



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Médicas, Odontológicas y de la Salud

Campo de Conocimiento

Ciencias de la Salud

Campo de Estudio

Epidemiología Clínica

Rendimiento diagnóstico del índice de masa triponderal para identificar componentes del síndrome metabólico y resistencia a la insulina en niños mexicanos

T E S I S

PARA OPTAR POR EL GRADO DE MAESTRA EN CIENCIAS DE LA SALUD

PRESENTA

L.N. Yanira Tapia Soto

TUTORES

Dr. Miguel Klünder Klünder

Subdirección de Gestión de la Investigación
Hospital Infantil de México Federico Gómez

Dra. América Liliana Miranda Lora

Unidad de Medicina Basada en Evidencias
Hospital Infantil de México Federico Gómez

Ciudad Universitaria, CD. MX., noviembre del 2020



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIA

A mis padres, por su amor y apoyo incondicional.

A mis hermanos, por las risas y sus consejos.

A mis tutores, el Dr. Miguel Klünder Klünder y la Dra. América Liliana Miranda Lora, por su guía y paciencia, gracias por contribuir a mi formación profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico otorgado a través de la beca de estudios de posgrado (Programa de Ciencias Médicas, Odontológicas y de la Salud).

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	4
ABREVIATURAS	6
MARCO TEÓRICO	7
Antropometría.....	7
Masa grasa corporal y alteraciones metabólicas	9
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
JUSTIFICACIÓN	11
OBJETIVOS	11
<i>General</i>	11
<i>Específicos</i>	12
Diseño.....	12
Población de estudio	12
Criterios de inclusión	12
Criterios de no inclusión	13
Criterios de eliminación.....	13
Tamaño de muestra	13
Descripción del estudio	13
<i>Invitación a participar</i>	13
<i>Mediciones antropométricas</i>	13
<i>Determinación bioquímica y de presión arterial</i>	14
<i>Definición de alteraciones metabólicas</i>	14
Consideraciones éticas y de bioseguridad	15
CONCLUSIÓN	33
ANEXOS	34
Anexo 1. Revisión de la literatura	34
Anexo 2. Carta de asentimiento.....	45
Anexo 3. Carta de consentimiento informado	47
BIBLIOGRAFÍA	50

RESUMEN

Título. Rendimiento diagnóstico del índice de masa triponderal para identificar componentes del síndrome metabólico y resistencia a la insulina en niños mexicanos.

Antecedentes. La adiposidad en población pediátrica se evalúa mediante métodos antropométricos que requieren percentiles (pc) o puntuación-Z (Z) para su interpretación como: el índice de masa corporal (IMC) y la circunferencia de cintura (CC). También se han descrito parámetros como el índice cintura/talla (IC/T) y el índice de masa triponderal [IMT (peso kg/talla m³)] que requieren un solo punto de corte. Recientemente se reportó que el IMT clasifica mejor el sobrepeso y la obesidad en población pediátrica al compararlo con métodos más precisos como la densitometría dual de rayos-X (DXA). Se sabe que un exceso de adiposidad predispone a la presencia de alteraciones cardio-metabólicas y diversos estudios han demostrado la asociación del IMC, CC e IC/T con los componentes del síndrome metabólico (SM) y resistencia a la insulina (RI) en población pediátrica; sin embargo, no existe información suficiente sobre su asociación con el IMT.

Objetivos. Evaluar la capacidad discriminativa del IMT para identificar componentes del SM y RI en niños mexicanos.

Metodología. Se realizó un estudio transversal analítico que incluyó niños de 6-9 años de escuelas de la Ciudad de México (n=311). Se obtuvieron mediciones de presión arterial y antropométricas (peso, talla, CC) y a partir de éstas últimas se calcularon parámetros antropométricos (IMT, pc y Z-IMC, IC/T y pc CC) para evaluar exceso de adiposidad. Se consideró obesidad abdominal cuando el resultado de la CC fue \geq pc 75 o cuando el IC/T fue \geq 0.5. Se clasificó como sobrepeso/obesidad cuando el resultado fue \geq 1 desviación estándar del Z-IMC, \geq pc 85 de IMC o \geq 15 kg/m³ del IMT. Se realizaron determinaciones bioquímicas de glucosa, insulina, colesterol de lipoproteínas de alta densidad (C-HDL) y triglicéridos. Se identificaron los componentes de SM de acuerdo con los siguientes criterios hiperglucemia \geq 100 mg/dL, hipertrigliceridemia \geq 150 mg/dL, hipertensión arterial considerando presión arterial sistólica \geq 130 y diastólica \geq 85 mm Hg y C-HDL bajo \leq 40 mg/dL, de acuerdo al consenso de la Federación Internacional de Diabetes. Se determinó RI cuando el resultado del modelo homeostático para evaluar la resistencia a la insulina (HOMA-IR) fue \geq 3.4. Se consideró hiperinsulinemia cuando se obtuvo un valor \geq 15 μ U/mL.

Análisis estadístico. Se realizó un análisis descriptivo de acuerdo al tipo y distribución de las variables. En el análisis bivariado se compararon de las características clínicas de los participantes eutróficos con las de los pacientes con sobrepeso/obesidad. Se evaluó la capacidad discriminatoria de cada uno de los métodos antropométricos (IMT, pc y Z-IMC, IC/T y pc CC) para identificar componentes del SM y RI mediante el área bajo la curva (ABC), incluyendo sensibilidad (SENS), especificidad (ESP), valores predictivos positivo y negativo (VPP y VPN), razón de verosimilitud positiva y negativa (RVP y RVN) y el índice de validez (IV).

Resultados. La prevalencia de sobrepeso y obesidad en la muestra estudiada fue de 49.2, 43.1, 36.2, 35.1 y 19.2% de acuerdo al Z-IMC, pc IMC, ICT, IMT y pc CC respectivamente. La prevalencia de alteraciones cardio-metabólicas tuvo una variación desde el 0% para hipertensión arterial hasta 22.8% para cHDL bajo. Se observó que los participantes con sobrepeso/obesidad presentaron mayores niveles de presión arterial, glucosa, triglicéridos, insulina, HOMA-IR, así como un nivel más bajo de C-HDL, independientemente del parámetro antropométrico para su clasificación ($p < 0.05$).

Las ABC fueron similares entre los distintos parámetros antropométricos para la detección de cHDL bajo (0.61 a 0.65) e hipertrigliceridemia (0.59 a 0.65). Sin embargo, se observaron diferencias estadísticamente significativas al comparar las ABC del Z-IMC, pc IMC, CC, IC/T contra el IMT para identificar hiperglucemia y RI ($p < 0.05$).

La SENS para la detección de las distintas alteraciones metabólicas fue mayor para el Z-IMC (71-78%), seguido del pc IMC (67-77%), IC/T (55-59%), IMT (44-63%) y pc CC (33-37%). La ESP fue mayor para el pc CC (81-86%), seguida del IMT (65-71%), IC/T (64-70%), pc IMC (57-64%) y Z-IMC (51-57%). El IV también fue mayor para el pc CC (75.3-80.1%), seguido del IMT (64.6-68.4%), IC/T (63.9-67.8%), pc IMC (58.5-64.9%) y Z-IMC (52.4-60.7%).

Conclusiones. El IMT tiene una baja sensibilidad y una moderada especificidad para la identificación de componentes del SM y RI en pacientes pediátricos. No obstante, el parámetro más utilizado en la práctica clínica (Z-IMC) resultó ser más sensible, sin embargo, no superan al pc CC respecto a especificidad y a la correcta clasificación de estas alteraciones.

ABREVIATURAS

ABC	Área bajo la curva
CC	Circunferencia de cintura
C-HDL↓	Colesterol de lipoproteínas de alta densidad bajo
DE	Desviación estándar
DXA	Absorciometría dual de rayos X
ESP	Especificidad
HOMA-IR	Modelo homeostático para evaluar la resistencia a la insulina
IC/T	Índice cintura/talla
IDF	Federación Internacional de Diabetes
IMC	Índice de masa corporal
IMT	Índice de masa triponderal
IV	Índice de validez
OMS	Organización Mundial de la Salud
PA↑	Presión arterial elevada
PC	Punto de corte
pc	Percentil
RVP	Razón de verosimilitud positiva
RVN	Razón de verosimilitud negativa
RI	Resistencia a la insulina
SENS	Sensibilidad
SM	Síndrome metabólico
VPP	Valor predictivo positivo
VPN	Valor predictivo negativo
Z	Puntuación Z
↑Glc	Hiperglucemia
↑Ins	Hiperinsulinemia
↑TG	Hipertrigliceridemia

MARCO TEÓRICO

La antropometría es la herramienta más accesible en la práctica clínica para identificar alteraciones del estado de nutrición. Algunas de las mediciones básicas son talla, peso y circunferencia de cintura, a partir de las cuales se calculan índices antropométricos.¹ Con base en estos parámetros se pueden identificar alteraciones en la condición nutricia como el sobrepeso y la obesidad.

En México, se reporta una prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad de 35.6% en población pediátrica (5 a 11 años).² Ambas condiciones se han vinculado con la presencia de alteraciones metabólicas que, al presentarse en la niñez conllevan un riesgo incrementado de comorbilidades y mortalidad en la edad adulta.³

Antropometría

Existen herramientas que han sido establecidas como el estándar de oro para realizar la evaluación de la composición corporal. Las técnicas de imagen como la tomografía axial computarizada (TAC) o la absorciometría dual de rayos X (DXA) son mediciones directas de los compartimentos corporales. Sin embargo, pueden resultar inaccesibles por su alto costo y la exposición del paciente a radiación.⁴ Por lo anterior, en la práctica clínica se ha optado por el uso de métodos antropométricos.⁵

Una de estas herramientas antropométricas para evaluar la adiposidad es la circunferencia de cintura (CC). Su evaluación en población pediátrica requiere de percentiles (pc) o desviaciones estándar (DE) de referencia, e inclusive su ajuste por talla.⁶ Como alternativa se ha propuesto el índice cintura/talla (IC/T), el cual refleja la adiposidad abdominal y su interpretación se basa en un punto de corte único (normal <0.5).⁷

El método más utilizado en la práctica clínica para evaluar la condición nutricia es el índice de masa corporal (IMC) propuesto por Adolphe J. Quetelet en 1870. Este índice establece la relación entre el peso (kg) y la talla al cuadrado (m^2), con la desventaja que no diferencia entre masa grasa y masa libre de grasa. En su trabajo, Quetelet mencionó que en la edad pediátrica, la proporción entre peso y talla no era la misma que la descrita en adultos, y señaló que un exponencial de 2.5 o mayor podía explicar mejor esta relación.⁸ En 1978, la Organización Mundial de la Salud adoptó los valores de referencia del Centro Nacional de Estadísticas Sanitarias y los Centros de Control de Enfermedades (NCHS/CDC por sus siglas en inglés) que después fueron normalizados para poder interpretar el IMC para niños en forma de percentiles (pc) o puntajes Z (Z) y así utilizarse como un patrón internacional.^{1,9,10}

Fue hasta 1986, que Cole y cols. retomaron la búsqueda del exponente que obtuviera una mejor predicción para la ganancia de peso y tuviera una menor correlación con la talla en la etapa de crecimiento. De esta forma concluyeron que en población pediátrica el peso era proporcional a la talla al cubo.¹¹

En el 2017, Peterson y cols., identificaron que el índice de masa triponderal (IMT [kg/m^3]) clasificaba mejor la adiposidad medida por DXA en comparación al IMC, proponiendo un punto de corte de $\geq 16 \text{ kg}/\text{m}^3$ para sobrepeso y de $\geq 18 \text{ kg}/\text{m}^3$ para obesidad en población estadounidense.¹²

En el 2018, nuestro grupo de investigación evaluó el IMT y otros parámetros antropométricos para la estimación de adiposidad medida por DXA. El IMT obtuvo un Área Bajo la Curva (ABC) para la estimación de adiposidad similar al Z-IMC y al IC/T (**Figura 1**) y se identificó un $\text{IMT} \geq 15 \text{ kg}/\text{m}^3$ como un punto de corte óptimo para la correcta clasificación de sobrepeso/obesidad en niños y adolescentes mexicanos. Se reportó además que el IMT clasifica mejor la presencia de sobrepeso/obesidad en comparación al IMC e IC/T (**Figura 2**).¹³

Figura 1. Áreas bajo la curva para la identificación del % de grasa medido por DXA ($p \geq 85$) de distintos parámetros antropométricos.¹³

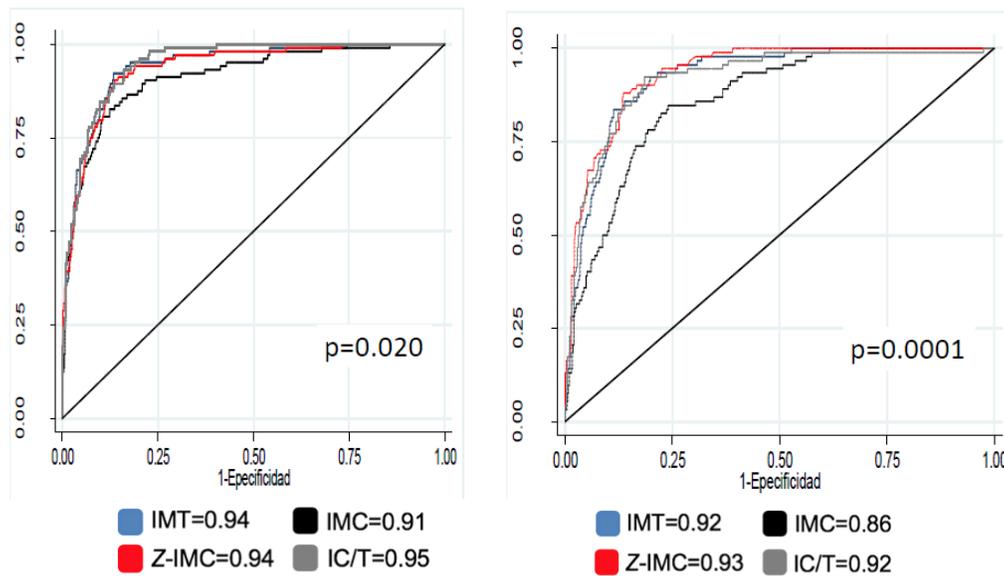
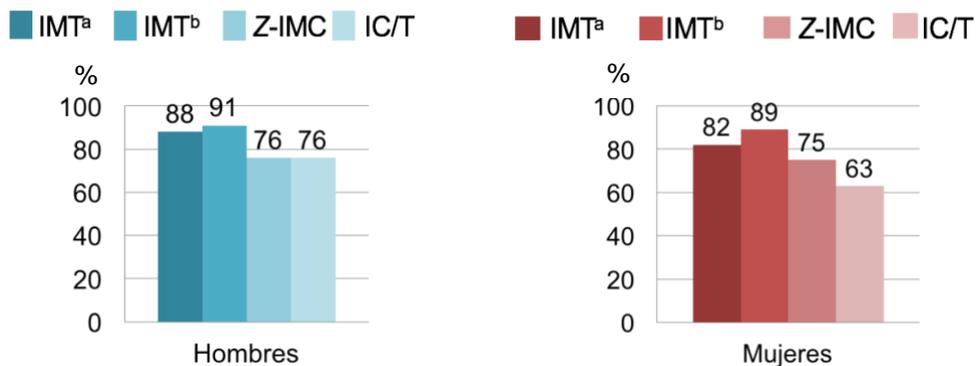


Figura 2. Porcentajes de una clasificación correcta de sobrepeso/obesidad.¹³



IMT^a: $15 \text{ kg}/\text{m}^3$; IMT^b: $16 \text{ kg}/\text{m}^3$; Z-IMC: puntaje Z de IMC; IC/T: índice cintura/talla.

Masa grasa corporal y alteraciones metabólicas

El tejido adiposo es parte de la reserva corporal energética, así como un órgano endocrino importante para la secreción de sustancias que regulan el metabolismo. Cuando su eficiencia se ve afectada, pueden aparecer alteraciones bioquímicas.¹⁴

El exceso de adiposidad se comenzó a estudiar en adultos, cuando se hicieron evidentes las diferencias entre el aumento de peso y la frecuencia de algunas comorbilidades, tales como hiperglucemia (\uparrow Glc), hipercolesterolemia, hipertensión y eventos cardiovasculares.¹⁵ Otra de las alteraciones secundarias al exceso de adiposidad es la resistencia a la insulina (RI), que se define como una disminución en la efectividad de captación de la insulina, que permita la correcta utilización de la glucosa en tejido muscular y adiposo. La obesidad es el principal factor adquirido responsable de la RI, la cual a su vez es el mecanismo fisiopatológico para el desarrollo de síndrome metabólico (SM).¹⁶

También en niños y adolescentes se ha descrito una asociación mayor entre la obesidad abdominal y alteraciones cardio-metabólicas que se conjuntan en el denominado SM el cual es un factor de riesgo para el desarrollo de diabetes y enfermedades cardiovasculares.^{17,18} No existe un consenso sobre la definición de SM en población pediátrica y se han propuesto diversas definiciones como se muestran en la **Tabla 1**.

