/?term=Insulin>. Fecha de consulta: 27 de junio del 2013.
60. **Definición de Sexo.** Disponible en Pubmed (términos MeSH): <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68012723>. Fecha de consulta: 26 de junio del 2013.
61. **Definición de Acantosis Nigricans.** Disponible en Pubmed (términos MeSH): <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68000052>. Fecha de consulta: 25 de septiembre del 2013.
62. Gidding SS, Dennison BA, Birch LL, Daniels SR, Gillman MW, Lichtenstein AH, et al. **Dietary recommendations for children and adolescents: a guide for practitioners.** Pediatrics. 2006;117(2):544-59.
63. American Diabetes Association. **Standards of Medical Care in Diabetes 2013.** Diabetes Care. 2013; 36(1):S11-S66.
64. Sharma S y Fleming S.E. **Use of HbA1C testing to diagnose pre-diabetes in high risk African American children: A comparison with fasting glucose and HOMA-IR.** Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews. 2012; 6:157-162.
65. Cabrera-Rode, Eduardo et al. **Índice cintura-cadera contra perímetro cintura para el diagnóstico del síndrome metabólico en niños y adolescentes con familiares de primer grado diabéticos tipo 1.** Rev Cubana Endocrinol. 2011;22(3):182-195.
66. Ruiz Jiménez Miguel Angel. **Obesidad Infantil I;** en: **Factores de riesgo cardiovascular en niños y adolescentes.** Ediciones Diaz de Santos.S.A.Madrid España.2003:143-172.
67. González Garrido José Arnold, Ceballos Reyes Guillermo Manuel y Méndez Bolaina Enrique. **Obesidad: más que un problema de peso.** Revista De Divulgación Científica y Tecnológica De La Universidad Veracruzana. La ciencia y el Hombre. 2010; 23(2).
68. **Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud.** Disponible en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/compi/rlgsmis.html>. Fecha de consulta: 23 de junio del 2013.

ARTÍCULOS
ANEXOS
EN
PUBLICACIÓN.

Definiciones para el diagnóstico de síndrome metabólico en población infantil.

Burguete-García Ana I.*; Valdés-Villalpando Yesika N*; Cruz Miguel*

Resumen.

Objetivo: Hacer una revisión monográfica de las diferentes definiciones para el diagnóstico de síndrome metabólico (SM) en población infantil. **Obtención de la información:** Consulta y revisión de la literatura. **Selección de los estudios:** Se incluyó en la revisión aquellos artículos en relación con las diferentes definiciones empleadas para el diagnóstico de SM a nivel mundial. **Resultados:** Existen diferencias tanto en los criterios que definen al SM en niños como en adultos. Algunas de estas definiciones incluyen la hiperglucemia después de una carga de glucosa oral, mientras otras únicamente consideran la glucemia en ayuno; otras diferencias incluyen el criterio de obesidad en donde se emplean puntos de corte distintos para la circunferencia de cintura (CC) o el índice de masa corporal (IMC); valores de dislipidemia con criterios diferentes para triglicéridos (TGC) y colesterol de lipoproteínas de alta densidad (C-HDL); y distintos puntos de corte para definir la hipertensión arterial (HTA). El abordaje de cada definición difiere del peso que asume cada componente o factor de riesgo. **Conclusión:** Es relevante establecer una definición adecuada para el diagnóstico de SM en niños, en virtud de las grandes controversias reportadas por autores y los comités de expertos. Esta variabilidad de la prevalencia del SM poblacional derivada del uso de diferentes criterios, dificulta conocer la prevalencia de SM de forma certera. Poder contar con un consenso nacional, servirá para proponer acciones de salud pública pertinentes que nos permitan reducir los índices de morbimortalidad y los grandes costos para las instituciones de salud.

PALABRAS CLAVE: Diagnóstico, Síndrome Metabólico, Niños, Índice de Masa Corporal, Circunferencia de Cintura, Triglicéridos, Colesterol de lipoproteínas de alta densidad, Hipertensión arterial, Hiperglucemia.

Abstract.

Objective: To present a monographic review of different definitions for the diagnosis of metabolic syndrome (MS) in children. **Data collection:** Consult and literature review. **Selection of studies:** We included in the review articles in relation to the different definitions used for the diagnosis of MS worldwide. **Results:** There are significant differences in both criteria for MS in children and adults. Some of these definitions include hyperglycemia after an oral glucose load, while others only consider fasting glycemia, other differences include obesity criteria where used different cutoffs for waist circumference (CC) or body mass index (BMI); values with different dyslipidemia criteria for triglycerides (TGC) and high density lipoprotein cholesterol (HDL-C); and different cutoffs for defining high blood pressure (HTA). The approach to each definition differs from the importance that each component or risk factor assumes. **Conclusion:** It is important to establish an appropriate definition for the diagnosis of MS in children, under the great controversies reported by authors and expert committees. This variability in the prevalence of MS population from the use of different criteria, difficult to know the prevalence of MS in a certain way. Being able to have a national consensus, will serve to propose appropriate public health actions that allow us to reduce the rates of morbidity and high costs for health institutions.

KEY WORDS: Diagnosis, Metabolic Syndrome, Children, Body Mass Index, Waist circumference, Triglycerides, High-density lipoprotein cholesterol, High blood pressure, Hyperglycemia.

Introducción.

La prevalencia de sobrepeso y obesidad en niños ha tenido un incremento alarmante en todo el mundo y se ha convertido en una epidemia con impacto negativo en la salud y en la economía del país¹⁻⁶.

Así, lo que inicialmente se consideró un problema creciente en la infancia, con riesgo de permanencia y de ocasionar enfermedades crónico-degenerativas en la adultez temprana, hoy es una enfermedad en todo el mundo que se acompaña de complicaciones metabólicas en niños². Actualmente, una proporción elevada de la población infantil en México tiene sobrepeso u obesidad. La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición del 2012 reportó en escolares de ambos sexos de 5 a 11 años, una prevalencia nacional combinada de sobrepeso y obesidad de 34.8% (20.2% para sobrepeso y 14.6% para obesidad) para el 2006, y de 34.4% (19.8% para sobrepeso y 14.6% para obesidad) para el 2012, sin advertirse decremento en la presencia de obesidad en niños mexicanos⁷. Estos reportes son de importancia debido a que se ha sugerido que hasta 80% de los niños con exceso de peso serán adultos obesos¹.

La obesidad puede definirse como una enfermedad caracterizada por el aumento de peso acompañada de un incremento de grasa corporal en una proporción mayor de la esperada para la edad y sexo, cuya magnitud y distribución condicionan la salud del individuo^{8,9}; de esta forma, se considera una enfermedad inflamatoria, sistémica y crónica que tiene participación central en el síndrome metabólico (SM), caracterizado por hiperinsulinemia, hipertensión arterial

(HTA), elevación de triglicéridos (TGC), valores bajos de colesterol de lipoproteínas de alta densidad (C-HDL) e intolerancia a la glucosa o diabetes tipo 2 (DT2)^{1,2,10,11}. Así, la obesidad desempeña un papel importante en el desarrollo de SM en niños ya que su prevalencia aumenta directamente en relación con el grado de obesidad^{3,4,12,13}.

Estudios realizados en niños han señalado que el proceso de aterosclerosis comienza en la infancia y se asocia con obesidad y otros componentes del SM; de ahí, la importancia de identificar factores de riesgo presentes en la población infantil para prevención de complicaciones futuras^{1,3,14}. El incremento en la incidencia y prevalencia de obesidad en la niñez permite prever un incremento significativo en la incidencia de problemas cardiovasculares y metabólicos en la población; al respecto, se ha mencionado que los niños con uno o más factores de riesgo cardiovascular constituyen un grupo de alto riesgo para el desarrollo de SM en la edad adulta^{6,15,16}. Durante los últimos 15 años, la obesidad ha sido causa de un número considerable de casos de DT2, dislipidemia, HTA y SM en niños y adolescentes². Estas alteraciones metabólicas inciden directamente en la morbimortalidad de la población mexicana, la trascendencia negativa de estas enfermedades se ha expresado en las principales causas de muerte entre los escolares^{16,17}; a partir del 2005 se indicó que la DT2 ocupaba el 18vo lugar entre las causas de muerte en el grupo de 5 a 14 años, con una tasa de 0.2 defunciones por cada 100,000 habitantes².

Fisiopatología.

El término de SM (nombre establecido por la OMS en 1998) nace de la asociación de una serie de factores (obesidad, hiperglucemia, hiperinsulinemia, hiperlipidemia e hipertensión) que, agrupados, incrementan el riesgo de desarrollar enfermedad cardiovascular aterosclerótica y DT2^{18,19}.

Se dice que los componentes del síndrome son marcadores de la existencia de anormalidades en diversas vías metabólicas reguladas por la insulina¹⁸. El exceso de grasa intraabdominal que resulta en una mayor concentración de ácidos grasos en la circulación portal, causa un aumento en la producción hepática de lipoproteínas y resistencia hepática a la insulina. Así, la obesidad abdominal se asocia con un depósito anormal de lípidos en tejidos como el hígado y el músculo estriado, explicando la menor sensibilidad a la insulina¹⁹. La alteración en la acción de la insulina predispone a hiperglucemia, la cual a su vez induce hiperinsulinemia, si la hiperinsulinemia no es de la magnitud

suficiente para corregir la hiperglucemia, se manifestará la DT2. Las concentraciones excesivas de insulina podrían incrementar la reabsorción de sodio en los túbulos renales, lo cual causaría HTA. El incremento en la producción de lipoproteínas de baja densidad (VLDL) en hígado conduciría a hipertrigliceridemia (y en consecuencia a bajas concentraciones de C-HDL) lo que también contribuiría al hiperinsulinismo¹⁹.

De esta forma, este término agrupa varios factores de riesgo cardiovascular, el principal de los cuales es la RI y la obesidad que parece ser uno de los factores desencadenantes más importantes de las alteraciones metabólicas que lo caracterizan^{9,11-13,20}. El consenso más generalizado en la población pediátrica es que el origen del SM se debe a la obesidad abdominal y a la resultante resistencia a la insulina (RI), por lo que algunos autores mencionan que probablemente el diagnóstico y el tratamiento de estas comorbilidades permita tratarlo^{1,12,21}.

Componentes que integran el diagnóstico de síndrome metabólico.