A pesar de los múltiples criterios, los expertos coinciden en que los factores de riesgo más relevantes son: obesidad abdominal, \uparrow Glc, dislipidemia y presión arterial elevada (PA \uparrow), con algunas variaciones en puntos de corte y otras alteraciones agregadas. En población pediátrica, el más utilizado es el de la IDF, en donde es necesaria la presencia de obesidad abdominal más 2 factores de riesgo (hipertrigliceridemia (\uparrow TG), colesterol de lipoproteínas de alta densidad bajo (C-HDL \downarrow), PA \uparrow o \uparrow Glc) para el diagnóstico de SM.¹⁹

Capacidad diagnóstica de las herramientas antropométricas para la identificación de SM y RI

Diversos estudios han evaluado la capacidad diagnóstica de las herramientas antropométricas para la identificación de SM y RI en población pediátrica (**Anexo 1**). Todos los estudios son de diseño transversal, con tamaños de muestra variables, que en su mayoría incluyen niños y adolescentes de cualquier condición nutricional y diversos criterios diagnósticos de SM, siendo el más utilizado el de la IDF. El rendimiento diagnóstico reportado de los distintos parámetros antropométricos para la detección de componentes del SM es variable con ABC que van de 0.50 a 0.99; sensibilidad (SENS) 42.9 a 97.2; especificidad (ESP) 39.7 a 89.0; valor predictivo positivo (VPP) 10.3 a 56.5 y negativo (VPN) 69.8 a 92.1; razón de verosimilitud positiva (RVP) 0.2 a 2.05 y negativa (RVN) 0.2 a 1.2. La variabilidad de estos datos se debe a la utilización de diferentes puntos de corte para determinar el desenlace, así como los de cada parámetro antropométrico.

Tabla 1. Criterios para diagnóstico de SM en población pediátrica.¹⁹

	Cook y cols.²⁰	de Ferranti y cols.²¹	Cruz y cols.²²	Weiss y cols.²³	Ford y cols.²⁴	IDF¹⁹	
Edad (años)	<18					6 - <10	10 - <16
CRITERIOS	Presencia de 3 o más factores de riesgo					Obesidad abdominal + 2 factores de riesgo	
Obesidad abdominal	CC ≥ pc 90 (tablas NHANES III)	CC > pc 75	CC ≥ pc 90 (tablas NHANES III)	Z-IMC ≥2.0 (tablas específicas para edad y sexo)	CC ≥ pc 90 (tablas NHANES III)	CC ≥ pc 90	
Glucosa	≥ 110 mg/dL		Intolerancia a la glucosa (criterios ADA)		≥ 110 mg/dL	No es posible diagnosticar SM, se recomienda revisar antecedentes familiares de SM, DM2, dislipidemia, ECV, HTA u obesidad	≥ 100 mg/dL
Triglicéridos	≥ 110 mg/dL (tablas NCEP)	≥ 110 mg/dL	≥ pc 90 (tablas NHANES III)	≥ pc 95 (tablas NGHS)	≥ 110 mg/dL (tablas NCEP)		>150 mg/dL
C-HDL	≤40 mg/dL (tablas NCEP)	<50 mg/dL	≤ pc 10 (tablas NHANES III)	< pc 5 (tablas NGHS)	≤40 mg/dL (tablas NCEP)		<40 mg/dL
Presión arterial	≥ pc 90 (tablas NHBPEP)	≥ pc 90	≥ pc 90 (tablas NHBPEP)				

IDF: Federación Internacional de Diabetes; CC: circunferencia de cintura; Z-IMC: puntaje Z del índice de masa corporal; C-HDL: colesterol de lipoproteínas de alta densidad; NHANES III: encuesta nacional de examen de salud y nutrición; NCEP: programa nacional de educación sobre el colesterol; NGHS: estudio nacional de crecimiento y salud; NHBPEP: programa nacional de educación para la presión arterial elevada; SM: síndrome metabólico; DM2: diabetes mellitus tipo 2; ECV: enfermedad cardiovascular; HTA: hipertensión arterial.

En cuanto a la evaluación específica del IMT, hasta el momento solo se han realizado 4 estudios que lo comparan con otros parámetros antropométricos. En el 2018, Gomes T.N. y cols.²⁵ encontraron que el IMT tenía una baja SENS (45.5%), alta ESP (81.3%) y un ABC de 0.65, los cuales fueron similares a las otras herramientas con las que se comparó (IMC, CC, IC/T). En el mismo año, Ramírez R.V. y cols.²⁶ reportaron que el IMT tenía una SENS de 80-85%, ESP de 59-61%, ABC de 0.67-0.75 los cuales fueron similares al rendimiento de la masa grasa medida por bioimpedancia eléctrica. Por otro lado, Gülten C. y cols.²⁷ describieron que el ABC del IMT fue de 0.66, semejante a los otros índices antropométricos (IMC 0.63, IC/T 0.65). Y por último Wang X. y cols.²⁸ obtuvieron un ABC de 0.54-0.69 y de 0.57-0.70 para el IMT e IMC, respectivamente.

Como se observa en el Anexo 1, existe heterogeneidad entre los estudios con respecto a las características de la población, criterios diagnósticos de los desenlaces metabólicos y puntos de corte de los parámetros antropométricos. Adicionalmente se observan limitaciones metodológicas en la evaluación del rendimiento diagnóstico que aunado a lo anterior no permiten concluir de una manera certera cuál es la mejor herramienta para identificar SM o cualquiera de sus componentes.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El sobrepeso y la obesidad predisponen al desarrollo de enfermedades crónicas, por lo que uno de los propósitos de evaluar la adiposidad es la identificación de pacientes con riesgo cardio-metabólico.

Se ha descrito que el IMT clasifica mejor la adiposidad medida por DXA en comparación a otros métodos antropométricos. A pesar de lo anterior, no se cuenta con la información suficiente para conocer si el IMT también puede ser un mejor indicador de la presencia de los componentes de SM (\uparrow Glc, \uparrow TG, C-HDL \downarrow , PA \uparrow), RI e hiperinsulinemia (\uparrow Ins) en niños.

JUSTIFICACIÓN

El IMT ha demostrado estimar de forma adecuada la adiposidad en población pediátrica con la ventaja de no requerir percentilas o puntuaciones-Z para su interpretación. El identificar si el IMT también se asocia con alteraciones cardio-metabólicas podría ser de utilidad para considerarlo como un parámetro clínico para el escrutinio, diagnóstico y seguimiento de pacientes con sobrepeso y obesidad. La comparación de este índice con otros parámetros antropométricos para la identificación de alteraciones relacionadas con el SM permitirá sustentar si se trata de una herramienta útil, confiable y sencilla para aplicar en la práctica clínica.

OBJETIVOS

General

Evaluar la capacidad discriminadora del IMT con otros parámetros antropométricos para identificar componentes del SM y RI en niños mexicanos.

Específicos

1. Evaluar la prevalencia de sobrepeso y obesidad de acuerdo a distintos parámetros antropométricos (IMT, pc y Z-IMC, IC/T y pc CC).
2. Comparar los niveles de glucosa, presión arterial, C-HDL, triglicéridos e índice HOMA-IR entre pacientes eutróficos y con sobrepeso/obesidad utilizando los distintos métodos antropométricos para su clasificación.
3. Comparar la capacidad de las herramientas antropométricas (IMT, pc y Z-IMC, IC/T y pc CC) para identificar los componentes del SM y RI.

HIPÓTESIS

Un $IMT \geq 15 \text{ mg/m}^3$ tendrá una razón de verosimilitud positiva de 2.37 para identificar los componentes de SM y RI en niños mexicanos.

METODOLOGÍA

Diseño

Estudio transversal analítico.

Población de estudio

Se realizó un análisis secundario que incluyó a 311 participantes del ensayo comunitario titulado “Efecto de una intervención educativa sobre el puntaje Z de IMC en niños escolares, con la participación de profesores, padres, internet y teléfono móvil” con registro HIM/2013/003, que se llevó a cabo durante el periodo de octubre de 2013 a julio de 2014. El propósito del estudio fue evaluar una intervención de componentes múltiples para mejorar la condición nutricia de niños en escuelas primarias de la Ciudad de México seleccionadas por conveniencia y pertenecientes a la misma zona geográfica. La intervención se aplicó en 2 escuelas y consistió en un programa educativo sobre hábitos de alimentación y actividad física mediante técnicas a distancia con los papás (mensajes de texto y un portal web), así como actividades presenciales (sesiones educativas con profesionales de la salud, guías de alimentación, talleres y carteles). Los resultados fueron comparados con 2 escuelas sin intervención. Al inicio del estudio, se realizaron mediciones de presión arterial y antropometría (peso, talla, CC). Adicionalmente se tomaron muestras de sangre para la determinación de glucosa, insulina, C-HDL y triglicéridos. Estas mediciones basales son las que se incluyeron para el análisis en el presente estudio.

Criterios de inclusión

- Niños de 1º a 4º grado de primaria, ambos sexos, inscritos en las escuelas primarias seleccionadas.
- Se incluyeron a todos los niños independientemente de su estado nutricional.
- Se consideraron únicamente aquellos participantes en quienes se firmaron las cartas de consentimiento y asentimiento informado por los padres de familia y niños, respectivamente.

Criterios de no inclusión

- Ser portador de alguna enfermedad crónica como asma, enfermedades reumatológicas, diabetes, distiroidismo, síndrome de intestino irritable y aquellos que tomaran medicamentos que pudieran afectar la glucosa y el perfil de lípidos.

Criterios de eliminación

- Participantes con datos antropométricos o bioquímicos incompletos.

Tamaño de muestra

El cálculo de tamaño de muestra se realizó con base en la razón de verosimilitud positiva esperada para el IMT utilizando la siguiente fórmula²⁹

$$n = \frac{[(Z_{\alpha} \{(r + 1)pq\}^{1/2}) - Z_{\beta} \{r p_1q_1 + p_2q_2\}^{1/2}]^2}{r (p_2 - p_1)^2}$$

El cálculo se llevó a cabo de acuerdo a lo reportado en un estudio de evaluación del desempeño diagnóstico del IMT²⁵. Asumiendo una prueba a una cola con poder estadístico del 95%, un nivel de significancia del 5%, una prevalencia esperada de 25%, una SENS de 45.5% y ESP de 81.3% se obtuvo un tamaño de muestra de 189 niños para encontrar una RVP de 2.37 del IMT para detectar los componentes de SM y RI.

Descripción del estudio

Invitación a participar

Se realizó una reunión para explicar a los profesores, padres de familia y a los niños, tanto los objetivos del estudio, como las actividades que se realizarían durante su implementación. A quienes aceptaron participar se les solicitó la firma de las cartas de asentimiento y consentimiento informado (**Anexos 2 y 3**).

Mediciones antropométricas

Se estandarizaron 2 nutriólogas para la obtención de las mediciones antropométricas siguiendo procedimientos internacionales.¹ Los niños se midieron sin zapatos y con ropa ligera, se colocaron de pie al centro de la plataforma de la báscula digital (modelo-882, SECA Corp., Hamburg, Germany; con precisión de 0.1 kg) o del estadímetro (modelo-225, SECA Corp., Hamburg, Germany; con precisión de 0.1 cm.), con los brazos descansando libremente a los lados y la mirada en el plano de Frankfurt, en esta posición se tomó la lectura del peso o estatura. Para medir la circunferencia de cintura, el niño o niña se subió a un banco antropométrico de 60 cm de altura (para aproximar el nivel de la altura de la medición a los ojos del lector), y se utilizó una cinta métrica flexible no elástica para la medición (modelo-200, SECA corp., Hamburg, Germany). La cinta se colocó en el punto medio entre la cresta iliaca y el borde costal inferior, tomándose la lectura al final de una espiración normal.

Los parámetros antropométricos se calcularon utilizando peso, CC, talla, edad y sexo. Los niños se clasificaron en el grupo de peso bajo/eutróficos [<1 desviación estándar/ $<$ pc 85] incluyendo a los 3 niños clasificados con peso bajo que solamente fueron detectados por el parámetro de pc IMC <5] o con sobrepeso/obesidad (≥ 1 DE/ \geq pc 85) según el Z-IMC o pc IMC usando como referencia las tablas de la OMS y la CDC, respectivamente.^{9,10} De igual manera, se calculó el pc de CC y se determinó obesidad abdominal cuando el resultado fue \geq pc 75 utilizando las tablas para población mexicana.³⁰ También se consideró obesidad abdominal cuando el IC/T fue ≥ 0.5 .⁷ El IMT se evaluó mediante el punto de corte propuesto para población mexicana y se determinó un exceso de masa grasa (sobrepeso/obesidad) cuando el resultado obtenido fue ≥ 15 kg/m³.¹³

Determinación bioquímica y de presión arterial

Para el análisis bioquímico, se les tomó una muestra de sangre venosa a los participantes después de 12 horas de ayuno, la cual fue usada para determinar glucosa, triglicéridos, y C-HDL (ILAB 300, Instrumentation Laboratory, Barcelona, Spain). La insulina se determinó por ensayo de quimioluminiscencia (IMMULITE 2000, Euro, DPC, Llanberis, UK). El HOMA-IR (modelo homeostático para evaluar la resistencia a la insulina) se obtuvo con la siguiente ecuación: (glucosa en ayuno mg/dl x insulina en ayuno μ U/mL / 405).³¹ Las pruebas bioquímicas fueron procesadas en el laboratorio central del Hospital Infantil de México Federico Gómez.

La presión arterial (PA) fue medida en el brazo derecho con un esfigmomanómetro de mercurio y con un manguito apropiado a la longitud y perímetro del brazo de los participantes, siguiendo recomendaciones internacionales.³² Después de 5 minutos de reposo, se tomaron 3 lecturas, estando el niño con los pies apoyados. El valor de la PAS y la PAD fue el promedio de las 2 últimas mediciones.

Definición de alteraciones metabólicas

Los componentes del SM se clasificaron de acuerdo al consenso de la IDF,¹⁹ los cuales se presentan a continuación:

- \uparrow Glc ≥ 100 mg/dL
- \uparrow TG ≥ 150 mg/dL
- PA \uparrow considerando presión arterial sistólica (PAS) ≥ 130 y diastólica (PAD) ≥ 85 mm Hg
- C-HDL \downarrow ≤ 40 mg/dL
- SM definido como CC \geq pc 90 adicional a 2 o más de las alteraciones metabólicas anteriores

Se determinó RI mediante el modelo HOMA-IR cuando el resultado fue ≥ 3.4 . Se consideró \uparrow Ins con un punto de corte ≥ 15 μ U/mL.³¹

Análisis estadístico

Se realizó un análisis exploratorio de todas las variables a fin de identificar su distribución. Aquellas variables continuas sin una distribución normal se analizaron con métodos no paramétricos. Posteriormente se realizó un análisis descriptivo y se elaboraron tablas y gráficos con medidas de resumen, proporciones para datos categóricos, promedios y desviación estándar para variables cuantitativas con distribución normal y medianas e intervalos intercuartílicos para aquellas sin distribución normal. Se utilizaron las pruebas t de Student y U de Mann Whitney para comparar los promedios o las medianas de los parámetros bioquímicos y la PA entre los grupos de estudio. Se consideró significancia estadística con un valor de $p < 0.05$.

Se evaluó la capacidad diagnóstica de los distintos métodos antropométricos (IMT, IMC, IC/T y CC) para la identificación de los componentes del SM y RI mediante curvas ROC para determinar las ABC e intervalos de confianza al 95%. Se comparó el ABC de cada parámetro contra el IMT a través de la prueba de Hanley y McNeil.³³ Se obtuvieron la SENS, ESP, RVP, RVN, VPP y VPN con los respectivos intervalos de confianza al 95%.

Consideraciones éticas y de bioseguridad

El ensayo comunitario del que se derivan los datos utilizados en la presente investigación se consideró una investigación con riesgo mínimo de acuerdo al artículo 17, título segundo de la Ley General de Salud en materia de Investigación, por lo que se solicitaron cartas de asentimiento y consentimiento informado (**Anexo 2 y 3**). El posible riesgo debido a la toma de sangre consistió en dolor y mareo, en los casos en que se presentó, se brindó apoyo para la recuperación de los síntomas. Aquellos participantes en los que se identificó alguna alteración metabólica fueron informados y referidos al centro de salud que les correspondía para ser tratados y evitar complicaciones.

Las muestras de sangre de los participantes se tomaron en las escuelas primarias y fueron trasladadas dentro la siguiente hora al Hospital Infantil de México. Los tubos de vidrio con la muestra se colocaron en un contenedor rojo para material punzocortante. Las agujas utilizadas para la toma de muestra se depositaron inmediatamente en el contenedor de punzocortantes destinado para ese fin. Los materiales desechables (algodón, guantes, campos de papel estroza) que estuvieron contaminados con cualquier cantidad de fluidos biológicos se desecharon en bolsas de basura de polietileno color rojo.

Conforme a los lineamientos de la Ley General de Salud en materia de investigación, el protocolo del presente estudio fue sometido a evaluación y aprobado por el Comité de Investigación del Hospital Infantil de México Federico Gómez con registro HIM/2019/055.

RESULTADOS

En la **Tabla 3** se presentan las características clínicas de los participantes. Se incluyeron un total de 311 niños escolares con una media de 8.03 ± 1.19 años de edad. Se puede observar que el promedio del Z-IMC, del IC/T e IMT se encontraban cercanos a la clasificación de exceso de peso (>1 DE, ≥ 0.5 y ≥ 15 kg/m³, respectivamente). Mientras que la CC y los datos clínicos fueron promedios que se encontraban en rangos de normalidad.

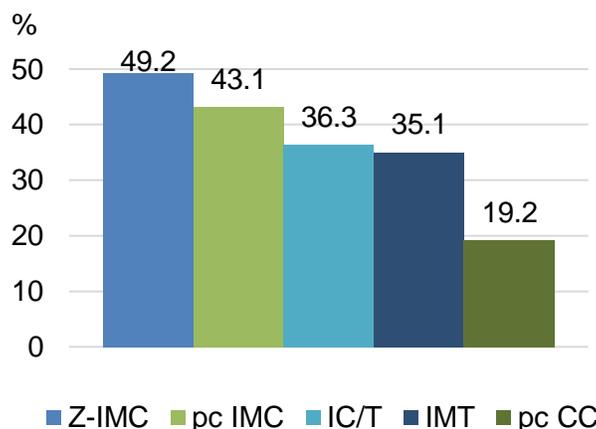
Tabla 3. Características generales de los participantes.

	Total n=311
Género (masculino) n(%)	159 (51.1)
	MEDIA \pm DE
Edad (años)	8.0 \pm 1.1
Peso (kg)	30.2 \pm 8.8
Z-peso para la edad	0.7 \pm 1.3
Talla (m)	1.2 \pm 0.0
Z- talla para la edad	0.0 \pm 0.9
IMC (kg/m²)	18.3 \pm 3.3
Z-IMC	0.9 \pm 1.3
pc IMC*	79.8 (44.0, 94.4)
IMT (kg/m³)	14.3 \pm 2.2
IC/T	0.4 \pm 0.0
CC (cm)	61.8 \pm 9.8
pc CC	60.3 \pm 5.5
PAS (mm Hg)	86.2 \pm 6.9
PAD (mm Hg)	54.7 \pm 7.0
Glucosa (mg/dL)	85.9 \pm 7.2
C-HDL (mg/dL)	49.1 \pm 11.5
Triglicéridos (mg/dL)*	70.0 (51.0, 97.0)
Insulina (μU/dL)*	3.2 (1.9, 6.1)
HOMA-IR*	0.6 (0.4, 1.2)

Z: puntaje Z, IMC: índice de masa corporal; IMT: índice de masa triponderal; IC/T: índice cintura/talla; CC: circunferencia de cintura; pc: percentiles; PAS: presión arterial sistólica; PAD: presión arterial diastólica; C-HDL: colesterol de lipoproteínas de alta densidad; HOMA-IR: modelo homeostático para evaluar resistencia a la insulina; *Mediana (Q1-Q3).

Se observaron diferencias en la frecuencia de sobrepeso/obesidad de acuerdo con el criterio diagnóstico utilizado, siendo la menor (19.2%) para el pc CC y la mayor con el Z-IMC (49.2%) (**Figura 3**).

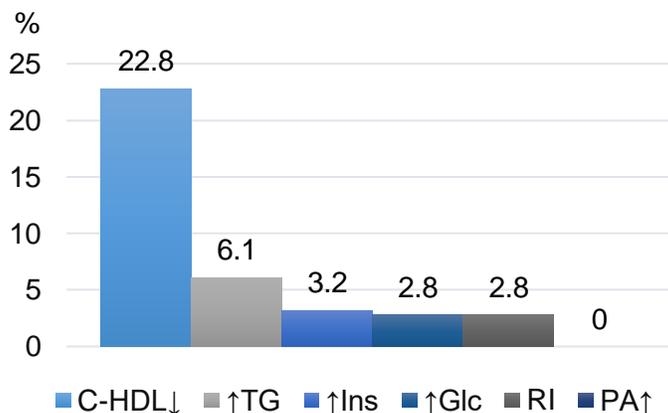
Figura 3. Frecuencia de sobrepeso y obesidad según los diferentes parámetros antropométricos.



Z-IMC: puntaje Z del índice de masa corporal (≥ 1 DE); pc: percentiles ($\geq pc$ 85); IMT: índice de masa triponderal (≥ 15 kg/m³); IC/T: índice cintura/talla (≥ 0.5); CC: circunferencia de cintura ($\geq pc$ 75).

En la **Figura 4** se muestra la prevalencia de los componentes del SM y RI en la muestra estudiada. La prevalencia de C-HDL \downarrow fue la más frecuente (22.8%), seguida de \uparrow TG (6.1%), mientras que las alteraciones en el metabolismo de la glucosa se presentaron con menor frecuencia (\uparrow Ins con 3.2%; \uparrow Glc y RI, ambas con 2.8%) y ningún participante presentó PA \uparrow .

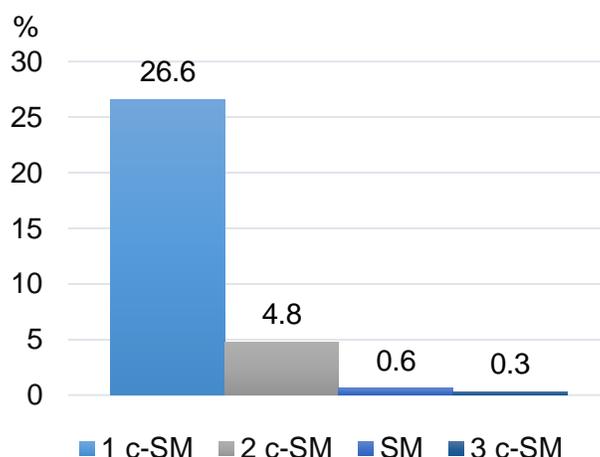
Figura 4. Prevalencia de componentes de SM y RI en la población de estudio.



C-HDL \downarrow : colesterol de lipoproteínas de alta densidad bajo (≤ 40 mg/dL); \uparrow TG: hipertrigliceridemia (≥ 150 mg/dL); \uparrow Ins: hiperinsulinemia (≥ 15 μ U/mL); \uparrow Glc: hiperglucemia (≥ 100 mg/dL); RI: resistencia a la insulina (≥ 3.4); SM: síndrome metabólico (CC $\geq pc$ 90+ 2 alteraciones); PA \uparrow : presión arterial elevada ($\geq 130/\geq 85$ mmHg).

En la **Figura 5** se muestra la prevalencia del número de componentes de SM en la población de estudio. La prevalencia de un componente de SM (1 c-SM) fue la más frecuente (26.6%), mientras que la presencia de 2 componentes (2 c-SM 4.8%), SM (0.6%) y la presencia de 3 componentes (3 c-SM 0.3%) fueron menos frecuentes.

Figura 5. Prevalencia del número de componentes de SM en la población de estudio.



1,2 o 3 c-SM: presencia del número de componentes de síndrome metabólico (C-HDL↓, ↑TG, ↑Glc); SM: síndrome metabólico (CC ≥pc 90+ 2 alteraciones); C-HDL↓: colesterol de lipoproteínas de alta densidad bajo (≤40 mg/dL); ↑TG: hipertrigliceridemia (≥150 mg/dL); ↑Glc: hiperglucemia (≥100 mg/dL).

En la **Tabla 4** se presentan la comparación de PA y parámetros bioquímicos entre ambos grupos. Se puede observar que los participantes con sobrepeso/obesidad presentaron mayores niveles de PA, glucosa, triglicéridos, insulina y HOMA-IR, así como menores niveles de C-HDL, independientemente del criterio antropométrico utilizado para la clasificación. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

Tabla 4. Diferencias en la presión arterial y parámetros bioquímicos entre los participantes eutróficos y aquellos con sobrepeso/obesidad de acuerdo a los distintos parámetros antropométricos utilizados para su clasificación.

	Peso bajo/ eutróficos	Sobrepeso/ obesidad	
	MEDIA ± DE		
pc IMC	n= 177	n= 134	p
Glucosa (mg/dL)	84.2 ± 6.7	88.1 ± 7.3	<0.001 [§]
C-HDL (mg/dL)	52.5 ± 11.3	44.7 ± 10.3	<0.001 [§]
Triglicéridos (mg/dL)*	58.0 (46.0, 84.0)	90.0 (66.7, 114.2)	<0.001 [‡]
Insulina (μU/dL)*	2.4 (1.9, 3.9)	5.2 (2.8, 9.0)	<0.001 [‡]
HOMA-IR*	0.4 (0.4, 0.8)	1.1 (0.6, 2.0)	<0.001 [‡]
PAS (mm Hg)	84.7 ± 6.0	88.2 ± 7.5	<0.001 [§]
PAD (mm Hg)	53.5 ± 6.8	56.3 ± 6.9	<0.001 [§]

Z-IMC	n= 158	n= 153	
Glucosa (mg/dL)	83.9 ± 6.8	88.0 ± 7.1	<0.001 [§]
C-HDL (mg/dL)	52.5 ± 11.3	45.7 ± 10.7	<0.001 [§]
Triglicéridos (mg/dL)*	58.0 (46.0, 84.0)	88.0 (61.5, 111.5)	<0.001 [‡]
Insulina (μU/dL)*	2.3 (1.9, 3.8)	5.1 (2.8, 8.5)	<0.001 [‡]
HOMA-IR*	0.4 (0.4, 0.8)	1.1 (0.5, 1.9)	<0.001 [‡]
PAS (mm Hg)	84.9 ± 6.1	87.6 ± 7.4	<0.001 [§]
PAD (mm Hg)	53.4 ± 6.8	56.1 ± 6.9	0.001 [§]
IMT	n= 202	n= 109	
Glucosa (mg/dL)	84.8 ± 7.1	88.0 ± 7.0	<0.001 [§]
C-HDL (mg/dL)	52.1 ± 11.5	43.7 ± 9.5	<0.001 [§]
Triglicéridos (mg/dL)*	60.0 (46.0, 86.0)	91.0 (69.5, 120.0)	<0.001 [‡]
Insulina (μU/dL)*	2.6 (1.9, 4.2)	5.5 (3.1, 9.3)	<0.001 [‡]
HOMA-IR*	0.5 (0.4, 0.8)	1.2 (0.6, 2.1)	<0.001 [‡]
PAS (mm Hg)	84.9 ± 6.1	88.6 ± 7.6	<0.001 [§]
PAD (mm Hg)	53.8 ± 6.8	56.4 ± 7.0	0.001 [§]
IC/T	n= 198	n= 113	
Glucosa (mg/dL)	84.8 ± 7.2	87.9 ± 7.0	<0.001 [§]
C-HDL (mg/dL)	51.9 ± 11.2	44.2 ± 10.3	<0.001 [§]
Triglicéridos (mg/dL)*	60.5 (46.0, 86.2)	90.0 (67.0, 116.0)	<0.001 [‡]
Insulina (μU/dL)*	2.6 (1.9, 3.9)	5.7 (3.0, 9.3)	<0.001 [‡]
HOMA-IR*	0.5 (0.4, 0.8)	1.2 (0.6, 2.1)	<0.001 [‡]
PAS (mm Hg)	85.0 ± 6.2	88.4 ± 7.5	<0.001 [§]
PAD (mm Hg)	53.7 ± 6.7	56.5 ± 7.0	<0.001 [§]
pc CC (n=308)	n= 249	n= 59	
Glucosa (mg/dL)	85.4 ± 7.2	87.7 ± 6.8	0.024 [§]
C-HDL (mg/dL)	50.8 ± 11.4	42.8 ± 9.5	<0.001 [§]
Triglicéridos (mg/dL)*	65.0 (48.0, 90.5)	97.0 (72.0, 123.0)	<0.001 [‡]
Insulina (μU/dL)*	2.8 (1.9, 4.8)	6.5 (3.8, 10.6)	<0.001 [‡]
HOMA-IR*	0.5 (0.4, 1.0)	1.3 (0.8, 2.2)	<0.001 [‡]
PAS (mm Hg)	85.3 ± 6.1	90.0 ± 8.8	<0.001 [§]
PAD (mm Hg)	53.9 ± 6.6	57.9 ± 7.6	0.001 [§]

Z-IMC: puntaje Z del índice de masa corporal; pc: percentiles; C-HDL: colesterol de lipoproteínas de alta densidad; HOMA-IR: modelo homeostático para evaluar resistencia a la insulina; PAS: presión arterial sistólica; PAD: presión arterial diastólica; IMT: índice de masa triponderal; IC/T: índice cintura/talla; CC: circunferencia de cintura; *Mediana (Q1-Q3); Valor p con la prueba § t de Student, ‡ U de Mann Whitney.

No fue posible evaluar el rendimiento diagnóstico de las herramientas antropométricas para identificar todos los componentes de SM mencionados anteriormente, debido a que la prevalencia de estos fue menor a la esperada ($\leq 3.2\%$ de SM, presencia de 3 componentes de SM y PA \uparrow), por lo que solo se incluyeron las siguientes alteraciones metabólicas: \uparrow Glc, C-HDL \downarrow , \uparrow TG, RI y 2 c-SM.

La **Tabla 5** muestra el ABC de los distintos parámetros antropométricos comparadas con el IMT. El pc IMC obtuvo las mayores ABC (0.68-0.69) para identificar RI y 1 o 2 c-SM, mientras que el Z-IMC mostró la mayor ABC para identificar \uparrow TG, 1 o 2 c-SM, (0.70, 0.68 y 0.73, respectivamente). Se observaron diferencias estadísticamente significativas al comparar las ABC del IMT contra el pc IMC y el Z-IMC para identificar RI, así como contra el Z-IMC para identificar 2 c-SM ($p < 0.05$).

Se observó que en los participantes clasificados con sobrepeso/obesidad, la probabilidad de presentar \uparrow Glc, \uparrow Ins, \uparrow TG, RI y 2 componentes de SM fue de un 3.6-11.0% independientemente del parámetro utilizado, mientras que el punto de corte \geq pc 75 de CC estimó la mayor probabilidad de presentar 1 c-SM (VPP 52.5%). En cuanto a los participantes eutróficos, la probabilidad de no padecer ninguna alteración metabólica (\uparrow Glc, C-HDL \downarrow , \uparrow Ins, \uparrow TG, RI y 2 c-SM) era de 79.9-98.9% sin importar el criterio de clasificación (**Tabla 6**).

En la **Tabla 7** observamos que en los participantes clasificados con sobrepeso/obesidad utilizando el pc CC, este tuvo una utilidad moderada para confirmar la presencia de \uparrow Glc, C-HDL \downarrow , \uparrow TG y 1 c-SM mostrando los mayores valores de RVP (2.0 a 3.1), mientras que el pc IMC tuvo los mayores valores para confirmar \uparrow Ins y RI (RVP de 1.9 y 1.8, respectivamente). El pc CC, IC/T y el IMT mostraron utilidad baja para confirmar 2 c-SM (RVP de 1.9). Respecto a los participantes eutróficos clasificados a través de Z-IMC, se obtuvo una mejor utilidad para descartar C-HDL \downarrow , \uparrow TG y 2 c-SM (RVN de 0.3 a 0.4). Para descartar \uparrow Glc y RI, la mejor herramienta fue el pc IMC con un valor de 0.3. Ambas herramientas mostraron la misma utilidad para descartar \uparrow Ins y la presencia de 1 c-SM con una RVN de 0.3.

Tabla 5. Área bajo la curva para identificar alteraciones metabólicas de los distintos parámetros antropométricos comparadas con el IMT.

ABC n=311	IMT vs	Z-IMC	p	pc IMC	p	pc CC	p	IC/T	p
↑Glc	0.57 (0.39-0.76)	0.60 (0.43-0.77)	0.652	0.63 (0.47-0.79)	0.362	0.59 (0.41-0.77)	0.803	0.57 (0.38-0.76)	0.465
C-HDL↓	0.64 (0.58-0.71)	0.68 (0.61-0.75)	0.096	0.68 (0.61-0.75)	0.054	0.61 (0.55-0.68)	0.297	0.64 (0.57-0.70)	0.970
↑Ins	0.57 (0.41-0.74)	0.65 (0.52-0.79)	0.144	0.69 (0.55-0.82)	0.058	0.55 (0.40-0.70)	0.735	0.62 (0.46-0.78)	0.375
↑TG	0.65 (0.53-0.76)	0.70 (0.59-0.82)	0.071	0.67 (0.55-0.80)	0.338	0.59 (0.48-0.70)	0.281	0.61 (0.50-0.73)	0.211
RI	0.54 (0.37-0.72)	0.66 (0.49-0.83)	0.033*	0.68 (0.52-0.85)	0.012*	0.57 (0.40-0.73)	0.684	0.60 (0.42-0.77)	0.368
1 c-SM	0.65 (0.59-0.71)	0.68 (0.62-0.75)	0.110	0.68 (0.62-0.75)	0.066	0.62 (0.57-0.68)	0.293	0.64 (0.58-0.70)	0.660
2 c-SM	0.66 (0.53-0.79)	0.73 (0.59-0.86)	0.033*	0.69 (0.55-0.83)	0.144	0.58 (0.45-0.71)	0.285	0.64 (0.51-0.78)	0.465

ABC: área bajo la curva; Z-IMC: puntaje Z del índice de masa corporal (≥ 1 DE y \geq pc 85); pc: percentiles; CC: circunferencia de cintura (\geq pc 75); IC/T: índice cintura talla (≥ 0.5); IMT: índice de masa triponderal (≥ 15 kg/m³); ↑Glc: hiperglucemia (≥ 100 mg/dL); C-HDL↓: colesterol de lipoproteínas de alta densidad bajo (≤ 40 mg/dL); ↑Ins: hiperinsulinemia (≥ 15 μ U/mL); ↑TG: hipertrigliceridemia (≥ 150 mg/dL); RI: resistencia a la insulina (≥ 3.4); 1 o 2 c-SM: presencia del número de componentes de síndrome metabólico (C-HDL↓, ↑TG, ↑Glc); intervalos de confianza al 95% entre paréntesis; valor p con la prueba de Hanley y McNeil al comparar el ABC del IMT contra otro parámetro; ***p<0.05** diferencia estadísticamente significativa.

Tabla 6. Porcentaje de valores predictivos de los distintos parámetros antropométricos para identificar alteraciones metabólicas.