Se han propuesto varias definiciones de SM enfrentándose a diversas preguntas, entre las cuales se encuentran: los componentes a incluir, la contribución de cada uno, los métodos para definirlo y los puntos de corte para identificar los casos en riesgo. En general los criterios para diagnosticar el SM han incluido la presencia de los siguientes factores de riesgo cardiovascular: obesidad, hiperglucemia o hiperinsulinemia,

hiperlipidemia, e hipertensión arterial. Sin embargo, debido a la falta de consenso para la definición de SM en niños, existen numerosas propuestas que difieren en la interpretación de estos indicadores y/o en los puntos de corte que definen el riesgo cardiovascular para cada componente. Así, a continuación se presentan los componentes empleados en las diferentes definiciones para diagnosticar síndrome metabólico:

1. Índices antropométricos

empleados como indicador de la composición corporal e identificación de obesidad en niños: IMC ó circunferencia de cintura (CC).

- El **IMC** se determina del peso referido a la talla y se calcula dividiendo el peso corporal expresado en kilogramos por la talla elevada al cuadrado expresada en metros^{14,22,23}. Debido a que la composición de grasa de este grupo etáreo cambia con el crecimiento, y los niños y niñas difieren en la adiposidad conforme se va dando su desarrollo, el IMC se establece comparando el peso y la estatura contra tablas de crecimiento en percentiles específicas para la edad y el sexo. No obstante, aunque se ha mencionado que el IMC se asocia a los marcadores de complicaciones secundarias de obesidad, incluidos la HTA, hiperlipidemia, y mortalidad a largo plazo, la interpretación del IMC es difícil debido a que únicamente refleja el tamaño corporal, la masa libre de grasa y la adiposidad en conjunto, siendo un pobre predictor del porcentaje y la distribución de grasa corporal^{13,14}.
- La **CC** ha permitido medir específicamente la distribución central de la grasa. Ello ha modificado el pronóstico sobre los riesgos de salud asociados a la obesidad central en niños debido a que la grasa intraabdominal se ha asociado con muchos de los desórdenes metabólicos más comunes incluyendo RI, DT2, HTA, dislipidemia y aterosclerosis, entre otras^{10,20,22}. Así, la inclusión de la CC para evaluar obesidad en niños se ha empleado para identificar aquéllos que se encuentran con

mayor riesgo de enfermedades metabólicas^{8,10,13,22,23}.

Para la interpretación de sobrepeso u obesidad en niños se han utilizado distintos criterios según el organismo que los determine. La OMS ha identificado la obesidad y el sobrepeso por medio del puntaje z como el número de desviaciones estándar (DE) en que se encuentra el niño, con respecto al promedio de niños de su edad y sexo; define sobrepeso por la presencia de estar entre >1 y >2DE y obesidad al estar en >2DE del puntaje z del peso para la talla. La CDC ha empleado curvas de percentiles específicas para edad y sexo, determinando obesidad con un IMC \geq percentil 95 y sobrepeso con IMC \geq percentil 85 para la edad y sexo. A diferencia de estos organismos, la NAHNESIII (Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Estados Unidos III) se enfocó en la CC identificando obesidad con un percentil \geq 90 y sobrepeso con un percentil \geq 85 para edad y sexo^{8,14,23,24}.

2. Indicadores bioquímicos

empleados para demostrar alteraciones metabólicas: glucemia, TGC y C-HDL.

- **Riesgo de diabetes en niños:** se han empleado algunas definiciones que incluyen fases iniciales de alteraciones en el metabolismo de la glucosa, como la Asociación Americana de Diabetes que la determina con un valor de glucemia \geq 100 mg/dL, o la presencia misma de DT2 para el diagnóstico de SM²⁴. La presencia de RI en niños se ha establecido con un nivel de insulina en ayuno mayor a 15 μ U/mL, y una insulina con pico mayor a 150 μ U/mL o más de 75 μ U/mL a los 120 min en una curva de tolerancia a la glucosa;

sin embargo en este caso no se han establecido puntos de corte debido a que esto dependerá de los índices de medición como las ecuaciones de QUICKI y de HOMA las cuales son modelos que utilizan la insulina y la glucemia basal para determinar la RI y la función de las células beta^{5,14,20,24}.

- **Dislipidemia:** las definiciones de SM se centran principalmente en la elevación de TGC con un punto de corte ≥ 100 ó ≥ 110 mg/dL y bajos niveles de C-HDL con un nivel ≤ 40 ó < 50 mg/dL dependiendo del criterio diagnóstico empleado^{22,24,25}.

Definiciones empleadas para el diagnóstico de síndrome metabólico.

El SM consiste en la asociación de un conjunto de indicadores antropométricos y bioquímicos que indican mayor riesgo para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares. Así, dentro de los criterios empleados para el diagnóstico de SM se encuentra el **Programa Nacional de Educación sobre el Colesterol y el Panel III de Tratamiento del Adulto (NCEP-ATPIII)**, el cual define al SM en el adulto por la presencia de al menos tres de cinco componentes^{14,20,27}:

- 1) Obesidad central: CC > 102 cm en hombres y > 88 cm en mujeres,
- 2) Concentraciones elevadas de TGC: ≥ 150 mg/dL,
- 3) Niveles de C-HDL: ≤ 40 mg/dL en hombres y ≤ 50 mg/dL en mujeres,
- 4) Presión arterial elevada: $\geq 130/85$ mmHg,
- 5) Niveles de glucosa en ayuno elevados: $\geq 100/110$ mg/dL.

3. **Presión Arterial:** la definición reciente de HTA en niños se basa en percentiles respecto a edad, sexo y estatura más que, como en los adultos, en una cifra variable. Así, prehipertensión se define con una presión diastólica o sistólica \geq percentil 90 y \leq percentil 95, o si sobrepasa 120/80 mm Hg, aún si esta cifra es $<$ percentil 90. E hipertensión con una presión sistólica o diastólica \geq percentil 95 (en tres o más ocasiones). A pesar del establecimiento de este consenso algunas definiciones de SM no se basan en estos puntos de corte de presión arterial^{24,26}.

Posteriormente este comité de expertos y otros autores modificaron este criterio para diagnosticar al SM en niños y adolescentes^{14,24,27-29} como se muestra en la **Tabla I**:

Tabla I. Diagnóstico de Síndrome Metabólico propuesto por NCEP-ATPIII y Cook et al., Ford et al., Duncan et al^{24,27-29}.

Programa Nacional de Educación sobre el Colesterol y el Panel III de Tratamiento del Adulto (NCEP-ATP III)	Cook et al. (Estimación de prevalencia de SM con jóvenes de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Estados Unidos-NAHNES-de 1988 a 1994), Ford et al. (Prevalencia de SM con jóvenes de NAHNES de 1999-2000), y Duncan et al. (Estimación de prevalencia de SM con jóvenes de la NAHNES de 1999-2000) ^a
Presencia de tres o más de los siguientes componentes:	
Obesidad Central CC \geq percentil 90 en ambos sexos	Obesidad Central CC \geq percentil 90 en ambos sexos
TGC ≥ 110 mg/dL	TGC ≥ 110 mg/dL
HDL ≤ 40 mg/dL	HDL ≤ 40 mg/dL
Presión arterial (sistólica o diastólica) \geq percentil 90	Presión arterial (sistólica o diastólica) \geq percentil 90
Glucosa en ayuno ≥ 100 mg/dL	Glucosa en ayuno ≥ 110 mg/dL. Se recomienda un análisis adicional con valor ≥ 100 mg/dL en la definición de Ford et al.

a. Los autores ajustaron esta definición con base a datos pediátricos en donde consideraron valores de referencia del reporte de panel pediátrico de la NCEP y la declaración de la Asociación Americana de Diabetes sobre DT2 en niños.

Como se puede observar en las definiciones mostradas anteriormente, la diferencia entre el criterio de NCEP-

ATPIII y la definición de los autores Cook et al, Ford et al y Duncan et al., únicamente se encuentra en el punto de corte para identificar a un niño o adolescente en riesgo si la glucosa en ayuno es ≥ 100 o ≥ 110 mg/dL encontrándose una diferencia de 10mg/dL entre una definición y otra.

Otro criterio diagnóstico de SM en pediatría es el propuesto por la **IDF (Federación Internacional de Diabetes)** que se basa en puntos de corte en los que excluye a niños <6 años^{11,21}. En esta definición, la obesidad central es un elemento clave del SM, la CC es el principal componente debido a que se considera buen predictor de RI, aumento en los niveles de lípidos e incremento de la

presión arterial. Debido a cambios en la proporción y distribución de grasa corporal con la edad y el desarrollo del niño, no se especifican puntos de corte con valores absolutos, sino percentiles, en donde se toma como punto de corte el percentil 90, por el peligro aumentado de múltiples riesgos cardiovasculares^{13,30}. El consenso de la IDF estableció que el SM no debe ser diagnosticado en niños <10 años, pero deben tomarse medidas para el control de peso en aquéllos con obesidad abdominal. Para niños de 10 años en adelante, se puede diagnosticar SM y para niños >16 años se empleará el criterio de la IDF para adultos^{11,24,30} (Tabla II):

Tabla II. Diagnóstico de Síndrome Metabólico propuesto por IDF^{24,30}.

Grupo de edad (años)	Obesidad (CC)	Triglicéridos	C-HDL	Presión arterial.	Glucosa.
de 6 a <10	≥ 90 percentil	No se puede diagnosticar el síndrome metabólico, aunque deberán realizarse más mediciones si hay antecedentes familiares de síndrome metabólico, DT2, dislipidemia, enfermedad cardiovascular, hipertensión y/u obesidad.			
de 10 a <16	Más 2 de los siguientes componentes: ≥ 90 percentil o del punto de corte para adultos si es menor.	>150 mg/dl	<40 mg/dl	Presión sistólica ≥ 130 mm Hg o diastólica ≥ 85 mmHg	≥ 100 mg/dl o DT2 manifiesta. Se recomienda curva de tolerancia a la glucosa oral.
16+	<p>Usar criterios de la IDF para adultos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Obesidad central por CC según grupo étnico (México: 90cm hombres; 80cm mujeres). <p>Más dos o más de los siguientes parámetros:</p> <ul style="list-style-type: none"> Hipertrigliceridemia: ≥ 150mg/dl. C-HDL: <40 mg/dl en hombres o <50 mg/dl en mujeres. Hipertensión arterial: $\geq 130/85$mm Hg o en tratamiento. Hiperglicemia: glucosa plasmática en ayuno ≥ 100 mg/dl o DT2. 				

Algunos otros criterios que fueron modificados por distintos autores para diagnosticar SM en niños y

adolescentes son los siguientes^{24,30-33}(Tabla III):

Tabla III. Diagnóstico de Síndrome Metabólico propuesto por Weiss et al., Ferranti et al., y Cruz et al³⁰⁻³³.