VPP n=311	Z-IMC	pc IMC	pc CC	IC/T	IMT
↑Glc	4.5 (1.8-9.2)	5.2 (2.1-10.5)	5.0 (1.0-14.1)	4.4 (1.4-10.0)	4.5 (1.5-10.4)
C-HDL↓	33.3 (25.9-41.4)	35.8 (27.7-44.6)	44.1 (31.2-57.6)	37.2 (28.3-46.8)	37.6 (28.5-47.4)
↑Ins	5.23 (2.2-10.0)	5.9 (2.6-11.4)	5.0 (1.0-14.1)	5.3 (1.9-11.2)	4.5 (1.5-10.4)
↑TG	9.8 (5.5-15.7)	9.7 (5.2-16.0)	11.9 (4.9-22.9)	9.7 (4.9-16.8)	11.0 (5.8-18.4)
RI	4.5 (1.8-9.2)	5.2 (2.1-10.5)	5.0 (1.0-14.1)	4.4 (1.4-10.0)	3.6 (1.0-9.1)
1 c-SM	39.2 (31.4-47.4)	41.8 (33.3-50.6)	52.5 (39.1-65.7)	42.5 (33.2-52.1)	44.0 (34.5-53.9)
2 c-SM	7.8 (4.1-13.3)	8.2 (4.1-14.2)	8.4 (2.8-18.7)	8.8 (4.3-15.7)	9.1 (4.4-16.2)
VPN					
↑Glc	98.7 (95.5-99.8)	98.9 (96.0-99.9)	98.0 (95.4-99.3)	98.0 (94.9-99.4)	98.0 (95.0-99.5)
C-HDL↓	87.3 (81.1-92.1)	87.0 (81.1-91.6)	82.7 (77.5-87.2)	85.4 (79.6-90.0)	85.1 (79.5-89.8)
↑Ins	98.7 (95.5-99.8)	98.9 (96.0-99.9)	97.2 (94.3-98.9)	98.0 (94.9-99.4)	97.5 (94.3-99.2)
↑TG	97.5 (93.6-99.3)	96.6 (92.8-98.7)	95.2 (91.7-97.5)	96.0 (92.2-98.2)	96.5 (93.0-98.6)
RI	98.7 (95.5-99.8)	98.9 (96.0-99.9)	97.6 (94.8-99.1)	98.0 (94.9-99.4)	97.5 (94.3-99.2)
1 c-SM	85.4 (79.0-90.5)	84.7 (78.6-89.7)	79.9 (74.4-84.7)	82.3 (76.3-87.4)	82.7 (76.7-87.6)
2 c-SM	98.1 (94.6-99.6)	97.7 (94.3-99.4)	96.4 (93.2-98.3)	97.5 (94.2-99.2)	97.5 (94.3-99.2)

VPP: valor predictivo positivo; VPN: valor predictivo negativo; Z-IMC: puntaje Z del índice de masa corporal (≥ 1 DE y $\geq pc$ 85); pc: percentiles; CC: circunferencia de cintura ($\geq pc$ 75); IC/T: índice cintura talla (≥ 0.5); IMT: índice de masa triponderal (≥ 15 kg/m³); ↑Glc: hiperglucemia (≥ 100 mg/dL); C-HDL↓: colesterol de lipoproteínas de alta densidad bajo (≤ 40 mg/dL); ↑Ins: hiperinsulinemia (≥ 15 μU/mL); ↑TG: hipertrigliceridemia (≥ 150 mg/dL); RI: resistencia a la insulina (≥ 3.4); 1 o 2 c-SM: presencia del número de componentes de síndrome metabólico (C-HDL↓, ↑TG, ↑Glc); intervalos de confianza al 95% entre paréntesis.

Tabla 7. Razón de verosimilitud de los distintos parámetros antropométricos para identificar alteraciones metabólicas.

RVP n=311	Z-IMC	pc IMC	pc CC	IC/T	IMT
↑Glc	1.6 (1.1-2.3)	1.8 (1.2-2.6)	2.0 (0.7-5.0)	1.5 (0.8-2.8)	1.6 (0.8-2.9)
C-HDL↓	1.6 (1.3-2.0)	1.8 (1.4-2.3)	2.7 (1.7-4.2)	2.0 (1.5-2.6)	2.0 (1.5-2.7)
↑Ins	1.6 (1.1-2.3)	1.9 (1.3-2.6)	1.6 (0.6-4.2)	1.6 (0.9-2.8)	1.4 (0.7-2.7)
↑TG	1.6 (1.2-2.1)	1.6 (1.1-2.3)	2.0 (1.0-3.8)	1.6 (1.1-2.5)	1.9 (1.3-2.7)
RI	1.6 (1.1-2.3)	1.8 (1.2-2.6)	1.7 (0.6-4.6)	1.5 (0.8-2.8)	1.2 (0.6-2.7)
1 c-SM	1.7 (1.4-2.1)	1.9 (1.5-2.4)	3.1 (1.9-4.8)	2.0 (1.5-2.6)	2.1 (1.6-2.8)
2 c-SM	1.6 (1.2-2.2)	1.7 (1.2-2.4)	1.9 (0.9-4.0)	1.9 (1.3-2.8)	1.9 (1.3-2.9)
RVN					
↑Glc	0.4 (0.1-1.4)	0.3 (0.1-1.3)	0.7 (0.4-1.3)	0.6 (0.3-1.4)	0.6 (0.3-1.4)
C-HDL↓	0.4 (0.3-0.7)	0.5 (0.3-0.7)	0.7 (0.5-0.8)	0.5 (0.4-0.7)	0.5 (0.4-0.7)
↑Ins	0.3 (0.1-2.3)	0.3 (0.0-1.1)	0.8 (0.5-1.3)	0.6 (0.2-1.3)	0.7 (0.4-1.4)
↑TG	0.3 (0.1-0.9)	0.5 (0.2-1.0)	0.7 (0.5-1.0)	0.6 (0.3-1.1)	0.5 (0.3-0.9)
RI	0.4 (0.1-1.4)	0.3 (0.1-1.3)	0.8 (0.5-1.3)	0.6 (0.3-1.4)	0.8 (0.4-1.5)
1 c-SM	0.4 (0.3-0.6)	0.4 (0.3-0.6)	0.7 (0.5-0.8)	0.5 (0.4-0.7)	0.5 (0.4-0.7)
2 c-SM	0.3 (0.1-1.0)	0.4 (0.1-1.0)	0.7 (0.5-1.1)	0.5 (0.2-1.0)	0.5 (0.2-1.0)

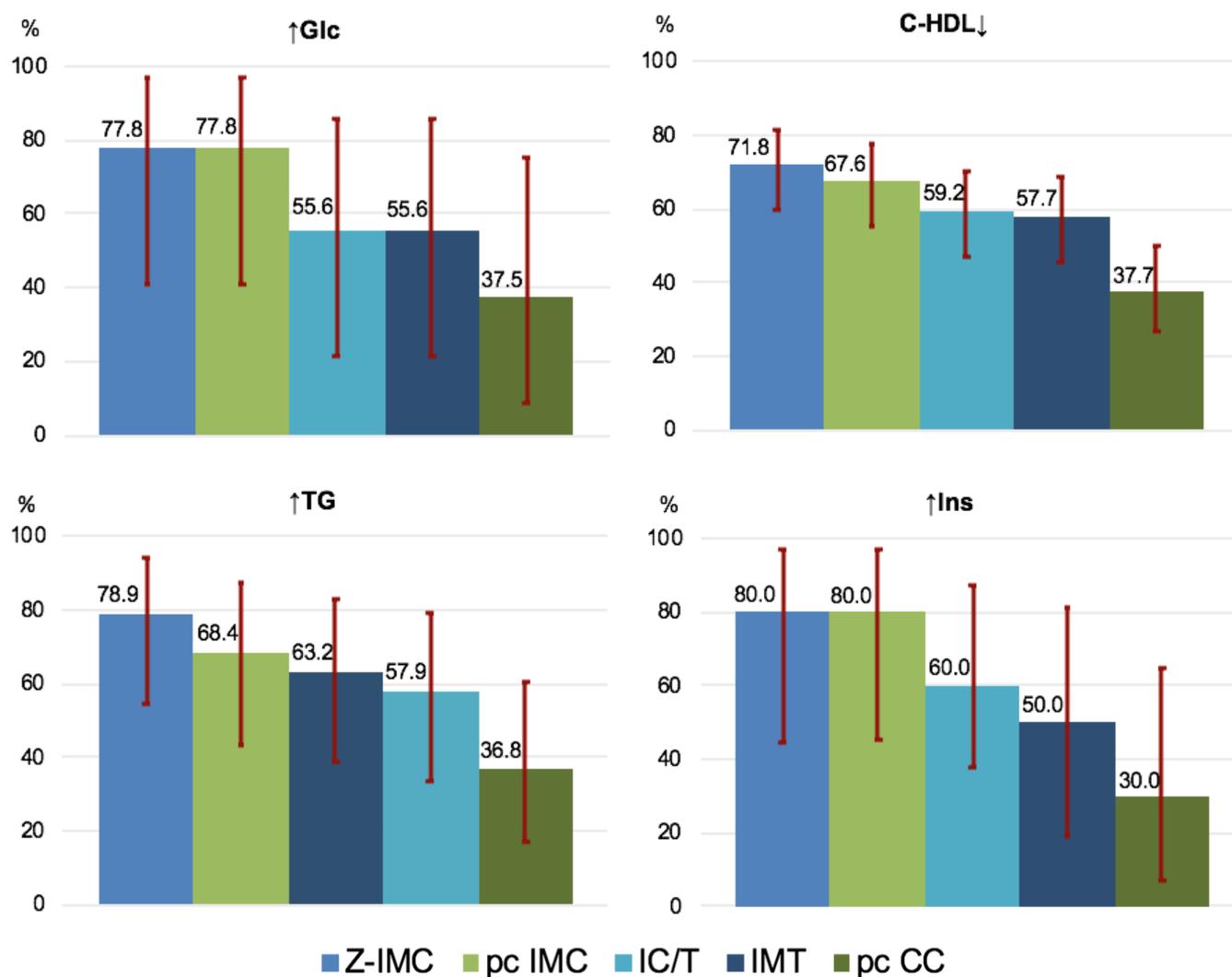
RVP: razón de verosimilitud positiva; RVN: razón de verosimilitud negativa; Z-IMC: puntaje Z del índice de masa corporal (≥ 1 DE y $\geq pc$ 85); pc: percentiles; CC: circunferencia de cintura ($\geq pc$ 75); IC/T: índice cintura talla (≥ 0.5); IMT: índice de masa triponderal (≥ 15 kg/m³); ↑Glc: hiperglucemia (≥ 100 mg/dL); C-HDL↓: colesterol de lipoproteínas de alta densidad bajo (≤ 40 mg/dL); ↑Ins: hiperinsulinemia (≥ 15 μU/mL); ↑TG: hipertrigliceridemia (≥ 150 mg/dL); RI: resistencia a la insulina (≥ 3.4); 1 o 2 c-SM: presencia del número de componentes de síndrome metabólico (C-HDL↓, ↑TG, ↑Glc); intervalos de confianza al 95% entre paréntesis.

El Z-IMC reportó la mayor SENS, mostrando que el 71.8-80.0% de los participantes con sobrepeso/obesidad presentaban \uparrow Glc, C-HDL \downarrow , \uparrow Ins, \uparrow TG, RI y 1 o 2 c-SM, seguido del pc IMC (SENS 67.5-80.0%) y siendo la menor SENS la del pc CC (30.0-37.7%) (**Figura 6**).

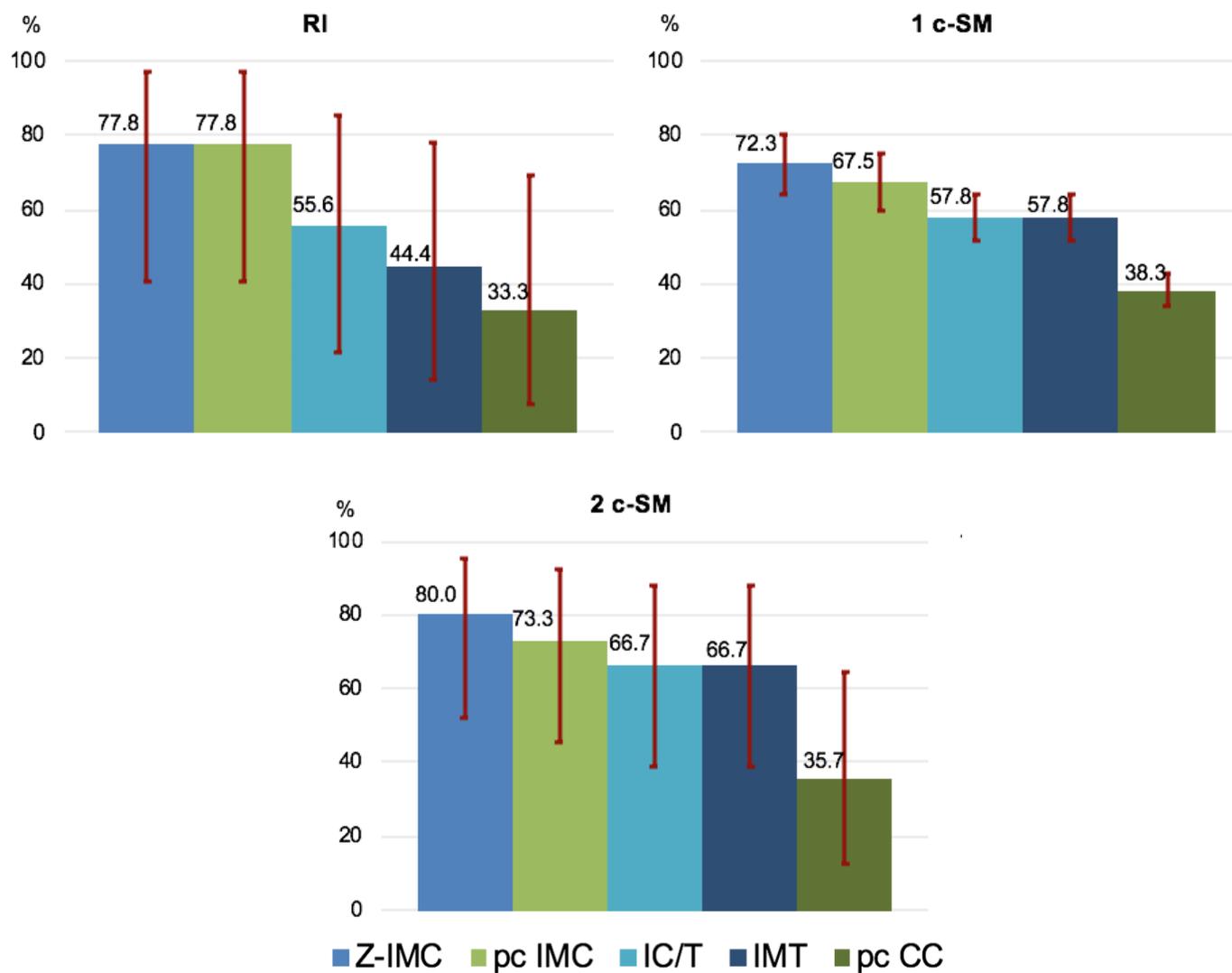
La **Figura 7** muestra la ESP, con el mayor valor reportado por el pc CC, estimando que el 81.3-87.7% de los niños eutróficos, no presentaban ninguna de las alteraciones metabólicas incluidas, mientras que la herramienta con menor ESP fue el Z-IMC (51.7-59.2%).

En la **Figura 8** muestra el IV de cada herramienta, en donde se puede observar que el pc CC es el parámetro con la mayor proporción de participantes clasificados correctamente, en cuanto a la presencia o ausencia de la alteración metabólica evaluada (74.6-80.1%), seguido del IMT (64.6-69.1%) y del IC/T (63.9-67.8%).

Figura 6. Sensibilidad para detección de componentes de SM y RI de los distintos parámetros antropométricos.

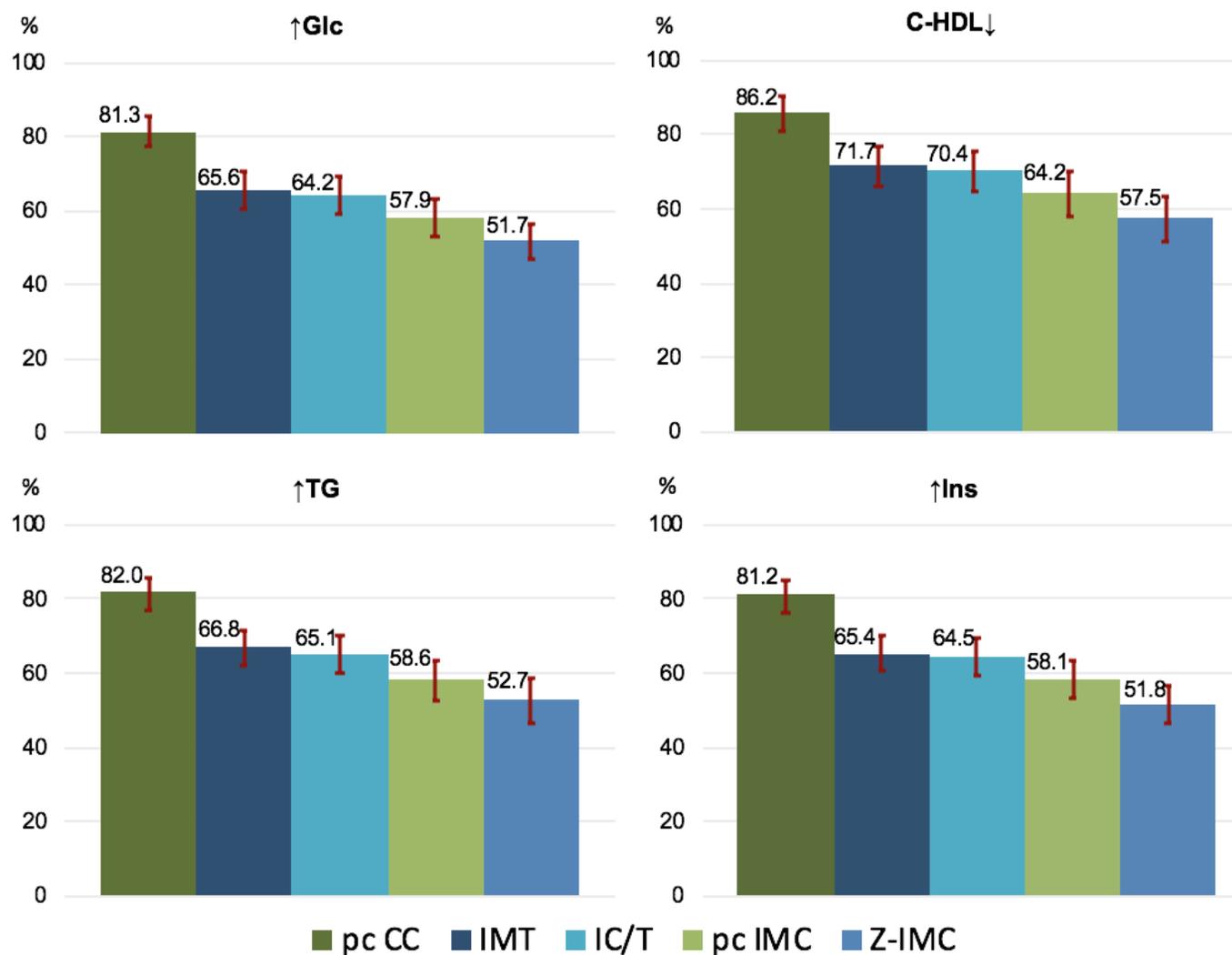


— IC 95%; Z-IMC: puntaje Z del índice de masa corporal (≥ 1 DE y $\geq pc$ 85); pc: percentiles; IMT: índice de masa triponderal (≥ 15 kg/m³); IC/T: índice cintura/talla (≥ 0.5); CC: circunferencia de cintura ($\geq pc$ 75); ↑Glc: hiperglucemia (≥ 100 mg/dL); C-HDL↓: colesterol de lipoproteínas de alta densidad bajo (≤ 40 mg/dL); ↑TG: hipertrigliceridemia (≥ 150 mg/dL); ↑Ins: hiperinsulinemia (≥ 15 μ U/mL).

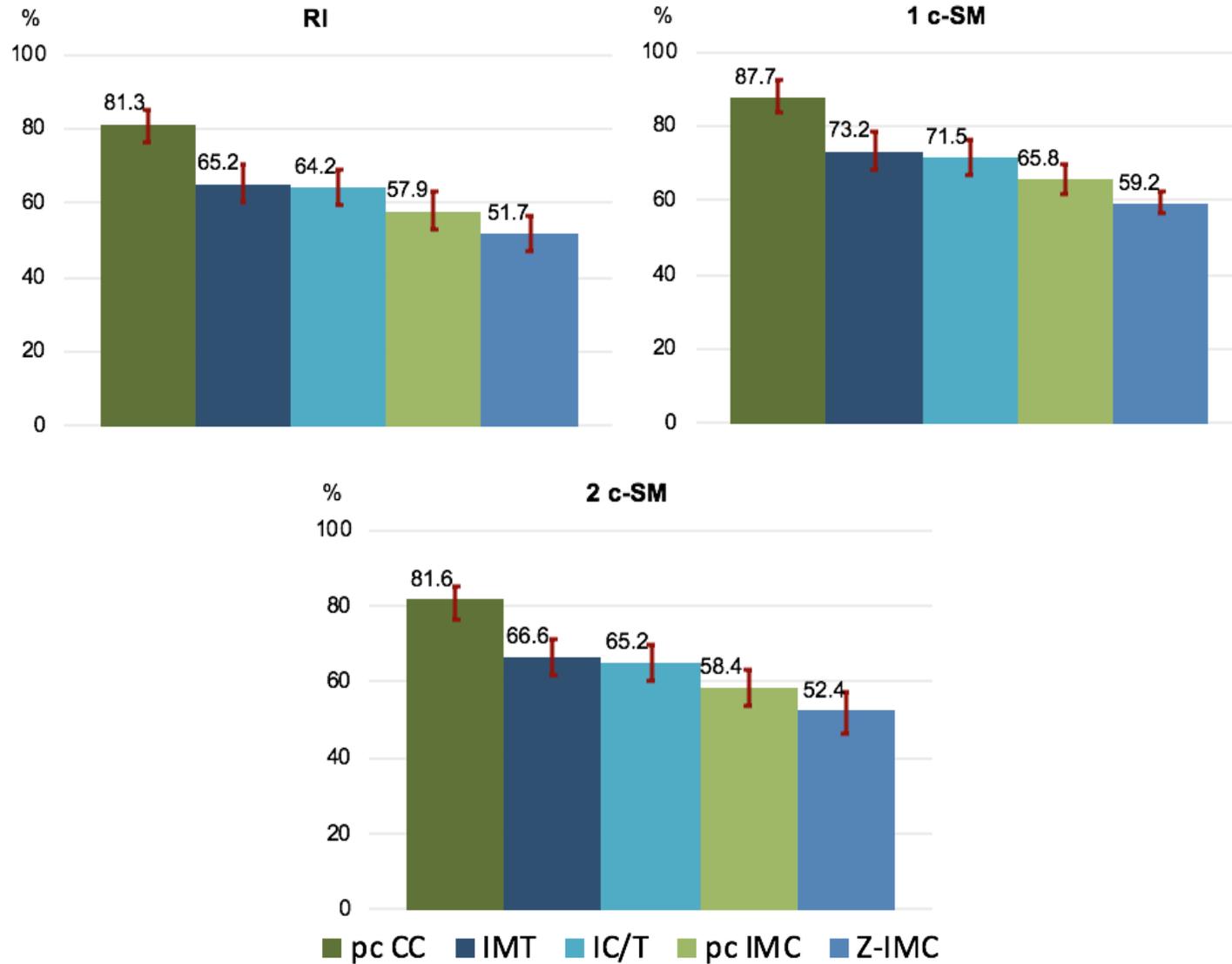


— IC 95%; Z-IMC: puntaje Z del índice de masa corporal (≥ 1 DE y \geq pc 85); pc: percentiles; IMT: índice de masa triponderal (≥ 15 kg/m³); IC/T: índice cintura/talla (≥ 0.5); CC: circunferencia de cintura (\geq pc 75); RI: resistencia a la insulina (≥ 3.4); 1 o 2 c-SM: presencia del número de componentes de síndrome metabólico (C-HDL \downarrow , \uparrow TG, \uparrow Glc).

Figura 7. Especificidad para detección de componentes de SM y RI de los distintos parámetros antropométricos.

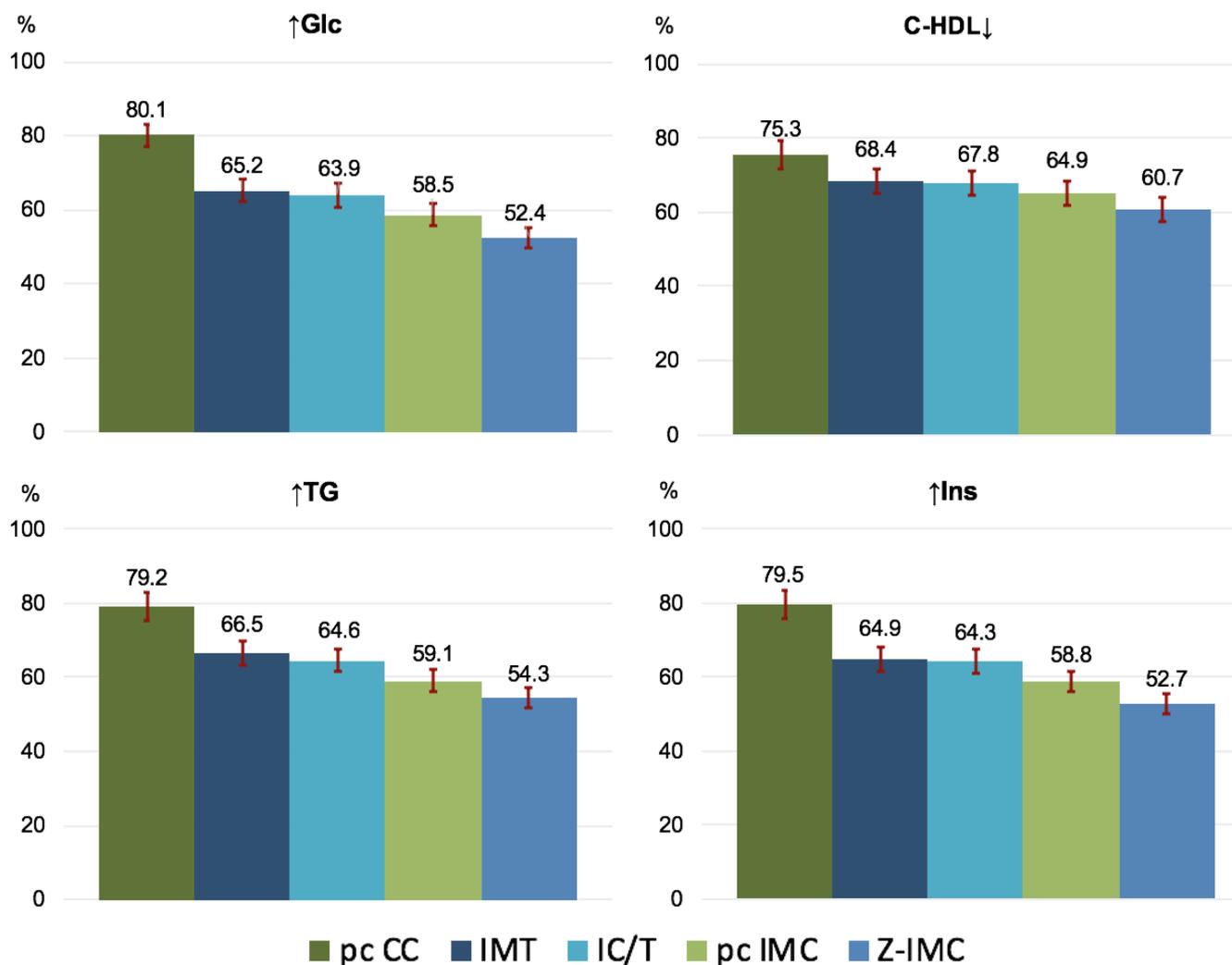


— IC 95%; Z-IMC: puntaje Z del índice de masa corporal (≥ 1 DE y \geq pc 85); pc: percentiles; IMT: índice de masa triponderal (≥ 15 kg/m³); IC/T: índice cintura/talla (≥ 0.5); CC: circunferencia de cintura (\geq pc 75); ↑Glc: hiperglucemia (≥ 100 mg/dL); C-HDL↓: colesterol de lipoproteínas de alta densidad bajo (≤ 40 mg/dL); ↑TG: hipertrigliceridemia (≥ 150 mg/dL); ↑Ins: hiperinsulinemia (≥ 15 μ U/mL).

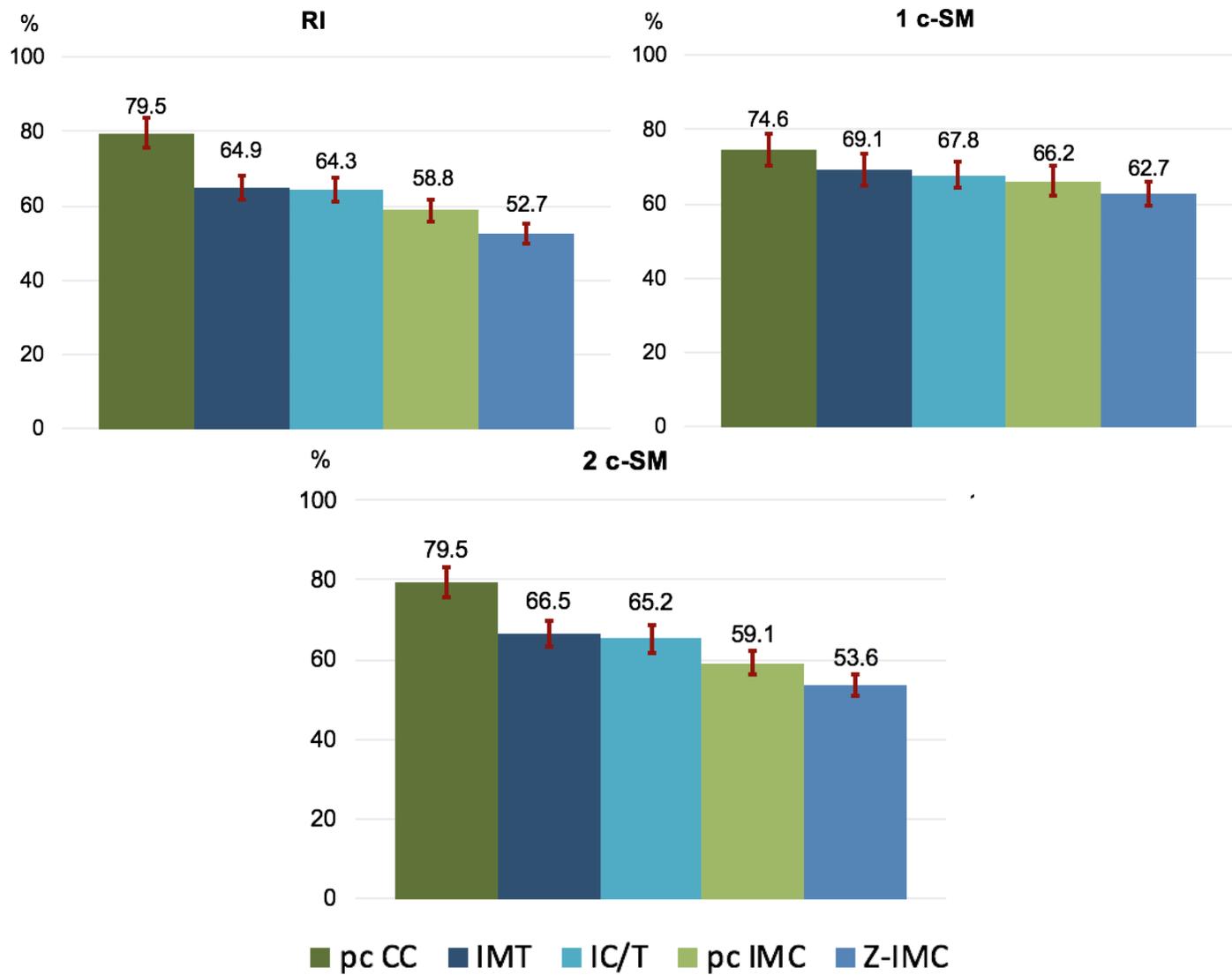


— IC 95%; Z-IMC: puntaje Z del índice de masa corporal (≥ 1 DE y \geq pc 85); pc: percentiles; IMT: índice de masa triponderal (≥ 15 kg/m³); IC/T: índice cintura/talla (≥ 0.5); CC: circunferencia de cintura (\geq pc 75); RI: resistencia a la insulina (≥ 3.4); 1 o 2 c-SM: presencia del número de componentes de síndrome metabólico (C-HDL \downarrow , \uparrow TG, \uparrow Glc).

Figura 8. Porcentajes de clasificación correcta para detección de componentes de SM y RI de los distintos parámetros antropométricos.



— IC 95%; Z-IMC: puntaje Z del índice de masa corporal (≥ 1 DE y \geq pc 85); pc: percentiles; IMT: índice de masa triponderal (≥ 15 kg/m³); IC/T: índice cintura/talla (≥ 0.5); CC: circunferencia de cintura (\geq pc 75); ↑Glc: hiperglucemia (≥ 100 mg/dL); C-HDL↓: colesterol de lipoproteínas de alta densidad bajo (≤ 40 mg/dL); ↑TG: hipertrigliceridemia (≥ 150 mg/dL); ↑Ins: hiperinsulinemia (≥ 15 μ U/mL).



— IC 95%; Z-IMC: puntaje Z del índice de masa corporal (≥ 1 DE y $\geq pc$ 85); pc: percentiles; IMT: índice de masa triponderal (≥ 15 kg/m³); IC/T: índice cintura/talla (≥ 0.5); CC: circunferencia de cintura ($\geq pc$ 75); RI: resistencia a la insulina (≥ 3.4); 1 o 2 c-SM: presencia del número de componentes de síndrome metabólico (C-HDL \downarrow , \uparrow TG, \uparrow Glc).

DISCUSIÓN

El presente trabajo surge a partir de la propuesta del IMT como un parámetro más preciso para evaluar adiposidad en niños, por lo que resulta de interés que hasta el momento, es el primer estudio que evalúa su capacidad para la identificación de alteraciones metabólicas en población pediátrica mexicana.

Además de que el presente estudio incluye la utilización del consenso propuesto por la IDF,¹⁹ el cual permitirá obtener información más uniforme que posibilite su comparación y la obtención de conclusiones al compararse con otras investigaciones. De igual manera, se comparó al IMT contra otros parámetros indispensables en la práctica clínica para conocer cuál podría ser la herramienta más útil.