Weiss et al. (Estimación de prevalencia de SM de un grupo de jóvenes de origen multiétnico -blancos, negros e hispanos- de un estudio de cohorte) ^a	Ferranti et al. (Estimación de prevalencia de SM con jóvenes de la NAHNES 1988–1994).	Cruz et al. (Estimación de prevalencia de SM con jóvenes del Estudio de jóvenes latinoamericanos en riesgo de Diabetes- SOLAR Diabetes Proyect-).
Presencia de tres o más de los siguientes componentes:		
<u>Obesidad Central</u> IMC >2 desviaciones estándar del puntaje Z para la edad y sexo.	<u>Obesidad Central</u> CC ≥percentil 75 para edad y sexo.	<u>Obesidad Central</u> CC ≥percentil 90 para edad, sexo y raza.
TGC >percentil 95 para la edad, sexo, raza o grupo étnico.	TGC ≥100 mg/dL	TGC ≥percentil 90 para edad y sexo.
HDL <percentil 5 para la edad, sexo, raza o grupo étnico	HDL <50 mg/dL	HDL ≤percentil 10 para edad y sexo.
Presión arterial (sistólica o diastólica) ≥percentil 95 para la edad y sexo.	Presión arterial (sistólica o diastólica) ≥percentil 90 para edad, sexo y talla.	Presión arterial (sistólica o diastólica) >percentil 90 para edad, sexo y talla.
Glucosa a las dos horas de una carga de glucosa oral (>140 mg/dL pero <200 mg/dL)	Glucosa en ayuno >110 mg/dL.	Glucosa en ayuno >100 mg/dL.

a. Esta definición se ajustó en base a criterios modificados de la NCEP y la OMS.

Al observar los criterios para definir al síndrome metabólico puede mencionarse que la mayoría de estos se enfocan en diagnosticar con SM aquel niño o adolescente que presente cualquiera de tres o más de los cinco componentes a evaluar (obesidad, niveles de TGC, niveles de C-HDL, presión arterial sistólica o diastólica, y niveles de glucosa), sin embargo ello se exceptúa con el criterio de IDF el cual da mayor peso a la presencia de obesidad central más dos o más de cuatro componentes (niveles de TGC, niveles de C-HDL, Presión arterial sistólica o diastólica, y niveles de glucosa).

Puede identificarse que los criterios para diagnosticar SM emplean los mismos componentes (con algunas variaciones) difiriendo en los puntos de corte con los siguientes rangos de medición para evaluar el riesgo:

- 1) **Obesidad central:** CC ≥percentil 75 a ≥percentil 90.
- 2) **Concentraciones elevadas de TGC:** ≥100 a ≥150 mg/dL o ≥percentil 90.
- 3) **Niveles de C-HDL:** ≤40 mg/dL a <50 mg/dL o ≤percentil 10.
- 4) **Presión arterial elevada (sistólica o diastólica):** ≥percentil 90 a >percentil 90 o ≥130/85mmHg.
- 5) **Niveles de glucosa elevados:** ≥100 mg/dL a ≥110 mg/dL.

Antecedentes de divergencias en el diagnóstico de síndrome metabólico.

Las diferencias expuestas anteriormente con respecto a la diversidad de definiciones diagnósticas de SM en niños y la determinación de la prevalencia de dicho síndrome en la población, puede observarse en un estudio realizado por Fatemeh, et al. (2012), en el cual se evaluó la relación entre obesidad y anormalidades metabólicas en un grupo de niños y adolescentes de Irán y se estimó la presencia de SM comparando dos criterios diagnósticos. Dicho estudio incluyó a 100 sujetos sanos entre 6 y 16 años de edad (media 10.52 años) con un IMC elevado para su edad y

sexo (sobrepeso con IMC >percentil 85 y <95, y obesidad con IMC >percentil 95), a los cuales se les realizó una evaluación física que incluyó IMC, presión arterial, glucosa, insulina, colesterol total, lipoproteínas de alta y baja densidad, triglicéridos y ácido úrico después de ayuno de 12 horas³⁴. En la comparación de criterios diagnósticos de SM emplearon uno mencionado con el nombre de NCEP-ATP III (sin contener los puntos de corte establecidos de este consenso) y una definición modificada por Weiss et al.³⁴ (Tabla IV):

Tabla IV. Comparación de criterios diagnósticos de Síndrome Metabólico empleando definiciones modificadas de Weiss et al. y NCEP-ATPIII.

NCEP-ATPIII. (Cualquiera de 3 criterios).	Weiss et al. (Cualquiera de 3 criterios).
<u>Obesidad Central</u> CC ≥percentil 75 para edad y sexo.	<u>Obesidad Central</u> CC ≥percentil 75 para edad y sexo.
TGC ≥percentil 95 para edad y sexo.	TGC ≥100 mg/dL
C-HDL ≤percentil 5 para edad y sexo.	C-HDL <50 mg/dL (<45mg/dL en hombres mayores de 15 años).
Presión arterial (sistólica o diastólica) >percentil 95 para edad y sexo.	Presión arterial (sistólica o diastólica) >percentil 90 para edad y sexo.
Glucosa en ayuno ≥100 mg/dL.	Glucosa en ayuno ≥100 mg/dL.

Adaptada de Saffari F et al.³⁴

Respecto al punto de corte establecido en cada una de las definiciones propuestas en dicho estudio se observaron diferencias con respecto a los componentes de TGC, C-HDL y presión arterial, dichas diferencias llevaron a discrepancias en los resultados presentados en el estudio. Se reportó un diagnóstico de SM en 63% de los sujetos (50% con

sobrepeso y 66.2% con obesidad) con la definición planteada de NCEP-ATPIII, y de 39% de los sujetos (25% con sobrepeso y 42.5% con obesidad) con la definición modificada por Weiss et al. Así, debido a que la definición de NCEP-ATPIII incluía parámetros más elevados con respecto al C-HDL, TGC, y presión arterial; se diagnosticó un mayor número de niños con SM y por

ende se detectó mayor prevalencia en comparación con la definición modificada por Weiss et al³⁴.

Otro estudio realizado por Reinehr T, et al. (2007), comparó la prevalencia de SM en una muestra de niños y adolescentes con sobrepeso y obesidad de acuerdo a ocho definiciones establecidas y analizó el impacto del grado de obesidad, la RI y la etapa puberal sobre la frecuencia de SM. Se estudiaron 1205 sujetos caucásicos (965 con sobrepeso y obesidad y 84 con peso normal) con una edad de 4 a 16 años (media de 11.8 años) pertenecientes a una clínica ambulatoria de obesidad de un hospital general de Alemania³⁷.

El grado de sobrepeso se estableció mediante el puntaje z del IMC para tablas alemanas >percentil 95, a fin de hacer comparables las ocho definiciones de SM. El desarrollo sexual secundario se clasificó por la escala de Marshall y Tanner en tres grados. Se realizaron determinaciones en ayuno de TGC, C-HDL, colesterol total, glucosa e insulina; se midió presión arterial y CC. La RI se calculó por medio del índice HOMA. Se

realizaron pruebas de tolerancia oral a la glucosa en los que cumplieran con al menos dos factores de riesgo de SM (14%)³⁷.

Entre los niños con peso normal, 7% presentaron niveles de insulina en ayuno por arriba de los límites establecidos, ninguno tuvo una glucosa >100mg/dl, 2% tuvo presión arterial >p90 pero ninguno >p97, 1% tuvo C-HDL <40mg/dl, ninguno tuvo colesterol total >p95, 11% tuvo TGC >110mg/dl y 5% >150mg/dl. Ninguno de los niños con peso normal cumplió los factores necesarios para el diagnóstico de SM³⁷. El SM se definió de acuerdo a cuatro criterios propuestos para niños y adolescentes (Cook, Ferranti, Viner, y Weiss) y de acuerdo a cuatro criterios para adultos (ATPIII, EGIR, IDF, y OMS). Se reportó una variación significativa ($p < 0.001$) en la prevalencia de SM entre las ocho definiciones evaluadas, encontrándose una prevalencia del 6% (OMS para adultos) al 39% (Ferranti para niños y adolescentes). Sólo 9% de los niños cumplió con los cuatro criterios de SM para niños y adolescentes, mientras que sólo el 2% cumplió con los ocho criterios de SM³⁷.

Discusión.

Como puede apreciarse existen diferencias en los criterios que definen al SM en niños.

Los criterios diagnósticos varían según los autores y los comités de expertos, y las divergencias se enfocan en los componentes que deben o no incluirse, así como a los puntos de corte adecuados para su definición. Algunas de estas definiciones incluyen la hiperglucemia después de una carga de glucosa oral (criterio de Weiss et

al.), mientras la mayoría únicamente consideran la glucemia en ayuno; algunos autores han señalado que al no incluirse la glucemia postprandial, los criterios podrían perder un número significativo de individuos en riesgo, debido a que alrededor del 40% de los sujetos con intolerancia a la glucosa tienen glucosa en ayuno <110 mg/dL²⁰, y aproximadamente de 20 a 25% de los sujetos con DT2 no se diagnostican cuando solo se emplea la glucosa en

ayuno³⁵; sin embargo, se considera que la prueba de tolerancia a la glucosa oral no es una prueba práctica y tiene un costo elevado^{20,35}. Otras diferencias entre los criterios que definen el SM incluyen puntos de corte distintos para evaluar la composición corporal por medio de CC o IMC empleando tanto percentiles como puntajes z; valores de dislipidemia con diferentes criterios para TGC y C-HDL empleando puntos de corte en percentiles o mg/dL; y distintos puntos de corte para definir HTA. Sin embargo, al observar los componentes incluidos en cada uno de los criterios diagnósticos valdría la pena evaluar aquellos componentes que se han visto relacionados con el riesgo de SM como la insulina o índices derivados de ella como el HOMA para evaluar la resistencia a la insulina en niños o adolescentes³⁶.

Conclusión.

El incremento en la incidencia y prevalencia de obesidad en la niñez ha llevado a un aumento importante en la incidencia de problemas metabólicos y enfermedades cardiovasculares en la población durante los últimos años. La obesidad ha sido causa de un número considerable de casos de diabetes, dislipidemia e hipertensión arterial en niños; por ello, se considera relevante establecer una definición adecuada para el diagnóstico de síndrome metabólico en niños mexicanos.

Las diferencias encontradas en los criterios diagnósticos presentados tienen importantes consecuencias, debido a que según el criterio aplicado, un individuo será diagnosticado o no con SM y, por tanto, la prevalencia del síndrome variará, y lo que es más

Las diferencias presentes en los criterios para definir al SM en niños y adolescentes han ocasionado que a la propia variabilidad de la prevalencia del SM en diferentes poblaciones, se agreguen las diferencias derivadas del empleo de varios criterios para definirlo, ocasionado dificultades al comparar poblaciones y estudios realizados.