En cuanto a las características generales de nuestra muestra, observamos una mayor prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad en comparación a la reportada a nivel nacional, utilizando el mismo parámetro y puntos de corte para niños de 5-11 años (49.2 vs 35.6%, respectivamente)² lo que podría explicarse por las diferencias de exposición a un ambiente obesogénico. Específicamente en la Ciudad de México, se reportó una prevalencia de 29.3 a 44.3% según el grado escolar de los niños evaluados,³⁴ lo cual tiene mayor similitud con lo encontrado en el presente estudio. Además, encontramos mayores niveles de glucosa, triglicéridos, insulina, así como una mayor PA y niveles menores de C-HDL en la clasificación de sobrepeso y obesidad, independientemente del parámetro utilizado, lo cual corresponde a la asociación de exceso de adiposidad y alteraciones metabólicas descrita en otros estudios.³⁵⁻³⁷

Se ha descrito un fenotipo de obesidad denominado “metabólicamente sano” en el cual no se presentan alteraciones metabólicas y la sensibilidad a la insulina se encuentra preservada,³⁸ lo que podría explicar que en el presente estudio, a pesar de haber encontrado una prevalencia alta de exceso de peso, existe una menor frecuencia de alteraciones metabólicas en comparación con otros estudios.³⁹⁻⁴³ La variabilidad de estos estudios también podría explicarse por el estado de nutrición de los participantes o la zona geográfica estudiada, en la cual existe un mayor grado de obesidad ($Z\text{-IMC} > 2$) que condiciona su estado metabólico.^{39,42} Observamos que la alteración más frecuente fue el nivel de C-HDL↓, lo cual coincide con lo reportado en otras publicaciones, siendo uno de los componentes más prevalentes en población mexicana.^{39,41,43}

Respecto a la evaluación del desempeño del IMT comparado contra otros parámetros antropométricos para identificar alteraciones metabólicas, se encontraron 4 publicaciones (**Anexo 1**),²⁵⁻²⁸ de las cuales cabe resaltar su variabilidad explicada por múltiples diferencias como el tamaño de muestra y la diversidad de los participantes (edad, estado de nutrición); el desenlace definido por un puntaje de riesgo compuesto según el criterio de los investigadores o con diversos criterios ajustados a partir de los que se han propuesto para adultos. Además de la comparación de distintos puntos de corte para cada parámetro antropométrico (ajustándolos para las tablas específicas para edad, talla y etnia) u otra medición de la composición corporal realizada a través de métodos directos. Adicionalmente se observan limitaciones metodológicas, como la omisión

de información fundamental (descripción de: criterios de selección, puntos de corte utilizados, técnicas y equipo empleado para realizar las mediciones antropométricas) lo cual en conjunto restringe su comparación.

Diferentes organizaciones han resaltado la importancia del IMC^{9,10} aunque presenta limitaciones en cuanto a la estimación de masa grasa en niños y su interpretación resulta compleja debido a requerir de tablas ajustadas por edad y sexo. Sin embargo, recientemente se ha sugerido que el IMT clasifica mejor la adiposidad y se requieren puntos de corte para su interpretación, por lo cual podría reemplazar al Z-IMC y el pc IMC en la práctica clínica.¹² En el presente estudio obtuvimos un rendimiento diferente al evaluar su capacidad para identificar componentes de SM. Respecto a la evaluación del IMT, encontramos un ABC de 0.55 a 0.65, lo cual se encuentra dentro del rango reportado en la literatura, el mayor valor de ABC fue de 0.75 y el menor de 0.54.^{26,28} Nuestros resultados mostraron que las ABC del Z-IMC y el pc IMC fueron mayores en comparación con las del IMT ($p < 0.05$), sin embargo, el IMT mostró un mayor porcentaje de clasificación correcta ($\geq 15\%$) en comparación con el IMC, lo que coincide con lo reportado por Wang y cols.²⁸

A pesar de la propuesta del IMT como una herramienta más precisa para estimar adiposidad, observamos que no es mejor para la discriminación de alteraciones metabólicas. Lo anterior podría indicar que la localización de grasa corporal tiene un papel crucial en el desarrollo de complicaciones metabólicas.^{44,45} Por lo anterior, se ha sugerido que los parámetros que estiman grasa abdominal son los más sensibles y específicos, a pesar de la utilización de los diferentes métodos y criterios para su interpretación, en el caso de la CC, y el punto de corte único del IC/T.⁴⁵⁻⁴⁷ En nuestro estudio observamos que el pc CC tuvo mayor especificidad y mayor porcentaje de clasificación correcta lo que apoya la observación de la obesidad abdominal como un factor importante para presentar alteraciones o SM.^{19,45-48}

Una de las limitaciones del estudio es la falta de consenso para el diagnóstico de SM. A pesar de la propuesta de la IDF para determinar los criterios,¹⁹ aún existe controversia acerca de su delimitación y consecuencias a largo plazo en población pediátrica.^{49,50} Aunado a esto, el consenso menciona la imposibilidad de diagnosticarlo en niños menores de 10 años debido a los cambios fisiológicos relacionados con la edad, lo cual dificulta la definición de los componentes de SM, así como la comparación del presente estudio, debido a la falta de información en este grupo etario.

Otra de las limitaciones es la prevalencia baja de alteraciones metabólicas. La RVP del IMT fue mayor al compararla con el Z-IMC y el pc IMC para detectar C-HDL \downarrow , \uparrow TG, 1 c-SM y 2 c-SM. Se calculó el poder estadístico para la diferencia >0.2 asumiendo una prueba a una cola, encontrándose un poder del 0.96. Sin embargo, en comparación con los otros parámetros antropométricos para identificar los componentes de SM, existe falta de poder estadístico (<0.54) para realizar estimaciones e identificar diferencias.

Propuestas para futuras investigaciones

Existe la necesidad de otros estudios en los que evalúen y comparen al IMT contra los demás parámetros como estimador de masa grasa para contrastar los resultados encontrados por Peterson y cols.¹² y lo descrito en población mexicana por Klünder y cols.,¹³ los cuales serían de utilidad para definir los puntos de corte en población mexicana.

Otros estudios podrían combinar a los parámetros antropométricos adicional a variables relacionadas con la presencia de los componentes de SM, como antecedentes familiares o estilo de vida, los cuales podrían ayudar a discriminar de una forma más precisa a los niños en riesgo cardio-metabólico.

CONCLUSIÓN

A pesar de que se sugiere que el IMT es mejor estimador de adiposidad y una herramienta sencilla de interpretar por su punto de corte único, la evaluación de su capacidad para la identificación de componentes del SM y RI mostró que es una herramienta con baja sensibilidad y una moderada especificidad. No obstante, el parámetro más utilizado en la práctica clínica (Z-IMC) resultó ser más sensible, sin embargo, no supera al pc CC respecto a especificidad y a la correcta clasificación de estas alteraciones.

ANEXOS

Anexo 1. Revisión de la literatura

Autor, Revista, Año, País	Tipo de estudio (edad de la población en años)	Desenlace	Parámetro	Punto de corte	Resultados
Gomes TN. y cols., Scand J Med Sci Sports, 2018, Portugal ²⁵	Transversal n=1324 (10-17) C*	Puntaje Z. Riesgo cardiometabólico ≥ 2 DE (\uparrow Glc, TG, C-HDL, PA)	Z-IMC	-	ABC. 0.67 (0.63-0.71) SENS. 45.7 ESP. 82.7 PCP. 1.62
			IMC	-	ABC. 0.68 (0.64-0.72) SENS. 45.5 ESP. 81.9 PCP. 23.1
			IMT	-	ABC. 0.65 (0.61-0.69) SENS. 45.5 ESP. 81.3 PCP. 18.0
			CC	-	ABC. 0.67 (0.63-0.71) SENS. 53.2 ESP. 72.6 PCP. 71.0
			IC/T	-	ABC. 0.64 (0.60-0.68) SENS. 45.5 ESP. 78.0 PCP. 0.47
			IC/T ajustado	-	ABC. 0.60 (0.56-0.64) SENS. 67.5 ESP. 53.3 PCP. 0.5
Ramírez RV. y cols., Nutrients, 2018, Colombia ²⁶	Transversal n=1047 (9-12) C*	Síndrome metabólico según Ferranti y cols., y Magge y cols. según edad, sexo y talla	IMT	-	NIÑAS ABC. 0.67 (0.60-0.74) SENS. 80.0 ESP. 61.0 PCP. 12.13 RVP. 2.04 RVN. 0.33
				-	NIÑOS ABC. 0.75 (0.67-0.83) SENS. 85.0 ESP. 59.0 PCP. 12.10 RVP. 2.05 RVN. 0.26
			MG/T ³	-	NIÑAS ABC. 0.69 (0.63-0.76) SENS. 85.0 ESP. 59.0 PCP. 2.59 RVP. 2.05 RVN. 0.26
				-	NIÑOS ABC. 0.75 (0.67-0.82) SENS. 82.0 ESP. 60.0 PCP. 1.98 RVP. 2.04 RVN. 0.31
Gülten C y cols., ESPE,			IMC	-	ABC. 0.637 (0.568-0.706)
			IMT	-	ABC. 0.668 (0.601-0.734)

2018, Turquía ²⁷	Transversal 247 (13-17) OB*	Síndrome metabólico según IDF	IMC DE	-	ABC. 0.629 (0.560-0.699)
			IC/T	-	ABC. 0.655 (0.588-0.723)
Wang X y cols., Int J Obes, 2019, China y EUA ²⁸	Transversal 57,201 y 10,441 (7-18) C*	1) PA↑ ≥pc 95 (tablas específicas NHBPEP) 2) ↑Glc ≥100 mg/dL 3) Dislipidemia (cualquiera de las sig. CT ≥170, C-LDL ≥110, C-HDL ≤120, TG ≥75 en <9 años y ≥90 mg/dL en ≥10 años)	IMC	≥2DE/≥pc 85	1) ABC. 0.64 (ES 0.003)
					2) ABC. 0.54 (ES 0.005)
					3) ABC. 0.54 (ES 0.018)
					PCP. -
			IMT	≥pc 85	1) ABC. 0.57 (ES 0.004)
					2) ABC. 0.59 (ES 0.005)
					3) ABC. 0.59 (ES 0.018)
					PCP. 15.18
Buchan D y cols., Am J Hum Biol, 2017, Reino Unido ⁴⁶	Transversal 192 (9-12) C*	Puntaje Z. Riesgo cardiometabólico (tercil superior) (TG, C-HDL (invertido), ↑Glc, HTS, CRR (invertida))	Z/pc IMC	≥1.04/≥85	ABC. 0.72 (0.65, 0.79) SENS. 76.1 ESP. 63.6 VPP. 56.5 VPN. 82.7 PCP. Puntaje-Z 0.94/pc 82.7
			Z/pc CC	≥1.04/≥85	ABC. 0.67 (0.59, 0.73) SENS. 64.6 ESP. 55.4 VPP. 39.6 VPN. 76.5 PCP. Puntaje-Z 0.50/pc 69.0
			IC/T	≥0.50	ABC. 0.71 (0.63, 0.77) SENS. 68.1 ESP. 65.5 VPP. 39.6 VPN. 76.5 PCP. 0.43
Buchan D y cols., Ann Hum Biol, 2017, Reino Unido ⁵¹	Transversal 223 (5-12) C*	1) > 1 factor de riesgo (cualquiera de las sig. TG ≥110, C-HDL ≤120, HGluc ≥100 mg/dL) 2) >2 factores de riesgo	Z-IMC	≥1.04	1) ABC. 0.57 (0.50-0.65) SENS. 55.3 ESP. 51.4 PCP. 0.21
					2) ABC. 0.59 (0.49-0.60) SENS. 56.7 ESP. 54.3 PCP. 0.38
					3) ABC. 0.62 (0.54-0.70) SENS. 56.3 ESP. 44.1 PCP. 0.67
			Z-CC	≥1.04	1) ABC. 0.63 (0.57-0.71) SENS. 62.3 ESP. 58.1 PCP. 0.97

		<p>3) Puntaje Z de riesgo cardiometabólico ≥ 1 DE</p> <p>4) Z-IMC + ≥ 1 factor de riesgo</p> <p>5) Z-IMC + ≥ 2 factor de riesgo</p> <p>6) Z-IMC + riesgo cardiometabólico (Glc, TG, C-HDL, PA)</p>			<p>2) ABC. 0.63 (0.55-0.73) SENS. 68.2 ESP. 55.7 PCP. 1.01</p> <p>3) ABC. 0.65 (0.56-0.73) SENS. 59.8 ESP. 39.7 PCP. 1.12</p> <p>4) ABC. 0.71 (0.58-0.83) SENS. 68.2 ESP. 68.1 PCP. 1.78</p> <p>5) ABC. 0.73 (0.61-0.86) SENS. 68.2 ESP. 61.3 PCP. 1.94</p> <p>6) ABC. 0.81 (0.70-0.91) SENS. 74.3 ESP. 67.9 PCP. 1.82</p>
			IC/T	≥ 0.50	<p>1) ABC. 0.58 (0.51-0.66) SENS. 65.1 ESP. 50.4 PCP. 0.44</p> <p>2) ABC. 0.58 (0.49-0.67) SENS. 64.4 ESP. 58.4 PCP. 0.45</p> <p>3) ABC. 0.60 (0.53-0.68) SENS. 56.3 ESP. 44.1 PCP. 0.46</p> <p>4) ABC. 0.70 (0.56-0.83) SENS. 65.9 ESP. 61.2 PCP. 0.47</p> <p>5) ABC. 0.72 (0.84-0.83) SENS. 64.2 ESP. 62.7 PCP. 0.51</p> <p>6) ABC. 0.75 (0.62-0.87) SENS. 71.4 ESP. 70.2 PCP. 0.50</p>
Buchan D y cols., Obes Res Clin Pract, 2017, Reino Unido ⁵²	Transversal 534 (10-18) C*	Puntaje Z. Riesgo cardiometabólico ≥ 1 DE (TG, C-HDL, Glc, PAS)	Z-IMC	≥ 1.04	<p>NIÑOS ABC. 0.62 (0.56-0.67) SENS. 62.7 ESP. 55.8 VPP. 35.1 VPN. 79.7 PCP. 0.52</p> <p>NIÑAS ABC. 0.67 (0.61-0.73) SENS. 60.1 ESP. 58.5 VPP. 43.2 VPN. 73.5 PCP. 0.63</p>
			IC/T	0.43	<p>NIÑOS ABC. 0.61 (0.55-0.67) SENS. 60.1 ESP. 56.9 VPP. 34.6 VPN. 78.9 PCP. 0.43</p> <p>NIÑAS ABC. 0.64 (0.57-0.69) SENS. 61.1 ESP. 60.2 VPP. 44.7 VPN. 74.6 PCP. 0.42</p>

			CCR	46.2 VO2max ml/kg/min	NIÑOS ABC. 0.58 (0.51-0.64) SENS. 53.3 ESP. 49.2 VPP. 28.6 VPN. 73.5 PCP. 46.2
			Z-IMC + IC/T	-	NIÑAS ABC. 0.59 (0.53-0.65) SENS. 60.2 ESP. 57.3 VPP. 42.5 VPN. 73.1 PCP. 42.3
			Z-IMC + CCR	-	NIÑOS ABC. 0.74 (0.64-0.85) SENS. 71.4 ESP. 62.5 VPP. 64.6 VPN. 72.7 PCP. 0.48
					NIÑAS ABC. 0.67 (0.57-0.79) SENS. 71.2 ESP. 61.8 VPP. 66.1 VPN. 69.8 PCP. 0.46
					NIÑOS ABC. 0.39 (0.27-0.50) SENS. 48.5 ESP. 42.2 VPP. 53.5 VPN. 58.7 PCP. 46.9
					NIÑAS ABC. 0.49 (0.37-0.61) SENS. 55.7 ESP. 45.3 VPP. 50.0 VPN. 51.4 PCP. 41.9
Carneiro I y cols., Arq Bras Endocrinol Metab, 2014, Brasil ⁵³	Transversal 148 (10-19) Sin DN*	RI (2.39 ± 1.93)	IMC inverso	-	ABC. 0.65 (0.61-0.79)
			%MG	-	ABC. 0.66 (0.57-0.77)
			IMC	-	ABC. 0.67 (0.54-0.75)
			IC	-	ABC. 0.69 (0.59-0.79)
			IC/T	-	ABC. 0.70 (0.60-0.79)
			CC	-	ABC. 0.70 (0.56-0.76)
Sardinha LB y cols., PLoS ONE, 2016, Dinamarca, Estonia, Portugal, EUA ⁵⁴	Transversal 4255 (8-17) C*	Puntaje Z. Riesgo cardiometabólico ≥1 DE (TG, C-HDL, PAD, PAS, HOMA-IR)	IMC	-	NIÑOS ABC. 0.73±0.017 SENS. 53.3 ESP. 86.4 PCP. 18.9-25.6 NIÑAS ABC. 0.72±0.017 SENS. 60.8 ESP. 76.6 PCP. 17.4-25.2
			CC	-	NIÑOS ABC. 0.73±0.017 SENS. 59.4 ESP. 80.5 PCP. 60.1-83.8 NIÑAS ABC. 0.71±0.017 SENS. 53.2 ESP. 82.3 PCP. 60.7-83.1
			IC/T	-	NIÑOS ABC. 0.71±0.017 SENS. 51.8 ESP. 85.2 PCP. 0.47