Cabe mencionar la importancia de utilizar valores de referencia disponibles en base a las características de la población que se desea estudiar debido a que estos valores serán más adecuados para evaluar el estado nutricional, la composición corporal, la presión arterial y los valores lipídicos y glucémicos de los niños de la región, tomando en cuenta sus características específicas de crecimiento y desarrollo.

importante, también lo harán el tratamiento y el pronóstico.

Por ello, se propone la realización de un estudio de validación de las diferentes definiciones para el diagnóstico de SM empleadas en niños y adolescentes mexicanos; deberá evaluarse la sensibilidad, especificidad, valores predictivos positivo y negativo y razón de verosimilitudes para el diagnóstico clínico de síndrome metabólico de cada una de las definiciones. Así como evaluar el mejor punto de corte del valor de cada uno de los componentes de las definiciones para discriminar a los pacientes con y sin síndrome metabólico. La evaluación de las diferentes definiciones analizadas para el diagnóstico de síndrome metabólico en niños y adolescentes, permitirá identificar

aquellos componentes con mejor valor predictivo, considerándose esto relevante con la finalidad de proponer una definición diagnóstica *ad hoc* para el SM en la población de niños mexicanos. Ello permitirá identificar apropiadamente el riesgo futuro de enfermedades cardiovasculares, así como unificar y homogeneizar el diagnóstico, tratamiento y pronóstico poblacional que permitirá reducir los índices de morbimortalidad en la población mexicana.

Sin embargo, aun sin existir un consenso universal, cabe resaltar la

importancia de las acciones que lleven a cabo tanto los niños como los padres de familia con la finalidad de revertir y normalizar la presencia de estas alteraciones metabólicas por medio de acciones como la realización de actividad física de forma periódica y mantener una alimentación balanceada; se considera útil identificar los factores de riesgo para modificarlos y prevenir la progresión de alteraciones graves y potencialmente fatales a edad temprana y en la vida adulta.

Referencias.

1. Posadas Romero C. **Obesidad y el síndrome metabólico en niños y adolescentes.** Revista de Endocrinología y Nutrición. 2005; 13(3):S45-S46.
2. Perea-Martínez A., Bárcena-Sobrino E., Rodríguez-Herrera R., Greenawalt-Rodríguez S., Carbajal-Rodríguez L., Zarco-Román J. **Obesidad y comorbilidades en niños y adolescentes asistidos en el Instituto Nacional de Pediatría.** Acta Pediatr Mex. 2009; 30(3):167-74
3. Pires Rodríguez M.C., Nava Arias A.V, Lanzilli P. **Síndrome metabólico: prevalencia y factores de riesgo en escolares.** Arch Venez Puer Ped Caracas. 2009; 72(2): 47-52.
4. Sánchez-Contreras M, Moreno-Gómez G, Marín-Grisales M y García -Ortiz L. **Factores de Riesgo Cardiovascular en Poblaciones Jóvenes.** Rev. Salud Pública. 2009; 11 (1): 110-122.
5. Burrows A. R. **Prevención del sobrepeso en la niñez: la mejor estrategia para la prevención de las Enfermedades Crónicas no Transmisibles (ECNT) del adulto.** Revista Hospital Clínico Universidad de Chile. 2005, 16 (4): 341-350.
6. Coromoto Macías T. **Síndrome metabólico en niños y adolescentes.** Arch Venez Puer Ped. Caracas. 2009; 72 (1):30-37.
7. Gutiérrez JP, Rivera-Dommarco J, Shamah-Levy T, Villalpando-Hernández S, Franco A, Cuevas-Nasu L, Romero-Martínez M, Hernández-Ávila M. **Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados Nacionales.** Cuernavaca, México. Instituto Nacional de Salud Pública, 2012: 55-90 y147-179.
8. Flores HS, Pérez CR, Garduño EJ, Reyes MH, Rodríguez OE, Muñoz HO. **Una mirada desde los servicios de salud a la nutrición de la niñez mexicana. II. Problemas emergentes: sobrepeso y obesidad.** Gac Méd Méx. 2007; 64: 399-407.
9. Moncada González B. **Acrocordones y Acantosis nigricans: correlación con resistencia a la insulina y sobrepeso en niños mexicanos. Piel y resistencia a la insulina en niños.** Gaceta Médica de México. 2011; 147: 297-302.
10. Flores-Huerta S. **Obesidad abdominal y síndrome metabólico.** Gac Méd Méx. 2008 ; 65: 83-85.
11. Zimmet P, Alberti G, Kaufman F, Tajima N, Silink M, Arslanian S, Wong G, Bennett P, Shaw J, Caprio S. **El síndrome metabólico en niños y adolescentes.** Diabetes Voice. 2007; 52 (4): 1-4.
12. Ferrer Lorente B., Dalmau Serra J. **Reflexiones sobre el síndrome metabólico,** en. Nutrición infantil. Acta Pediatr Esp. 2008; 66(3):130-134.
13. Elizondo Montemayor L.L. y Patiño Ramírez B.E. **Obesidad y síndrome metabólico infantil incremento y consecuencias alarmantes. Primera Parte.** AVANCES. Revista de Divulgación Científica. 2009; 19(6): 8-16.
14. Durán P, Piazza N, Trifone L, et al. **Consenso sobre factores de riesgo de enfermedad cardiovascular en pediatría. Obesidad.** Arch.argent.pediatr. 2005; 103(3):262-281.
15. Salazar Vázquez B, Rodríguez Morán M, Guerrero Romero F, **Factores bioquímicos asociados a riesgo cardiovascular en niños y adolescentes.** Rev Med IMSS. 2005; 43 (4): 299-303.

16. Elizondo Montemayor L.L. y Serrano González M. **Obesidad y síndrome metabólico en la infancia y adolescencia: evaluación clínica y manejo integral. Segunda Parte.** AVANCES. Revista de Divulgación Científica, 2010; 20(7): 26-37.
17. Marcos-Daccarett N, Núñez-Rocha G, Salinas-Martínez A, Santos-Ayazagoitia M y Decanini-Arcaute H. **Obesidad como Factor de Riesgo para Trastornos Metabólicos en Adolescentes Mexicanos, 2005.** Rev. Salud Pública. 2007; 9 (2):180-193.
18. Aguilar Salina C. A. **El síndrome metabólico.** Cuadernos de nutrición. 2007; 30(4): 137-144.
19. Masharani U, Karma JH, German M.S. **Hormonas pancreáticas y diabetes mellitus**, en: Greenspan F.S., Gardner D.G. Endocrinología básica y clínica, Sexta Edición, Editorial El Manual Moderno, S. A. de C.V. México. 2005: 699- 796.
20. Lerman Garber I, Aguilar-Salinas C.A, Gómez-Pérez F.J, Reza Albarrán A, Hernández Jiménez S, Vázquez Chávez C, y A Rull J. **El síndrome metabólico. Posición de la Sociedad Mexicana de Nutrición y Endocrinología, sobre la definición, fisiopatología y diagnóstico. Características del síndrome metabólico en México.** Revista de Endocrinología y Nutrición. 2004;12(3): 109-122.
21. Robles-Valdés C. **Riesgo cardiovascular y síndrome metabólico en niños y adolescentes.** Acta Pediatr Mex. 2011;32(1):1-4
22. Maya Pulido J.G y Lorenzo BautistaC. **Factores Antropométricos que influyen en el desarrollo de Síndrome Metabólico.** Revista de la Escuela de Medicina "Dr. José Sierra Flores". 2008; 22 (2): 9-16.
23. Sánchez-Castillo C, Pichardo-Ontiveros E y López-R P. **Epidemiología de la obesidad.** Gac Méd Méx. 2004; 140(2): S3-S20.
24. Arjona-Villicaña R.D, Gómez-Díaz R.A, Aguilar-Salinas C.A, **Controversias en el diagnóstico del síndrome metabólico en poblaciones pediátricas.** Bol Med Hosp Infant Mex. 2008; 65: 488-501.
25. Heller-Rouassant S. **Dislipidemias en niños y adolescentes: diagnóstico y prevención.** Bol Med Hosp Infant Mex. 2006; 63:158-161.
26. Falkner B. y Gidding S. S. **Prehipertensión en los adolescentes.** Hipertensión (Madr.). 2008; 25(6): 245- 248.
27. Cook S, Weitzman M, Auinger P, Nguyen M, Dietz W.H. **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: 821–827.
28. Ford E.S, Ajani U.A, Mokdad A.H. **The metabolic syndrome and concentrations of C-reactive protein among U.S. youth.** Diabetes Care.2005; 28 (4): 878–881.
29. Duncan G.E, Li SM, Zhou XH. **Prevalence and trends of a metabolic syndrome phenotype among US adolescents, 1999-2000.** Diabetes Care. 2004; 27:2438-2443.
30. Zimmet P, Alberti K George MM, Kaufman F, Tajima N, Silink M, Arslanian S, Wong G, Bennett P, Shaw J, Caprio S. **IDF Consensus Group. The metabolic syndrome in children and adolescents – an IDF consensus report.** Pediatric Diabetes. 2007; 8: 299–306.
31. Weiss R, Dziura J, Burgert TS, Tamborlane WV, Taksali SE, Yeckel CW, et al. **Obesity and the metabolic syndrome in children and adolescents.** N Engl J Med. 2004; 350: 2362-2374.

32. De Ferranti S.D, Gauvreau K, Ludwig D.S, Newfeld E.J, Newburger J.W, Rifai N. **Prevalence of the metabolic syndrome in american adolescents: findings from the third national health and nutrition examination survey.** Circulation Journal of the American Heart Association. 2004; 110:2494–2497.
33. Cruz M.L, Weigensberg M.J, Huang T.T, Ball G.,Shaibi G.Q, Goran M.I. **The metabolic syndrome in overweight Hispanic youth and the role of insulin sensitivity.** J Clin Endocrinol Metab. 2004; 89 (1):108–113.
34. Saffari F, Jaliloghadr S, Esmailzadehha N, Azinfar P. **Metabolic syndrome in a sample of the 6- to 16-year-old overweight or obese pediatric population: a comparison of two definitions.** Therapeutics and Clinical Risk Management. 2012; 8: 55–63.
35. Orlando Calderín Bouza R. y Orlandi González N. **Síndrome metabólico vs síndrome de insulinoresistencia. Diferentes términos, clasificaciones y enfoques: ¿existe o no?** Rev Cubana Endocrinol. 2006; 17 (3): 1-16.
36. Sharma S., Lustig R., Fleming S. **Identifying Metabolic Syndrome in African American Children Using Fasting HOMA-IR in Place of Glucose.** Centers for Disease Control and Prevention. Preventing Chronic Disease. Public Health Research, Practice, And Policy. 2011; 8(3): 1-9.
37. Reinehr T, Gideon de Sousa, Michael Toschke A, Andler W. **Comparison of metabolic syndrome prevalence using eight different definitions: a critical approach.** Arch Dis Child. 2007; 92:1067–1072.

Estudio de validación de cuatro diferentes definiciones para el diagnóstico de síndrome metabólico en una muestra de niños del Distrito Federal.

Valdés-Villalpando Yesika N^{1*}; Campuzano Julio C.^{2*}; Cruz Miguel^{3*}; Burguete-García Ana I.^{4*};

Estudiante de la Maestría en Ciencias de la Salud Concentración en Epidemiología Clínica, Instituto Nacional de Salud Pública (INSP)¹; Centro de Investigaciones en Salud Poblacional, INSP²; Unidad de Investigación en Bioquímica, CMN SXXI, IMSS³; Unidad de Epidemiología Genética, CISEI, INSP⁴.

Autor Correspondiente: Ana I. Burguete-García, INSP, email: aburguete@insp.mx

Resumen.

Introducción: Los criterios diagnósticos de síndrome metabólico (SM) varían según los autores y los comités de expertos; las diferencias se centran en el peso que asume cada componente o factor de riesgo considerado para el diagnóstico de SM, así como en los puntos de corte establecidos en cada una de las definiciones. **Objetivo:** Validar diferentes definiciones (NCEP-ATPIII; Cook, Ford y Duncan et al; Ferranti et al; Cruz et al; e IDF) para el diagnóstico de síndrome metabólico en niños mexicanos. **Métodos:** Estudio transversal en 2599 niños/as seleccionados entre 6 y 16 años de edad, no relacionados, residentes de la Ciudad de México. Estadística descriptiva compuesta por: a). Descripción de las características sociodemográficas; b). Media y desviación estándar de los componentes del perfil metabólico; y c). Proporción de sujetos con SM para cada uno de los criterios diagnósticos. **Resultados:** Se observó una mayor proporción de individuos diagnosticados con el criterio de Ferranti et al (12.9%) en comparación con los demás criterios evaluados. Se propone un criterio *ad hoc* para el diagnóstico de SM en la población de niños mexicanos, el cual presenta una alta sensibilidad (0.89) y especificidad (0.90) frente al Gold Standard aplicado. **Conclusión:** El criterio diagnóstico propuesto, contiene una elección de componentes sencillos y de bajo costo que facilitará su aplicación en las instituciones de salud y permitirá unificar y homogeneizar el diagnóstico poblacional en niños mexicanos.

PALABRAS CLAVE: Diagnóstico, Síndrome Metabólico, Niños, Índice de Masa Corporal, Circunferencia de Cintura, Triglicéridos, Colesterol de lipoproteínas de alta densidad, Hipertensión arterial, Hiperglucemia.

Abstract.

Introduction: The diagnostic criteria for metabolic syndrome (MS) vary according to the authors and committees of experts; differences are focused on the weight that assumes each component or risk factor considered for the diagnosis of MS, as well as in the cut-off points established in each of the definitions. **Objective:** Validate different definitions (NCEP-ATPIII; Cook, Ford and Duncan et al; Ferranti et al; Cruz et al; and IDF) for the diagnosis of metabolic syndrome in Mexican children. **Methods:** Cross sectional study of 2599 children selected between 6 and 16 years old, not related, residents of Mexico City. Descriptive statistics consist: a) .Description of the sociodemographic characteristics; b). Mean and standard deviation of the components of the metabolic profile; and (c). Proportion of subjects with SM for each of the diagnostic criteria. **Results:** It was noted a greater proportion of individuals diagnosed with the criterion of Ferranti et al (12.9 %) in comparison with the other criteria evaluated. We propose an *ad hoc* approach to the diagnosis of MS in the population of Mexican children, which presents a high sensitivity (0.89) and specificity (0.90) compared to the Gold Standard applied. **Conclusion:** The proposed diagnostic criteria, contains a choice of simple components and low-cost that will facilitate its application in health institutions and will unify and homogenize the population diagnostic in Mexican children.

KEY WORDS: Diagnosis, Metabolic Syndrome, Children, Body Mass Index, Waist circumference, Triglycerides, High-density lipoprotein cholesterol, High blood pressure, Hiperglycemia.

Introducción.

Debido a que hoy en día se observan características del SM en muchos niños obesos, se ha incrementado la preocupación por incorporar prácticas preventivas, promocionando el diagnóstico temprano de obesidad y evaluando sus condiciones de comorbilidad¹⁻³. No obstante, aún no existen estrategias adecuadas de prevención, diagnóstico y tratamiento eficaces para la mayoría de los casos. Por esta razón, la obesidad y el SM se han convertido en un serio problema de salud pública en nuestro país⁴. Algunas de las causas reportadas como origen del problema en el diagnóstico y tratamiento oportuno son las siguientes³⁻⁵:

- a) Esfuerzos divididos en las instituciones de salud con ausencia de programas multidisciplinarios;
- b) Falta de puntos de acuerdo entre las instituciones de salud respecto a un abordaje homogéneo de la obesidad y sus comorbilidades;
- c) Ausencia de estrategias efectivas en la promoción de cambios de conducta en la población para reducción de factores de riesgo;
- d) Insuficiencia de recursos e instalaciones para ofrecer tratamiento a todos los individuos.

Aunado a ello se encuentra la presencia de controversias con respecto al diagnóstico de SM, en donde se emplean varios criterios, dentro de los que se mencionan, el Programa Nacional de Educación sobre el Colesterol y el Panel III de Tratamiento del Adulto (NCEP- ATP III), la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Federación

Internacional de Diabetes (IDF), el Grupo Europeo de Estudio de Resistencia a la Insulina (EGIR), entre otros⁶. Sin embargo, en niños los criterios diagnósticos de SM son aún más controversiales debido a que los valores considerados en el adulto, no son aplicables en este grupo etéreo puesto que debe considerarse la dinámica del crecimiento y desarrollo (especialmente durante los períodos de rápido crecimiento) en donde la sensibilidad a la insulina, la presión arterial, los niveles de lípidos, y la distribución de las dimensiones del organismo cambian con la edad^{1,3,5,7,8}.

Los criterios diagnósticos de SM varían según los autores y los comités de expertos, las diferencias se centran en el peso que asume cada componente o factor de riesgo considerado para el diagnóstico de SM, así como en los puntos de corte establecidos en cada una de las definiciones; esto ha ocasionado que a la propia variabilidad de la prevalencia del SM en diferentes poblaciones, se agreguen las diferencias derivadas del empleo de varios criterios para definirlo, ocasionado dificultades al comparar poblaciones^{5,7,9,10}. Estas diferencias son relevantes y tienen importantes consecuencias debido a que según el criterio diagnóstico aplicado, un individuo será diagnosticado o no de SM, la prevalencia reportada variará, y lo que es más importante, también lo harán el tratamiento y el pronóstico del individuo¹¹.

Materiales y Métodos.

La base de datos analizada consistió en 2599 niños/as seleccionados entre 6 y 16 años de edad, no relacionados, residentes de la Ciudad de México (Zona Poniente, Oriente, Norte y Sur). El presente estudio fue sometido a comités específicos de evaluación ética, bioseguridad e investigación del Instituto Nacional de salud Pública (INSP), y se aprobó en cuanto a su aspecto científico y aceptabilidad al seguir los principios éticos. Se calculó el poder estadístico de la muestra considerando un nivel de significancia de 0.05 y una prevalencia de SM reportada para la población de niños y adolescentes mexicanos del 20% de acuerdo a información previa del 2009 mostrada por Wachter-Rodarte y cols., en base al criterio diagnóstico de Ferranti et al¹². Dicho poder estadístico fue del 100%. El análisis estadístico de la información se realizó con estadística descriptiva, compuesta por: a). Descripción de las características sociodemográficas de los niños; b). Media y desviación estándar de los componentes del perfil metabólico (glucosa en ayuno, colesterol total, C-LDL, C-HDL, triglicéridos, insulina, presión arterial sistólica y diastólica, circunferencia de cintura, e IMC); y c). Proporción de sujetos con síndrome metabólico para cada uno de los criterios diagnósticos. Se calculó sensibilidad, especificidad, valores predictivos positivo (VPP) y negativo (VPN) y razón de verosimilitudes para el diagnóstico clínico de síndrome metabólico de cada uno de los criterios diagnósticos. El mejor punto de corte del valor de cada uno de los componentes de los criterios diagnósticos para discriminar a los pacientes con y sin SM se determinó

mediante la mejor combinación de sensibilidad, especificidad y la mayor área bajo la curva de características operativas para el receptor (ROC). Todas las pruebas estadísticas se realizaron con un nivel de significancia de 0.05. Se realizaron análisis de regresión logística en donde se compararon los valores predictivos positivo y negativo de los diferentes criterios diagnósticos y se determinaron los coeficientes de los componentes de cada uno los criterios diagnósticos con el fin de identificar aquellos con mejor valor predictivo en base a la muestra de niños analizada.

Construcción de variables indicadoras.

Las principales variables de estudio fueron: Índice de Masa Corporal (IMC), Circunferencia de Cintura (CC), Triglicéridos en sangre (TGC), Colesterol Total en sangre (CT), Colesterol de lipoproteínas de baja densidad en sangre (C-LDL), Colesterol de lipoproteínas de alta densidad en sangre (c-HDL), Presión arterial (PA), Glucosa en sangre en ayuno (GA), Insulina (IN) de la cual se determinó la Resistencia a la insulina (RI), Edad (ED), Sexo (SE), Actividad Física (AF), y Consumo de Alimentos (CoA). Las variables cuantitativas continuas se categorizaron en terciles, cuartiles, y/o tomando como referencia un punto de corte establecido en la literatura.