					NIÑAS ABC. 0.70±0.017 SENS. 55.1 ESP. 77.5 PCP. 0.44-0.49
Bianchini T y cols., Rev Bras Epidemiol, 2019, Brasil ⁵⁵	Transversal 1139 (6-17) C*	PA↑ ≥pc95	IMC	IOTF, OMS, CDC, Conde y Monteiro	(6-9 años) NIÑOS ABC. 0.81 (0.74-0.87) SENS. 42.9 ESP. 84.1-89.2
					NIÑAS ABC. 0.78 (0.71-0.83) SENS. 45.0-55.0 ESP. 78.4-84.2
					(10-17 años) HOMBRES ABC. 0.67 (0.62-0.72) SENS. 18.0-24.3 ESP. 86.5-89.2
					MUJERES ABC. 0.63 (0.59-0.68) SENS. 23.5-30.2 ESP. 83.2-87.5
			pc CC	Taylor, Katzmarzyk, CDC pc≥75 y ≥90, Fernández y cols. pc≥75 y ≥90	NIÑOS ABC. 0.78 (0.71-0.84) SENS. 3.1-57.1 ESP. 63.7-100.0
					NIÑAS ABC. 0.71 (0.64-0.77) SENS. 10.0-65.0 ESP. 52.6-96.5
					HOMBRES ABC. 0.65 (0.60-0.70) SENS. 0.9-45.0 ESP. 65.9-99.1
					MUJERES ABC. 0.63 (0.58-0.68) SENS. 4.3-64.2 ESP. 49.8-98.9
			IC/T	≥0.5, Kelishadi y cols., Zhou y cols.	NIÑOS ABC. 0.62 (0.54-0.69) SENS. 35.7-50.0 ESP. 62.8-87.8
					NIÑAS ABC. 0.74 (0.67-0.80) SENS. 55.0-90.0 ESP. 40.9-79.5
					HOMBRES ABC. 0.51 (0.46-0.57) SENS. - ESP. -
					MUJERES ABC. 0.62 (0.57-0.63) SENS. 34.6-69.1 ESP. 43.2-80.6
Fowokan A y cols., BMJ Open, 2019, Canadá ⁵⁶	Transversal 762 (6-13) C*	HTS ≥pc 95 (NHBPEP)	Z-IMC	-	NIÑOS ABC. 0.79 (0.72-0.85) SENS. 83.0 ESP. 65.0 PCP. Puntaje-Z 0.92/pc 82
					NIÑAS ABC. 0.79 (0.70-0.88) SENS. 72.0 ESP. 81.0 PCP. Puntaje-Z 1.41/pc 92

			Z-CC	-	NIÑOS ABC. 0.78 (0.71-0.85) SENS. 74.0 ESP. 77.0 PCP. Puntaje-Z 0.85/pc 80
					NIÑAS ABC. 0.74 (0.66-0.83) SENS. 75.0 ESP. 67.0 PCP. Puntaje-Z 0.39/pc 65
			Z-IC/T	-	NIÑOS ABC. 0.77 (0.70-0.84) SENS. 76.0 ESP. 76.0 PCP. Puntaje-Z 0.43/pc 67
					NIÑAS ABC. 0.74 (0.66-0.82) SENS. 64.0 ESP. 74.0 PCP. Puntaje-Z 0.32/pc 63
			%MG	-	NIÑOS ABC. 0.80 (0.74-0.86) SENS. 82.0 ESP. 69.0 PCP. 23.5
					NIÑAS ABC. 0.74 (0.66-0.82) SENS. 64.0 ESP. 80.0 PCP. 29.8
Chung I y cols., Yonsei Med J, 2016, Corea ⁵⁷	Transversal 4068 (10-19) C*	Múltiples factores de riesgo cardiometabólicos (2 o más: HTS ≥ 130 , HTD ≥ 85 mm Hg, \uparrow Glc ≥ 100 , \uparrow TG ≥ 150 , C-HDL bajo < 40 en < 16 años y < 50 mg/dL en ≥ 16 años)	IMC	\geq pc 85	SIN SOBREPESO ABC. 0.83 (0.63-1.00) CON SOBREPESO ABC. 0.74 (0.68-0.80)
			pc CC	\geq pc 90; ≥ 16 años hombres ≥ 90 y mujeres ≥ 85 cm	SIN SOBREPESO ABC. 0.99 (0.98-1.00) CON SOBREPESO ABC. 0.82 (0.77-0.86)
			IC/T	≥ 0.50	SIN SOBREPESO ABC. 0.99 (0.99-1.00) CON SOBREPESO ABC. 0.80 (0.76-0.85)
Christofaro D y cols., Braz J Phys	Transversal 8295 (10-17) C*	PA \uparrow \geq pc 95	IMC	-	ABC. 0.60 (0.59-0.61) SENS. 35.0 ESP. 86.0 VPP. 0.30 VPN. 0.88
			CC	-	ABC. 0.59 (0.58-0.60) SENS. 37.0 ESP. 82.0 VPP. 0.26 VPN. 0.88

Ther, 2018, Brasil ⁵⁸			IC/T	-	ABC. 0.57 (0.56-0.58) SENS. 31.0 ESP. 83.0 VPP. 0.25 VPN. 0.87
Liang J y cols., J Hum Hypertens, 2015, China ⁵⁹	Transversal 5471 (6-10) C*	PA↑ ≥pc95	pc IMC	-	NIÑOS ABC. 0.77 (0.75-0.78) PCP. pc 78.5
					NIÑAS ABC. 0.66 (0.64-0.67) PCP. pc 69.9
			CC	-	NIÑOS ABC. 0.77 (0.76-0.79) PCP. pc 71.1
					NIÑAS ABC. 0.66 (0.64-0.67) PCP. pc 83.5
			IC/C	-	NIÑOS ABC. 0.75 (0.73-0.77) PCP. pc 73.1
					NIÑAS ABC. 0.65 (0.63-0.67) PCP. pc 80.1
IC/T	-	NIÑOS ABC. 0.68 (0.66-0.70) PCP. pc 72.5			
		NIÑAS ABC. 0.59 (0.57-0.61) PCP. pc 54.3			
Bianchini T y cols., Arch Endocrinol Metab, 2016, Brasil ⁶⁰	Transversal 1139 (6-17) C*	↑Glc ≥100 mg/dL	IMC	-	ABC. 0.56 (0.53-0.59) SENS. 24.3 ESP. 84.5 VPP. 10.0
			CC	-	ABC. 0.53 (0.50-0.56) SENS. 28.4 ESP. 82.7 VPP. 10.4
			IC/T	-	ABC. 0.55 (0.52-0.58) SENS. 31.1 ESP. 80.8 VPP. 10.3
			IMC+CC	-	ABC. 0.55 (0.52-0.58)
			IMC+IC/T	-	ABC. 0.55 (0.52-0.58)
Aristizábal J y cols., Nutr Hosp, 2019, Colombia ⁶¹	Transversal 346 (10-18) C*	1) HOMA-IR ≥ 3.1 2) CT ≥200mg/dL 3) TG ≥130mg/dL 4) C-HDL ≤40mg/dL 5) C-LDL ≥130mg/dL 6) ≥2 factores de SM (excepto OB abdominal)	IMC	-	1) ABC. 0.68 (0.62-0.74) 2) ABC. 0.48 (0.31-0.64) 3) ABC. 0.61 (0.55-0.68) 4) ABC. 0.62 (0.55-0.68) 5) ABC. 0.49 (0.31-0.67) 6) ABC. 0.69 (0.62-0.76)
			CC	-	1) ABC. 0.69 (0.63-0.75) 2) ABC. 0.50 (0.34-0.67) 3) ABC. 0.63 (0.56-0.70) 4) ABC. 0.65 (0.58-0.71) 5) ABC. 0.50 (0.32-0.68) 6) ABC. 0.71 (0.64-0.78)
			IC/T	≥0.50	1) ABC. 0.64 (0.57-0.70) 2) ABC. 0.55 (0.40-0.70) 3) ABC. 0.62 (0.55-0.68) 4) ABC. 0.57 (0.50-0.63) 5) ABC. 0.54 (0.37-0.72) 6) ABC. 0.68 (0.62-0.75)

López GD y cols., Endocr Pract, 2016, México ⁴⁵	Transversal 366 (10-18) C*	1) PA \uparrow \geq pc 90 2) \uparrowGlc \geq 100 mg/dL 3) TG \geq 150mg/dL 4) C-HDL <40 mg/dL 5) \geq2 alteraciones metabólicas	CC	pc 90 Klünder	1) ABC. 0.69 (0.60-0.77) SENS. 88.9 (74.2-100) ESP. 50.8 (45.2-56.4) IV. 53.7 (48.3-59.0) VPP. 13.0 (7.9-18.1) VPN. 98.1 (95.9-100) RVP. 1.8 (1.5-2.1) RVN. 0.2 (0.1-0.5)
					2) ABC. 0.55 (0.46-0.64) SENS. 64.1 (47.8-80.4) ESP. 48.3 (42.8-53.9) IV. 50.0 (44.7-55.3) VPP. 12.9 (7.9-17.9) VPN. 91.9 (87.5-96.29) RVP. 1.2 (1.0-1.6) RVN. 0.7 (0.5-1.1)
					3) ABC. 0.58 (0.52-0.64) SENS. 64.4 (56.0-72.9) ESP. 53.5 (46.8-60.3) IV. 57.6 (52.3-62.9) VPP. 45.3 (38.0-52.6) VPN. 71.6 (64.5-78.7) RVP. 1.4 (1.1-1.7) RVN. 0.6 (0.5-0.9)
					4) ABC. 0.62 (0.56-0.68) SENS. 63.1 (56.0-70.1) ESP. 62.2 (54.2-70.3) IV. 62.7 (57.5-68.0) VPP. 68.3 (61.3-75.4) VPN. 56.6 (48.8-64.5) RVP. 1.7 (1.3-2.1) RVN. 0.6 (0.5-0.7)
					5) ABC. 0.61 (0.55-0.68) SENS. 67.9 (58.7-77.1) ESP. 56.5 (49.8-63.2) IV. 60.2 (0.8-65.7) VPP. 43.3 (35.6-51.0) VPN. 78.3 (71.6-84.9) RVP. 1.6 (1.3-1.9) RVN. 0.6 (0.4-0.8)
				pc 90 Fernández	1) ABC. 0.64 (0.54-0.74) SENS. 81.5 (65.0-98.0) ESP. 48.3 (42.7-53.9) IV. 50.9 (45.5-56.2) VPP. 11.6 (6.8-16.4) VPN. 96.9 (93.9-99.9) RVP. 1.6 (1.3-1.9) RVN. 0.4 (0.2-0.9)
					2) ABC. 0.51 (0.42-0.61) SENS. 59.0 (42.3-75.7) ESP. 46.2 (40.6-51.7) IV. 47.5 (42.3-52.8) VPP. 11.6 (6.9-16.2) VPN. 90.4 (85.6-95.2) RVP. 1.1 (0.8-1.5) RVN. 0.9 (0.6-1.3)

					<p>3) ABC. 0.57 (0.51-0.63) SENS. 64.4 (56.0-72.9) ESP. 51.3 (44.6-58.1) IV. 56.3 (51.0-61.5) VPP. 44.2 (37.0-51.3) VPN. 70.7 (63.5-78.0) RVP. 1.3 (1.1-1.6) RVN. 0.7 (0.5-0.9)</p>
					<p>4) ABC. 0.62 (0.56-0.68) SENS. 65.1 (58.1-72.1) ESP. 60.2 (52.1-68.4) IV. 63.0 (57.8-68.2) VPP. 67.9 (61.0-74.9) VPN. 57.2 (49.2-65.2) RVP. 1.6 (1.3-2.0) RVN. 0.6 (0.5-0.7)</p>
					<p>5) ABC. 0.60 (0.54-0.67) SENS. 68.8 (53.0-47.0) ESP. 53.8 (47.0-60.6) IV. 58.7 (53.3-64.2) VPP. 42.1 (34.6-49.7) VPN. 77.9 (71.0-84.8) RVP. 1.5 (1.2-1.8) RVN. 0.6 (0.4-0.8)</p>
			IC/T	≥0.50 OMS	<p>1) ABC. 0.62 (0.53-0.71) SENS. 100 (98.2-100) ESP. 25.8 (20.8-30.7) IV. 31.6 (26.5-36.6) VPP. 10.3 (6.4-14.1) VPN. 100 (99.4-100) RVP. 1.4 (1.3-1.4) RVN. 0 (0)</p>
					<p>2) ABC. 0.48 (0.38-0.58) SENS. 74.3 (59.4-89.3) ESP. 22.8 (18.0-27.6) IV. 28.4 (23.6-33.2) VPP. 10.5 (6.7-14.3) VPN. 88.0 (80.3-95.6) RVP. 1.0 (0.8-1.2) RVN. 1.1 (0.6-2.0)</p>
					<p>3) ABC. 0.63 (0.58-0.69) SENS. 94.0 (89.7-98.4) ESP. 33.6 (27.2-40.1) IV. 56.5 (51.2-61.8) VPP. 46.3 (40.2-52.4) VPN. 90.2 (83.2-97.3) RVP. 1.4 (1.3-1.6) RVN. 0.2 (0.1-0.4)</p>
					<p>4) ABC. 0.69 (0.63-0.75) SENS. 92.7 (88.8-96.7) ESP. 46.9 (38.5-55.3) IV. 72.9 (68.0-77.7) VPP. 69.5 (63.7-75.4) VPN. 83.1 (74.5-91.8) RVP. 1.8 (1.5-2.0) RVN. 0.2 (0.1-0.3)</p>

					<p>5) ABC. 0.65 (0.59-0.71) SENS. 96.3 (92.3-100) ESP. 35.4 (28.9-42.1) IV. 55.7 (50.1-61.3) VPP. 42.6 (36.2-49.0) VPN. 95.1 (89.7-100) RVP. 1.5 (1.3-1.7) RVN. 0.1 (0.0-0.3)</p>
				≥0.50 NCHS	<p>1) ABC. 0.62 (0.53-0.71) SENS. 100 (98.2-100) ESP. 24.5 (19.7-29.4) IV. 30.3 (25.4-35.3) VPP. 10.0 (6.2-13.8) VPN. 100 (99.4-100) RVP. 0.2 (0.2-0.3) RVN. 1.2 (1.2-1.4)</p>
					<p>2) ABC. 0.48 (0.38-0.57) SENS. 74.4 (59.4-89.4) ESP. 21.3 (16.7-25.9) IV. 27.0 (22.3-31.7) VPP. 10.2 (6.5-13.9) VPN. 87.3 (79.4-95.3) RVP. 0.9 (0.8-1.1) RVN. 1.2 (0.7-2.1)</p>
					<p>3) ABC. 0.64 (0.58-0.69) SENS. 95.5 (91.6-99.4) ESP. 32.0 (25.7-38.3) IV. 55.6 (50.3-60.9) VPP. 45.4 (39.3-51.4) VPN. 92.1 (85.8-98.9) RVP. 1.4 (1.3-1.5) RVN. 0.1 (0.1-0.3)</p>
					<p>4) ABC. 0.70 (0.64-0.75) SENS. 93.8 (90.2-97.5) ESP. 45.0 (36.6-53.3) IV. 72.6 (67.7-77.5) VPP. 68.9 (63.2-74.7) VPN. 84.8 (76.3-93.4) RVP. 1.7 (1.5-2.0) RVN. 0.1 (0.1-0.2)</p>
					<p>5) ABC. 0.66 (0.60-0.71) SENS. 97.2 (93.7-100) ESP. 33.9 (27.5-40.4) IV. 54.7 (49.2-60.2) VPP. 41.8 (35.5-48.1) VPN. 96.1 (91.3-100) RVP. 1.5 (1.3-1.6) RVN. 0.1 (0.0-0.3)</p>
Jiang Y y cols., Acta Paediatr,	Transversal 3,556 (7-18) C*	Riesgo cardiometabólico (PA↑ (según tablas específicas de	IC/T	-	<p>1) ABC. 0.89 (0.86-0.92) SENS. 91.0 ESP. 80.0 PCP. 0.46</p>
				-	<p>2) ABC. 0.83 (0.81-0.86) SENS. 77.0 ESP. 86.0 PCP. 0.46</p>

2018, China ⁴⁷		China), dislipidemia (una de las sig. TG ≥156, CT ≥200, C-LDL ≥130, C-HDL ≤120 mg/dL), ↑Glc ≥100 mg/dL, obesidad central (según tablas específicas de China)) 1) ≥3 factores de riesgo 2) Al menos 2 factores de riesgo	IMT	-	1) ABC. 0.89 (0.86-0.92) SENS. 90.0 ESP. 78.0 PCP. 14.0
				-	2) ABC. 0.84 (0.81-0.86) SENS. 75.0 ESP. 82.0 PCP. 13.90
			IMC DE	-	1) ABC. 0.90 (0.87-0.93) SENS. 89.0 ESP. 82.0 PCP. 1.34
				-	2) ABC. 0.85 (0.83-0.87) SENS. 77.0 ESP. 77.0 PCP. 1.18
			CC DE	-	1) ABC. 0.90 (0.87-0.93) SENS. 91.0 ESP. 84.0 PCP. 0.96
				-	2) ABC. 0.85 (0.82-0.87) SENS. 76.0 ESP. 89.0 PCP. 0.94

Inclusión de participantes con: C* cualquier condición nutricia, OB* con obesidad; Z: Puntaje Z; IMC: índice de masa corporal; IMT: índice de masa triponderal; CC: circunferencia de cintura (cm); IC/T: índice cintura/talla; ajustado* por talla, sexo y edad; VP: valores predictivos: VPP positivo, VPN negativo; IV: índice de validez; ABC: área bajo la curva; SENS: sensibilidad; ESP: especificidad; PCP: punto de corte propuesto; SM: síndrome metabólico; RVP: razón de verosimilitud positiva; RVN: razón de verosimilitud negativa; MG: masa grasa medida por bioimpedancia eléctrica (BIA); IDF: federación internacional de diabetes; DE: desviación estándar; ES: error estándar; PA: presión arterial; PAD: diastólica, PAS: sistólica; PA↑: presión arterial elevada; NHBPEP: programa nacional de educación para la presión arterial elevada; Gluc: glucosa; ↑Glc: hiperglucemia; CT: colesterol total; C-LDL: colesterol de lipoproteínas de baja densidad; C-HDL: colesterol de lipoproteínas de alta densidad; TG: triglicéridos; pc: percentiles; HTS: hipertensión sistólica; CRR: capacidad cardiorespiratoria; RI: resistencia a la insulina; DN: desnutrición; IMC inverso: m²/kg; IC: índice de conicidad (CC cm/ 0.109 *√(peso kg/ talla cm)); HOMA-IR: modelo homeostático para evaluar la resistencia a la insulina; IOTF: grupo de trabajo sobre obesidad; OMS: organización mundial de la salud; CDC: centros de control de enfermedades.