Se generaron nuevas categorías de aquellas variables que formarían parte de los componentes de cada uno de los criterios diagnósticos de SM. Las variables generadas se dividieron en categorías dependiendo de los puntos de corte delimitados de cada uno de los criterios diagnósticos a evaluar. Dentro

de las variables que se categorizaron se encuentran las siguientes:

VARIABLE	CATEGORIZACIÓN				
	Cook et al., Ford et al., Duncan et al.	NCEP - ATP III.	Ferranti et al.	Cruz et al.	IDF.
CC	<p90 o ≥p90 (82.8cm) en riesgo.*	*	≤p75 o >p75 (74.4cm) en riesgo	*	*
TGC	<110mg/dL o ≥110mg/dL en riesgo.*	*	<100mg/dL o ≥100mg/dL en riesgo.	<p90 o ≥p90 (154mg/dL) en riesgo.	<150mg/dL o ≥150mg/dL en riesgo.
C-HDL	>40mg/dL o ≤40mg/dL en riesgo.*	*	≥50mg/dL o <50mg/dL en riesgo.	>p10 o ≤p10 (35mg/dL) en riesgo.	≥40mg/dL o <40mg/dL en riesgo.
PA	Sistólica o Diastólica <p90 o ≥p90 (110/79 mmHg) en riesgo.*	*	Sistólica o Diastólica ≤p90 o >p90 (111/80mmHg) en riesgo. +	+	Sistólica o Diastólica <130/85mmHg o ≥130/85mmHg en riesgo.
GA	<110mg/dL o ≥110mg/dL en riesgo.*	<100mg/dL o ≥100mg/dL en riesgo.±	*	±	±

CC: Circunferencia de Cintura, TGC: Triglicéridos en sangre, C-HDL: Colesterol de lipoproteínas de alta densidad en sangre, PA: Presión arterial, GA: Glucosa en sangre en ayuno, p: percentil, * : Misma categorización que Cook et al, Ford et al., Duncan et al., + : Misma categorización que Ferranti et al., ± : Misma categorización que NCEP-ATPIII.

Se conformó cada criterio diagnóstico de SM sumando aquellos componentes específicos de cada uno. Los puntos de corte de cada uno de los criterios diagnósticos se definieron considerando a un niño con SM al presentar tres o más de los cinco componentes en los criterios de NCEP - ATP III; Cook et al., Ford et al., Duncan et al; Ferranti et al., y Cruz et al; y con la presencia de obesidad central más dos o más del resto de los componentes en el criterio de IDF. Se determinó la proporción de niños/as con síndrome metabólico de acuerdo a cada uno de los criterios diagnósticos. Se generó una nueva variable para conformar el índice HOMA como método utilizado para cuantificar la RI. Esta variable se estimó a partir de la glucosa en ayuno y los niveles de insulina basal por medio de la siguiente fórmula: $RI: \frac{glucosa (mg/dL) * insulina (\mu U/ml)}{22.5^{13}}$. Se evaluó la proporción de niños/as con SM en relación con la variable HOMA de acuerdo a cada uno de los criterios diagnósticos y se analizó con la finalidad de evaluar si podría emplearse como Gold Standard (GS) frente a los criterios diagnósticos de SM evaluados.

Se realizó la conformación del GS combinando los cinco criterios diagnósticos (NCEP-ATPIII; Cook et al, Ford et al y Duncan et al; Ferranti et al; Cruz et al; e IDF). La categoría de riesgo de SM del GS se conformó agrupando la población en riesgo determinada por cada uno de los criterios diagnósticos, sin duplicar a un niño considerado previamente en riesgo por uno u otro criterio diagnóstico. Se calculó sensibilidad, especificidad, VPP y VPN, y razón de verosimilitudes comparando al GS frente a cada uno de los criterios diagnósticos. Se analizó la conformación del GS incluyendo al criterio diagnóstico identificado con mayor sensibilidad y especificidad (de Ferranti et al.) frente al resto de los criterios diagnósticos evaluados y sin incluirlo dentro de la conformación del GS, para descartar que fuera este quien estuviera determinando el poder que tenía el GS.

Al determinar la nueva propuesta del criterio diagnóstico de SM en niños mexicanos se analizaron aquellos componentes incluidos en los criterios diagnósticos evaluados, tomando en cuenta CC, PA (sistólica y diastólica) y parámetros bioquímicos (TGC, c-HDL, GA) con los distintos puntos de

corte^{14,15}. Asimismo, se evaluaron componentes no incluidos en los criterios diagnósticos como AN, IN, e índice HOMA empleando puntos de corte mencionados por la literatura^{6,10,13,16,17}. Otros componentes a evaluar dentro de la nueva propuesta del criterio diagnóstico fueron el índice cintura-cadera (ICC)¹⁸⁻²⁰, IMC^{21,22}, presión arterial media (PAM)²³, CT¹⁶, y C-LDL¹⁶.

Se realizaron 348 combinaciones con los componentes mencionados previamente tomando en consideración los distintos puntos de corte de cada uno y evaluando el diagnóstico de SM al presentar dos o más, tres o más, o cuatro o más de los cinco, seis o siete componentes considerados para el diagnóstico de SM en niños y para cada combinación se analizaron los valores de pruebas de sensibilidad diagnóstica. Se realizaron combinaciones de nuevas propuestas de criterios diagnósticos categorizándolas de la siguiente forma:

- *Criterios diagnósticos sin necesidad de parámetros bioquímicos:* mediciones antropométricas, PA (sistólica y diastólica), y PAM.

- *Criterios diagnósticos eligiendo únicamente un parámetro bioquímico:* mediciones antropométricas, PA (sistólica y diastólica), PAM, y GA.
- *Criterios diagnósticos eligiendo dos parámetros bioquímicos:* mediciones antropométricas, PA (sistólica y diastólica), PAM, GA, TGC, CT, C-LDL, y C-HDL.

Se calculó sensibilidad, especificidad, VPP y VPN, y razón de verosimilitudes comparando al GS frente a cada una de las 348 propuestas de criterios diagnósticos de SM. Se evaluó la relación costo-beneficio de cada una de las propuestas elegidas determinando el costo que implicaría utilizar dicho criterio para el diagnóstico de SM. El costo de cada propuesta elegida se determinó sumando el costo individual de cada prueba bioquímica que conformaba cada uno de los criterios diagnósticos propuestos. Se eligieron aquellas propuestas de criterios diagnósticos que pudieran estar cercanos a la sensibilidad y especificidad frente al GS y que pudieran definirse de mejor costo-beneficio para el diagnóstico de SM en niños mexicanos.

Resultados.

De la población de estudio que consistió en 2599 niños/as de la Ciudad de México (Zona Poniente, Oriente, Norte y Sur) 53% eran mujeres y 47% hombres, con una edad entre 6 y 16 años con media de 9.4 ± 2.3 años. Dentro de las mediciones antropométricas la población presentó un IMC promedio de $19.58 \pm 4.25 \text{ kg/m}^2$ y CC de $66.63 \pm 11.97 \text{ cm}$; la media de

PA sistólica fue de $98.61 \pm 11.16 \text{ mmHg}$ y diastólica de $66.17 \pm 8.93 \text{ mmHg}$ considerándose ambos dentro de los rangos normales de presión arterial. Con respecto a los parámetros bioquímicos la población presentó valores de TG, C-LDL, y GA dentro de los rangos considerados normales en la población pediátrica^{10, 16,17} con excepción del CT, c-HDL e IN (**Tabla I**).

Tabla I. Características de 2599 niños y adolescentes residentes de la Ciudad de México (Zona Poniente, Oriente, Norte y Sur).

Variable	n	%	media	DE	Min	Max
Edad						
Hombre	1223	47.0	9.3	2.2	6	18
Mujer	1376	52.9	9.56	2.33	6	18
IMC (kg/m²)	2596	99.9	19.58	4.25	9.23	40.92
Circunferencia Cintura (cm)	2595	99.8	66.34	11.97	43.8	115.2
Colesterol Total (mg/dL)	2474	95.2	157.08	50.41	54	437
Triglicéridos (mg/dL)	2474	95.2	92.48	47.82	10	444
Colesterol LDL (mg/dL)	2474	95.2	101.81	26.90	13	241
Colesterol HDL (mg/dL)	2474	95.2	50.74	12.88	16	109
Presión Arterial (mmHg)						
Sistólica	2589	99.6	98.81	11.16	60	160
Diastólica	2588	99.6	66.17	8.93	30	105
Glucosa en Ayuno (mg/dL)	2474	95.2	81.86	9.29	45	117
Insulina (μU/mL)	1407	54.1	7.59	7.64	0.2	105.64
Actividades en tiempo libre (METs min/sem)	2478	95.3	2,867.9	2,624.2	0	2,4428.5
Actividad Física al aire libre (min/sem)	2478	95.3	441.6	403.05	0	2,175
Consumo de Energía						
Total (kilocalorías)	2522		3,186.0	1,030.6	623.8	6,386.0
Carbohidratos (%)	2522	97	57.20	5.07	34.3	78.0
Lípidos (%)	2522	97	28.28	4.60	11.4	53.7
Proteínas (%)	2522	97	14.52	1.87	6.2	24.5

En el análisis de los criterios diagnósticos de SM, al evaluar los distintos puntos de corte de cada uno de los componentes se mostraron diferencias estadísticamente significativas comparando todos los criterios diagnósticos entre sí ($p < 0.05$). Con respecto a la relación porcentual de CC en base a los criterios diagnósticos de Cook et al., Ford et al., Duncan et al; Cruz et al; NCEP - ATP III; e IDF se apreció una proporción de 10% de individuos en riesgo de SM (CC \geq percentil 90) en comparación con 24.6% de individuos en riesgo de SM con el criterio de Ferranti et al ($p = 0.0001$).

Considerando la relación porcentual de TG con respecto a los criterios diagnósticos de SM de Cook et al. , Ford et al., Duncan et al; y NCEP - ATP III, se notó una proporción de individuos en riesgo de SM de 24.2% con TG ≥ 110 mg/dL en comparación con el criterio de Ferranti et al con 30.3% individuos en riesgo (TG

≥ 100 mg/dL), 9.6% de los individuos con el criterio de Cruz et al., y 10.4% de los individuos según el criterio diagnóstico de IDF ($p = 0.0001$). Comparando la relación porcentual de c-HDL de acuerdo a los criterios diagnósticos de Cook et al., Ford et al., Duncan et al, y NCEP - ATP III, se notó que 20.9% de los individuos se encontraban en riesgo de presentar SM (c-HDL ≤ 40 mg/dL) en comparación con 46.3% individuos con el criterio de Ferranti et al. (c-HDL < 50 mg/dL), 10.9% de los individuos según el criterio de Cruz et al., y 18.4% de los individuos con el criterio de IDF ($p = 0.0001$).

Al evaluar la relación porcentual de PA sistólica de acuerdo a los criterios diagnósticos de Cook et al. , Ford et al., Duncan et al; y NCEP - ATP III, se observó una mayor proporción de individuos (20.3%) con PA sistólica \geq percentil 90 (110mmHg) en comparación con 9.7% de los individuos con los criterios de Ferranti

et al. y Cruz et al., y 1% de los individuos según el criterio de IDF ($p=0.0001$).

Con respecto a la relación porcentual de glucosa con los criterios diagnósticos de Cook et al., Ford et al., Duncan et al, y Ferranti et al. , se observó 0.4% de los individuos con una glucosa ≥ 110 mg/dL en comparación con 2.5% individuos según los criterios

de Cruz et al, NCEP - ATP III, e IDF con una glucosa ≥ 100 mg/dL ($p=0.0001$).

Al determinar la proporción de niños/as diagnosticados con SM de acuerdo a cada uno de los criterios diagnósticos, se observó una mayor proporción de individuos diagnosticados con el criterio de Ferranti et al (12.9%) (**Tabla II**).

Tabla II. Proporción de sujetos con diagnóstico de SM de acuerdo a cada uno de los Criterios Diagnósticos evaluados.

Criterio diagnóstico	SM.		Sin SM.		Valor p.	Total.	
	n	%	n	%		n	%
Ferranti et al.	335	12.9	2,264	87.1	0.0001	2,599	100.0
NCEP - ATPIII.	133	5.1	2,466	94.9	0.0001	2,599	100.0
Cook et al., Ford et al. y Duncan et al.	124	4.8	2,475	95.2	0.0001	2,599	100.0
Cruz et al.	87	2.6	2,532	97.4	0.0001	2,599	100.0
IDF.	53	2.0	2,546	97.9	0.0001	2,599	100.0
IDF (<10 años).	13	0.9	1,352	99.0	0.0001	1,365	100.0
IDF (10 a 15 años).	40	3.3	1,166	96.7	0.0001	1,206	100.0
IDF (≥ 16 años).	0	0.0	6	100.0	0.0001	6	100.0

Se calculó sensibilidad, especificidad, VPP y VPN, y razón de verosimilitudes comparando al índice HOMA como GS frente a cada uno de los criterios diagnósticos evaluados. Tomando en cuenta al índice HOMA como GS la proporción de enfermos con resultado positivo obtenida en todos los criterios diagnósticos fue muy baja; obteniéndose proporciones de 0.03 con el criterio de IDF ($p=0.285$), hasta 0.15 con el criterio de Ferranti et al ($p=0.206$). En cuanto a la proporción de sanos con resultado negativo, la mayoría de los criterios diagnósticos presentaron valores elevados, obteniéndose proporciones de 0.88 con el criterio de Ferranti, hasta 0.99 con los criterios de Cruz et al, e IDF.

Se calculó sensibilidad, especificidad, VPP y VPN, y razón de verosimilitudes comparando al GS conformado por los cinco criterios diagnósticos evaluados, frente a cada uno de ellos (**Tabla III**).

La proporción de enfermos con resultado positivo obtenida en todos los criterios diagnósticos fue mayor que la obtenida con el índice HOMA; se obtuvieron proporciones de 0.16 con el criterio de IDF ($p=0.0001$), hasta 0.98 con el criterio de Ferranti et al ($p=0.0001$). En cuanto a la proporción de sanos con resultado negativo, todos los criterios diagnósticos presentaron una proporción de 1.00. El criterio diagnóstico de Ferranti et al. fue identificado como el criterio con mayor sensibilidad (0.98), especificidad (1.00), VPP (1.00), y VPN (1.00) frente al GS, en comparación con el resto de los criterios diagnósticos evaluados.

Al realizar nuevamente el análisis eliminando del GS al criterio diagnóstico de Ferranti et al., las proporciones de sensibilidad y especificidad siguieron siendo altas, con proporciones de 0.95 y 0.92 respectivamente.

Tabla III. Sensibilidad, Especificidad, Valores predictivos y razón de verosimilitudes de cada criterio diagnóstico frente al GS convalidado por los cinco criterios diagnósticos.

		Sensibilidad	Especificidad	VPP	VPN	LRp	LRn	Valor p
Ferranti et al.	GS	0.98	1.00	1.00	1.00	0.98	0.01	0.0001
	GS sin Ferranti et al.	0.95	0.92	0.38	1.00	1.04	1.86	0.0001
NCEP-ATPIII	GS	0.39	1.00	1.00	0.92	0.40	0.01	0.0001
	GS sin Ferranti et al.	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.05	0.0001
Cook, Ford, Duncan et al.	GS	0.36	1.00	1.00	0.91	0.40	0.003	0.0001
	GS sin Ferranti et al.	0.93	1.00	1.00	1.00	0.93	0.002	0.0001
Cruz et al.	GS	0.20	1.00	1.00	0.89	0.20	0.003	0.0001
	GS sin Ferranti et al.	0.50	1.00	1.00	0.97	0.50	0.004	0.0001
IDF.	GS	0.16	1.00	1.00	0.89	0.20	0.003	0.0001
	GS sin Ferranti et al.	0.40	1.00	1.00	0.97	0.39	0.003	0.0001
IDF (10 a 15 años).	GS	0.20	1.00	1.00	0.89	0.20	0.003	0.0001
	GS sin Ferranti et al.	0.38	1.00	1.00	0.95	0.38	0.007	0.0001

Se calculó sensibilidad, especificidad, VPP y VPN, y razón de verosimilitudes comparando al GS y al criterio diagnóstico de Ferranti et al. confrontado a cada una de las 348 propuestas de criterios diagnósticos de SM. Las propuestas elegidas, con alta sensibilidad y especificidad, se conformaron por el diagnóstico de SM al presentar tres o más de los siguientes componentes constituidos por tres diferentes mediciones antropométricas (CC, ICC e IMC), PA sistólica y/o PA diastólica y/o PAM, y dos distintas mediciones de parámetros bioquímicos (GA y TGC); dichas propuestas presentaron una sensibilidad de 0.84 a 0.89, y una especificidad de 0.90 a 0.93. Las tres propuestas elegidas con mayor sensibilidad y especificidad, frente a los demás criterios diagnósticos propuestos, fueron los siguientes:

Propuesta 3: CC > percentil 75, PA diastólica > percentil 90, TGC \geq 100mg/dL, c-HDL \leq 40mg/dL, índice HOMA \geq 2.5: con *Sensibilidad de 0.89 y Especificidad de 0.93.*

Propuesta 159: CC > percentil 75, ICC > 0.95 en hombres y > 0.85 en mujeres,

IMC \geq percentil 85, PA sistólica \geq percentil 90, PAM \geq percentil 90, GA \geq 100mg/dL, TGC \geq 100mg/dL: con *Sensibilidad de 0.89 y Especificidad de 0.90.*

Propuesta 160: CC > percentil 75, ICC > 0.95 en hombres y > 0.85 en mujeres, IMC \geq percentil 85, PA sistólica \geq percentil 90, PA diastólica \geq percentil 90, GA \geq 100mg/dL, TGC \geq 100mg/dL: con *Sensibilidad de 0.89 y Especificidad de 0.90.*

Al evaluar la relación costo-beneficio de cada una de las propuestas elegidas se determinó el costo que implicaría utilizar dicho criterio para el diagnóstico de SM. Dicho análisis se realizó investigando costos de tiras reactivas de la marca "Accutrend Plus" y "CardioCheck P.A." para la determinación de parámetros bioquímicos de GA, CT, C-LDL, C-HDL, y TGC. Al determinar el costo del criterio diagnóstico de Ferranti et al, se obtuvo un costo total de \$84.45 pesos M.N. en comparación con \$498.45 pesos M.N. con la propuesta 3, y \$35.85 pesos M.N. con las propuestas 159 y 160 (**Tabla IV**).

Tabla IV. Costo de propuestas elegidas por su alta sensibilidad y especificidad.

PROPUESTA	COMPONENTES							COSTO	SEN	ESP
Gold Standard	Cintura >p 75 = 74.4cm ó >p 90= 82.8cm	PA sistólica >p90 = 111mmHg ó ≥p 90 = 110mmHg ó >130mm Hg	PA diastólica >p 90= 80mmHg ó ≥p 90 = 79mmHg ó >85mmHg	GA ≥110 mg/dL ó ≥100 mg/dL	C-HDL <50 mg/dL ó ≤40 mg/dL ó <40 mg/dL ó < p 10 = 35mg/dL	TGC ≥100 mg/dL ó ≥110 mg/dL ó >p 90 = 154mg/dL ó ≥150 mg/dL		\$84.45	1.00	1.00
Ferranti et al.	cintura >p 75 = 74.4cm	PA sistólica >p 90 =111mmHg	PA diastólica >p90= 80mmHg	GA ≥110 mg/dL	C-HDL <50 mg/dL	TGC ≥100 mg/dL		\$84.45	0.98	1.00
160	cintura >p 75 = 74.4cm	ICC >0.95 H >0.85M	IMC ≥85	PA diastólica ≥p 90 = 79mmHg	PA sistólica ≥p 90 = 110mmHg	GA ≥100 mg/dL	TGC ≥100 mg/dL	\$35.85	0.89	0.90
3	cintura >p 75 = 74.4cm	PA diastólica >p90= 80mmHg	TGC ≥100 mg/dL	C-HDL ≤40 mg/dL	HOMA ≥2.5			\$498.4	0.89	0.93

Se eligió aquella propuesta de criterio diagnóstico cercana a la sensibilidad y especificidad del GS y que pudiera definirse de mejor costo-beneficio para el diagnóstico de SM en niños mexicanos. La propuesta *ad hoc* para el diagnóstico de síndrome metabólico en niños mexicanos en la que se alcanzó una alta sensibilidad y especificidad, y un bajo costo en comparación con las demás propuestas fue:

- **Propuesta 160:** CC >percentil 75, ICC >0.95 en hombres y >0.85 en mujeres, IMC ≥percentil 85, PA sistólica ≥percentil 90, PA diastólica ≥percentil 90, GA ≥100mg/dL, TGC ≥100mg/dL:
- **Sensibilidad** de 0.89 y **Especificidad** de 0.90.
- **Costo** de \$35.85 pesos M.N por individuo.

Discusión y Conclusiones.

Existen diferencias en los criterios diagnósticos de SM en niños que varían según los autores y los comités de expertos. Las divergencias se enfocan en los componentes que deben o no incluirse, así como en los puntos de corte adecuados para su definición. Las diferencias expuestas con respecto a la diversidad de definiciones diagnósticas de SM en niños y la determinación de la prevalencia de SM en la población, pudo observarse en estudios como el de Reinehr T, et al. (2007), en el que se comparó la prevalencia de SM de acuerdo a ocho definiciones previamente establecidas en una

muestra de niños y adolescentes con sobrepeso y obesidad, y se buscó analizar el impacto del grado de obesidad y la resistencia a la insulina sobre la frecuencia de SM²⁴. Se estudiaron 1205 sujetos caucásicos (965 con sobrepeso y obesidad y 84 con peso normal como controles) con una edad de 4 a 16 años (media de 11.8 años). El SM se definió de acuerdo a criterios propuestos para niños y adolescentes (Cook, Ferranti, Viner, Weiss) y de acuerdo a criterios para adultos (ATPIII, EGIR, IDF, OMS). Se reportó una variación significativa ($p < 0.001$) en la prevalencia de SM entre las diferentes definiciones,

encontrándose una prevalencia del 6% (OMS) al 39% (De Ferranti); cabe señalar que en las definiciones de Cook y Ferranti se detectó mayor frecuencia de SM (resultado similar a nuestro análisis reportado) debido a los puntos de corte empleados. Sólo 9% de los niños cumplieron con los cuatro criterios de SM para niños y adolescentes, mientras que sólo el 2% cumplió con los ocho criterios estudiados de SM. Sin embargo, este estudio encontró una asociación de la resistencia a la insulina y el grado de obesidad con la ocurrencia de SM, independientemente de la definición empleada²⁴. Otro estudio realizado por Camarillo-Romero et al (2010) determinó diferencias entre las definiciones de NCEP-ATPIII e IDF en 575 adolescentes mexicanos (de 14 a 16 años) reportando una mayor prevalencia de SM de acuerdo a la definición de NCEP-ATPIII (18.6%) en comparación con la definición de IDF (8.2%) ($p < 0.001$)²⁵. En el presente estudio se mostraron dichas divergencias al encontrar una mayor proporción de individuos diagnosticados con el criterio de Ferranti et al (12.9%) en comparación con 4.8% de Cook et al., Ford et al., y Duncan et al; 2.6% de Cruz et al; 5.1% de NCEP-ATPIII, y 2% de IDF ($p < 0.001$). Las diferencias entre las proporciones de SM reportadas se deben principalmente a los distintos puntos de corte distintos para evaluar la composición corporal por medio de CC o IMC empleando tanto percentiles como puntajes z; valores de dislipidemia con diferentes criterios para TGC y C-HDL empleando puntos de corte en percentiles o mg/dL; y distintos puntos de corte para definir HTA.

El tamaño de muestra del presente estudio permitió conseguir un poder

estadístico suficiente para garantizar la estabilidad de los resultados asegurando que estos no se deben a efectos del azar, pudiendo prever factibilidad en las diferencias observadas entre las diferentes definiciones diagnósticas de SM y cada uno de los componentes evaluados. Las mediciones antropométricas se realizaron en toda la muestra y no fueron establecidas en base a un autoreporte de los participantes, evitando así los posibles sesgos de percepción física y de recuerdo. Asimismo, todas las mediciones llevadas a cabo se realizaron con personal capacitado y estandarizado, empleando técnicas e instrumentos previamente validados.

El presente estudio permitió evaluar diferentes definiciones (NCEP-ATPIII; Cook, Ford y Duncan et al; Ferranti et al; Cruz et al; e IDF) para el diagnóstico de síndrome metabólico identificando aquellos componentes con mejor valor predictivo. De esta forma, se propone un criterio *ad hoc* para el diagnóstico de SM en la población de niños mexicanos, el cual presenta una alta sensibilidad (0.89) y especificidad (0.90) frente al GS aplicado. Dicho criterio diagnóstico propuesto, contiene una elección de componentes sencillos y de bajo costo (medición de circunferencia de cintura, ICC, IMC, presión arterial sistólica y diastólica, glucosa en ayuno, y triglicéridos) que facilitará su aplicación en las instituciones de salud; ello permitirá identificar apropiadamente el riesgo futuro de enfermedades cardiovasculares, así como unificar y homogeneizar el diagnóstico, tratamiento y pronóstico poblacional que permitirá reducir los índices de morbimortalidad en la población mexicana. Se sugiere la realización de mayores estudios en el futuro que

aborden aspectos referentes al diagnóstico certero y unificado de síndrome metabólico en niños.

Debido a que no se encontró relación alguna entre las variables de actividad física y consumo de alimentos con el riesgo de presentar SM, dicha variables no se agregaron en el análisis final del estudio.

Agradecimientos

Los autores agradecen los integrantes de la Unidad de Bioquímica-IMSS por la asistencia técnica en los ensayos Bioquímicos y ELISA; al grupo de Epidemiología genética del INSP quienes se encargaron de la recolección de la información y

El presente estudio no requirió de recursos materiales o financiamiento adicional al empleado en el estudio transversal del cual se desprende este análisis, financiado por el IMSS y el fondo sectorial de investigación en salud del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT).

mediciones antropométricas. Este trabajo fue financiado por **SSA/IMSS/ISSSTE-CONACYT 2012-180808 y CONACYT SALUD-2005-C02-14412; Proyectos Estratégicos IMSS 2004-3601-0020; Fundación IMSS, A.C.**

Referencias.

1. Robles-Valdés C. **Riesgo cardiovascular y síndrome metabólico en niños y adolescentes.** Acta Pediatr Mex. 2011;32(1):1-4
2. Salazar Vázquez B, Rodríguez Morán M, Guerrero Romero F. **Factores bioquímicos asociados a riesgo cardiovascular en niños y adolescentes.** Rev Med IMSS. 2005; 43 (4): 299-303.
3. Hayes Dorado J.P, **Síndrome metabólico en niños y adolescentes.** Rev Soc Bol Ped. 2009; 48 (2): 96 – 100.
4. García-García E, De la Llata-Romero M., Kaufer-Horwitz M., Tusié-Luna M.T., Calzada-León R., et al. **La obesidad y el síndrome metabólico como problema de salud pública. Una reflexión. Primera Parte.** Salud mental. 2008; 31:489-496.
5. Posadas Romero C. **Obesidad y el síndrome metabólico en niños y adolescentes.** Revista de Endocrinología y Nutrición. 2005; 13(3):S45-S46.
6. Lerman Garber I, Aguilar-Salinas C.A, Gómez-Pérez F.J, Reza Albarrán A, Hernández Jiménez S, Vázquez Chávez C, y A Rull J. **El síndrome metabólico. Posición de la Sociedad Mexicana de Nutrición y Endocrinología, sobre la definición, fisiopatología y diagnóstico. Características del síndrome metabólico en México.** Revista de Endocrinología y Nutrición. 2004;12(3): 109-122.
7. Coromoto Macías T. **Síndrome metabólico en niños y adolescentes.** Arch Venez Puer Ped. Caracas. 2009; 72 (1):30-37.
8. Zimmet P, Alberti G, Kaufman F, Tajima N, Silink M, Arslanian S, Wong G, Bennett P, Shaw J, Caprio S. **El síndrome metabólico en niños y**

- adolescentes.** Diabetes Voice. 2007; 52 (4): 1-4.
9. Pires Rodríguez M.C., Nava Arias A.V, Lanzilli P. **Síndrome metabólico: prevalencia y factores de riesgo en escolares.** Arch Venez Puer Ped Caracas. 2009; 72(2): 47-52.
 10. Arjona-Villicaña R.D, Gómez-Díaz R.A, Aguilar-Salinas C.A, **Controversias en el diagnóstico del síndrome metabólico en poblaciones pediátricas.** Bol Med Hosp Infant Mex. 2008; 65: 488-501.
 11. Ferrer Lorente B., Dalmau Serra J. **Reflexiones sobre el síndrome metabólico,** en. Nutrición infantil. Acta Pediatr Esp. 2008; 66(3):130-134.
 12. Wachter-Rodarte N. **Epidemiología del síndrome metabólico.** Gac Méd Méx. 2009; 145(5):384-391.
 13. Sharma S y Fleming S.E. **Use of HbA1C testing to diagnose pre-diabetes in high risk African American children: A comparison with fasting glucose and HOMA-IR.** Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews. 2012; 6:157-162.
 14. Gidding SS, Dennison BA, Birch LL, Daniels SR, Gillman MW, Lichtenstein AH, et al. **Dietary recommendations for children and adolescents: a guide for practitioners.** Pediatrics. 2006;117(2):544-59.
 15. American Diabetes Association. **Standards of Medical Care in Diabetes 2013.** Diabetes Care. 2013; 36(1):S11-S66.
 16. Burrows A. R. **Prevención del sobrepeso en la niñez: la mejor estrategia para la prevención de las Enfermedades Crónicas no Transmisibles (ECNT) del adulto.** Revista Hospital Clínico Universidad de Chile. 2005, 16 (4): 341-350.
 17. Durán P, Piazza N, Trifone L, et al. **Consenso sobre factores de riesgo de enfermedad cardiovascular en pediatría. Obesidad.** Arch.argent.pediatr. 2005; 103(3):262-281.
 18. Cabrera-Rode, Eduardo et al. **Índice cintura-cadera contra perímetro cintura para el diagnóstico del síndrome metabólico en niños y adolescentes con familiares de primer grado diabéticos tipo 1.** Rev Cubana Endocrinol. 2011;22(3):182-195.
 19. Ruiz Jiménez Miguel Angel. **Obesidad Infantil I; en: Factores de riesgo cardiovascular en niños y adolescentes.** Ediciones Diaz de Santos.S.A.Madrid España.2003:143-172.
 20. González Garrido José Arnold, Ceballos Reyes Guillermo Manuel y Méndez Bolaina Enrique. **Obesidad: más que un problema de peso.** Revista De Divulgación Científica y Tecnológica De La Universidad Veracruzana. La ciencia y el Hombre. 2010; 23(2).
 21. Flores HS, Pérez CR, Garduño EJ, Reyes MH, Rodríguez OE, Muñoz HO. **Una mirada desde los servicios de salud a la nutrición de la niñez mexicana. II. Problemas emergentes: sobrepeso y obesidad.** Gac Méd Méx. 2007; 64: 399-407.
 22. Sánchez-Castillo C, Pichardo-Ontiveros E y López-R P. **Epidemiología de la obesidad.** Gac Méd Méx. 2004; 140(2): S3-S20.
 23. Falkner B. y Gidding S. S. **Prehipertensión en los adolescentes.** Hipertensión (Madr.). 2008; 25(6): 245- 248.

24. Reinehr T, Gideon de Sousa, Michael Toschke A, Andler W. **Comparison of metabolic syndrome prevalence using eight different definitions: a critical approach.** Arch Dis Child. 2007; 92:1067–1072.
25. Camarillo-Romero E, Amaya-Chávez A, Domínguez García V, et al. **Dificultades en la clasificación del síndrome metabólico. El ejemplo de los adolescentes en México.** Salud Pública Mex. 2010; 52:524-527.