Anexo 2. Carta de asentimiento



HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ

CARTA DE ASENTIMIENTO INFORMADO

Efecto de una intervención educativa sobre el puntaje Z de IMC en niños escolares, con la participación de profesores, padres, Internet y teléfono móvil.

Escuela: _____ a los ____ días del mes de _____ del 20__.

Estamos realizando un estudio de investigación para promover hábitos de alimentación y actividad física en tu escuela para prevenir la obesidad y te estamos invitando a participar. Me han explicado que este estudio será realizado en 4 escuelas, 2 recibirán la intervención y 2 no la recibirán. Me han informado que en caso de que mi escuela haya sido seleccionada para realizar la intervención se realizará lo siguiente: Mis papás y yo recibiremos información sobre las características de una alimentación saludable, los beneficios del ejercicio y sobre algunas actividades que no son saludables como el estar durante varias horas frente al televisor, los videojuegos, la computadora y el celular. La información les será proporcionada a tus profesores, a tus padres y a ti, mediante algunas pláticas, actividades, programas de computación y mensajes a celular.

En tres ocasiones (al inicio del estudio, a los 6 y a los 12 meses) se te hará una revisión clínica para tomar tus medidas (peso, estatura, la circunferencia de tu cintura), tu presión arterial (mediante un baumanómetro que se coloca en el brazo y no ocasiona ningún dolor) se te extraerá una muestra de sangre de 6mL. de una vena de tu brazo para determinar tu glucosa y las grasas de tu sangre. En cada ocasión (al inicio, 6 y 12 meses) te haremos preguntas sobre tu alimentación y actividad física.

La única molestia que sentirás es dolor por el piquete de la toma de la muestra de sangre pero desaparecerá rápidamente. El personal que extraerá tu sangre es personal capacitado que tiene experiencia en niños y que utilizará material nuevo el cual será desechado inmediatamente. En caso de que se produzca un moretón en el sitio del piquete, éste desaparecerá en aproximadamente una semana.

Tus papás autorizaron que participes en el estudio, sin embargo, es muy importante que tú estés de acuerdo. Tú no tienes que participar en esta investigación si no quieres. Y si decides participar, durante el transcurso del estudio puedes dejar de hacerlo cuando

quieras. Si no participas o dejas de participar, no pierdes ninguno de tus derechos en la escuela.

Todos los resultados de los estudios solo serán proporcionados a tus papas y a ti. Todos serán guardados en un archivo de computadora y serán confidenciales. Tus datos personales como tu nombre y tu dirección no serán utilizados en ningún momento para su difusión. Esto quiere decir que solamente tus padres, tú y los investigadores de este proyecto conoceremos tus resultados.

Si durante el estudio tienes alguna duda sobre el estudio, puedes hablar al teléfono 52 28 99 17, extensión. 3009, con Jenny Vilchis quien es la investigadora responsable del proyecto. Si quieres y decides participar en el estudio, por favor, marca con una X la casilla donde dice Sí quiero participar en el estudio, de lo contrario hazlo en la casilla que dice No quiero participar en el estudio y escribe tu nombre en la línea.

SI QUIERO PARTICIPAR _____	NO QUIERO PARTICIPAR _____
Nombre completo del niño	Firma

Nombre completo del testigo 1 Relación con el niño Firma

Nombre completo del testigo 2 Relación con el niño Firma

Anexo 3. Carta de consentimiento informado



HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título del proyecto:

Efecto de una intervención educativa sobre el puntaje Z de IMC en niños escolares, con la participación de profesores, padres, Internet y teléfono móvil.

Escuela: _____ a los ____ días del mes de _____ del 20__.

Se me ha informado que el Departamento de Investigación en Salud Comunitaria del HIMFG, está realizando un proyecto que busca promover estilos de vida saludable en alimentación y actividad física para prevenir la obesidad en niños de 1º a 4º grado de primaria, durante el ciclo escolar 2013-2014.

Me han explicado que este estudio será realizado en 4 escuelas, 2 recibirán la intervención y 2 no la recibirán.

Me han informado que la intervención consiste en: a) A los padres y profesores se les proporcionará información sobre los beneficios que tiene a la salud el mantener o reducir el peso corporal; b) Se pedirá a ustedes papás que sus hijos desayunen en casa, lleven a la escuela un lunch con alimentos y bebidas saludables; c) Se realizarán 5 sesiones educativas (padres y niños) en el aula para fomentar hábitos saludables de alimentación y ejercicio (una cada dos meses); d) Se enviarán mensajes a su celular sobre alimentación y actividad física, para motivación y reforzamiento de conductas alimentarias y ejercicio (1 a la semana); e) En un portal de Internet, podrán encontrar un tema cada quincena con información sobre alimentación y actividad física saludables, consultar refrigerios escolares, además podrán evaluar su estado nutricional durante el seguimiento.

Mediciones al inicio del estudio, 6 y 12 meses: En niños, padres y profesores, se medirá el peso, talla y circunferencia de cintura para evaluar el estado nutricional. En el niño y padres se aplicarán algunos cuestionarios de hábitos y conocimientos de alimentación y ejercicio. También se estimará el ejercicio mediante un cuenta pasos. En los niños, se tomará una muestra de sangre en su antebrazo (6mL) para determinación de parámetros bioquímicos. El niño deberá acudir a la escuela el día de la cita con un ayuno de 12 horas. Finalmente,

cada mes se evaluarán los hábitos sobre alimentación antes de ir a la escuela: si el niño desayuna en casa, y si lleva lunch (cantidad y calidad).

Riesgos y molestias por participar. Se me ha informado que para realizar este estudio, es necesario tomar muestras de sangre venosa (6mL) a mi hijo(a) en 3 ocasiones, al inicio del estudio, a los 6 y 12 meses. Para la toma de muestras se utilizará equipo limpio, nuevo y sellado. Estoy enterada que la toma de muestra de sangre, produce dolor por el piquete en la vena. Es posible que quede algún moretón pequeño que desaparece solo en aproximadamente 1 semana.

Costo de los estudios. El estudio no tiene ningún costo para mí, es decir no pagaré nada por ninguno de los procedimientos o análisis de laboratorio y los investigadores se han comprometido a darme los resultados.

Beneficios por participar en el estudio. Los beneficios por su participación en el estudio para usted y su familia son conocer el estado nutricional (desnutrición, normal o con sobrepeso u obesidad), su presión arterial. Adquirir conocimientos y hábitos en alimentación y actividad física saludables, en su hijo la identificación de alguna alteración en el perfil metabólico (glucosa, lípidos en sangre, insulina, resistencia a la insulina). Se hará entregará por escrito al inicio, 6 y 12 meses un resumen de la condición nutricional, presión arterial y resultados de laboratorio por cada integrante de familia, así como su correspondiente interpretación. Si se tiene éxito, habrá beneficio para muchos niños más.

Participación voluntaria. Estoy enterado de que la participación en este estudio es completamente voluntaria y gratuita. Se me ha informado que por participar en este estudio no recibiremos ninguna compensación monetaria y que si en algún momento ya no quiero que mi hijo(a) o yo continuemos en el estudio, podremos retirarnos sin que se afecte la atención que recibe en la escuela.

Experiencia de los investigadores. Los investigadores responsables de esta investigación, (Hospital Infantil de México) son expertos en temas como pediatría, nutrición y endocrinología de niños. Asimismo, queremos que usted sepa que este estudio ha sido autorizado por las autoridades escolares y del Hospital Infantil de México Federico Gómez.

Confidencialidad. Se me ha asegurado que los datos personales, número de celular, correo electrónico, los registros médicos que se obtengan sobre usted o su hijo(a) durante el estudio, serán confidenciales, además las muestras de sangre que se tomen serán utilizadas únicamente con los fines propuestos en esta investigación.

El número de su celular que usted nos proporcione será únicamente utilizado para el envío de mensajes de texto (1 mensaje por semana) sobre hábitos de alimentación y actividad física saludables. Si usted desea dejar de recibir mensajes de nuestra parte, puede comunicarse al teléfono 52289917, ext. 3009. Nos comprometemos a que la información sea tratada con seguridad y garantice su confidencialidad.

Se me ha informado que si tengo alguna duda o requiero alguna aclaración sobre las actividades de este proyecto puedo comunicarme con el investigador responsable Nutr. Jenny Vilchis Gil, al teléfono 52289917, ext. 3009 o al correo jvilchisgil@gmail.com.

Hemos leído de forma cuidadosa este documento y entendemos todo lo que implica el estudio. En caso de que el padre o tutor no sepan escribir se colocará la huella digital. Se le entregará una copia de este consentimiento informado.

Conociendo lo anterior, **ACEPTAMOS:** Si _____ No: _____

Nombre completo del alumno participante

Nombre completo del padre o tutor

Firma

Nombre completo del testigo 1

Relación con el niño

Firma

Nombre completo del testigo 2

Relación con el niño

Firma

Nombre completo de quien obtuvo el Consentimiento
informado

BIBLIOGRAFÍA

1. World Health Organization. Physical status: The use of and interpretation of anthropometry, Report of a WHO Expert Committee, 1995.
2. INEGI. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. In; 2018.
3. Kelsey MM, Zaepfel A, Bjornstad P, Nadeau KJ. Age-related consequences of childhood obesity. *Gerontology* 2014, 60(3), 222-228.
4. Cieśluk, K., Dobroch, J., Sawicka-Żukowska, M., & Krawczuk-Rybak, M. Body composition measurements in paediatrics – a review. Part 2. *Pediatric Endocrinology Diabetes and Metabolism* 2018, 24(4), 191–196.
5. Dobroch, J., Cieśluk, K., Sawicka-Żukowska, M., & Krawczuk-Rybak, M. Body composition measurements in paediatrics – a review. Part 1. *Pediatric Endocrinology Diabetes and Metabolism* 2018, 24(4), 185–190.
6. Klünder KM, Flores HS. Waist circumference values according to height percentiles: a proposal to evaluate abdominal obesity in Mexican children and adolescents between 6 and 16 years of age. *Archives of Medical Research* 2011, 42, 515-22.
7. Lo K, Wong M, Khalechelvam P, Tam W. Waist-to-height ratio, body mass index and waist circumference for screening paediatric cardio-metabolic risk factors: a meta-analysis. *Obesity Reviews* 2016, 17, 1258-75.
8. Quetelet A. Anthropometrie ou mesure des differentes facultes de l'homme: C. Muquardt; 1870
9. CDC Growth Charts, 2016. (Accessed Mayo, 2019, at https://www.cdc.gov/growthcharts/cdc_charts.htm.)
10. BMI-for-age (5-19 years) 2007. (Accessed Mayo, 2019, at https://www.who.int/growthref/who2007_bmi_for_age/en/.)
11. Cole TJ. Weight-stature indices to measure underweight, overweight, and obesity. *Anthropometric assessment of nutritional status*; 1991.
12. Peterson CM, Su H, Thomas DM, et al. Tri-ponderal mass index vs body mass index in estimating body fat during adolescence. *JAMA pediatrics* 2017;171:629-36.
13. Klünder-Klünder M, Peregrina-Bravo M, López-González D, Clark-Peralta P, Miranda-Lora AL. Tri-Ponderal Mass Index: A Good Anthropometric Index to Evaluate Adiposity in Children and Adolescents. In: 57th Annual ESPE; 2018: European Society for Paediatric Endocrinology; 2018.
14. Monteiro R, Azevedo I. Chronic inflammation in obesity and the metabolic syndrome. *Mediators of inflammation* 2010; 2010:10.
15. Kannel B, Cupples A, Ramaswami R, Stokes J, Kreger E, Higgins M. Regional obesity and risk of cardiovascular disease; the Framingham Study. *Journal of clinical epidemiology* 1991; 44:183-90.
16. Juárez C, Klünder M, Medina P, Madrigal A, Mass E, Flores S. Insulin resistance and its association with the components of the metabolic syndrome among obese children and adolescents. *BMC public health* 2010; 10:318.
17. Flores S, Klünder M, de la Cruz L, Santos J. Increase in body mass index and waist circumference is associated with high blood pressure in children and adolescents in Mexico City. *Archives of medical research* 2009; 40:208-15.

18. Ortega R, Trujillo X, Hurtado E, López A, Colunga C, Barrera J, Tlacuilo A. Models predictive of metabolic syndrome components in obese pediatric patients. *Archives of medical research* 2016; 47:40-8.
19. Zimmet P, Alberti G, Kaufman F, Tajima N, Silink M, Arslanian S, Wong G, Bennett P, Shaw J, Caprio S. The metabolic syndrome in children and adolescents-an IDF consensus report. *Pediatric diabetes* 2007; 8:299-306.
20. Cook S, Weitzman M, Auinger P, Nguyen M, Dietz WH. Prevalence of a metabolic syndrome phenotype in adolescents: findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988–1994. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2003; 157: 821–827.
21. De Ferranti SD, Gauvreau K, Ludwig DS, Newfeld EJ, Newburger JW, Rifai N. Prevalence of the metabolic syndrome in American adolescents: findings from the third national health and nutrition examination survey. *Circulation* 2004; 110: 2494–2497.
22. Cruz ML, Weigensberg MJ, Huang TT, Ball G, Shaibi GQ, Goran MI. The metabolic syndrome in overweight Hispanic youth and the role of insulin sensitivity. *J Clin Endocrinol Metab* 2004; 89: 108–113
23. Weiss R, Dziura J, Burgert TS et al. Obesity and the metabolic syndrome in children and adolescents. *N Engl J Med* 2004; 350: 2362–2374.
24. Ford ES, Ajani UA, Mokdad AH. The metabolic syndrome and concentrations of C-reactive protein among U.S. youth. *Diabetes Care* 2005; 28: 878–881.
25. Gomes TN, Nevill A, Katzmarzyk PT, et al. Identifying the best body-weight-status index associated with metabolic risk in youth. *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 2018; 28:2375-83.
26. Ramírez-Vélez R, Correa-Bautista JE, Carrillo HA, et al. Tri-Ponderal Mass Index vs. Fat Mass/Height³ as a Screening Tool for Metabolic Syndrome Prediction in Colombian Children and Young People. *Nutrients*. 2018; 10(4):412.
27. Cingöz G, Filibeli BE, DüNDAR BN, ÇATLI G. Can Triponderal Mass Index be a New Indicator in the Predicting Cardiometabolic Risk in Obese Adolescents? In: 57th Annual ESPE; 2018: European Society for Paediatric Endocrinology; 2018.
28. Wang X, Dong B, Ma J, Song Y, Zou Z, Arnold L. Role of tri-ponderal mass index in cardio-metabolic risk assessment in children and adolescents: compared with body mass index. *Int J Obes* 2020; 44(4):886-894.
29. Duffau T, Tamaño muestral en estudios biomédicos. *Revista chilena de pediatría* 1999; 70(4): 314-324.
30. Klünder-Klünder M, Flores-Huerta S. Waist circumference values according to height percentiles: a proposal to evaluate abdominal obesity in Mexican children and adolescents between 6 and 16 years of age. *Arch Med Res* 2011; 42:515-522
31. García-Cuartero B, García Lacalle C, Jiménez Lobo C. The HOMA and QUICKI indexes, and insulin and C-peptide levels in healthy children. Cut off points to identify metabolic syndrome in healthy children. *An Pediatr* 2007; 66:481-490
32. The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics* 2004; 114:555-576

33. Hanley, J. A., B. J. McNeil. A method of comparing the areas under receiver operating characteristic curves derived from the same cases. *Radiology* 1983; 148: 839–843.
34. Ávila- Curiel A, Juárez-Martínez L, Del Monte-Vega M, Ávila Arcos MA, Galindo-Gómez C, Ambrocio-Hernández R. Estado de Nutrición en Población Escolar Mexicana que Cursa el Nivel de Primaria. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, Ciudad de México, México 2016.
35. Pieruzzi, F., Antolini, L., Salerno, F. R., Giussani, M., Brambilla, P., Galbiati, S., Genovesi, S. The role of blood pressure, body weight and fat distribution on left ventricular mass, diastolic function and cardiac geometry in children. *Journal of Hypertension* 2015; 33(6):1182–1192
36. The, N. S., Suchindran, C., North, K. E., Popkin, B. M., & Gordon-Larsen, P. Association of Adolescent Obesity With Risk of Severe Obesity in Adulthood. *JAMA* 2010; 304(18).
37. Lakshman, R., Elks, C. E., & Ong, K. K. Childhood Obesity. *Circulation* 2012; 126(14):1770–1779.
38. Stefan, Norbert, et al. Metabolically healthy obesity: epidemiology, mechanisms, and clinical implications. *The lancet Diabetes & endocrinology* 1.2 2013; 152-162.
39. Ávila-Curiel, Abelardo et al. Síndrome metabólico en niños de 6 a 12 años con obesidad, en escuelas públicas de siete municipios del Estado de México. *Salud Pública de México* 2018; 60(4):395-403.
40. Peña-Espinoza, B. I., de los Ángeles Granados-Silvestre, M., Sánchez-Pozos, K., Ortiz-López, M. G., & Menjivar, M. Síndrome metabólico en niños mexicanos: poca efectividad de las definiciones diagnósticas. *Endocrinología, Diabetes y Nutrición* 2017; 64(7):369-376.
41. Castillo, E. H., Borges, G., Talavera, J. O., Orozco, R., Vargas-Alemán, C., Huitrón-Bravo, G., Salmerón, J. Body mass index and the prevalence of metabolic syndrome among children and adolescents in two Mexican populations. *Journal of Adolescent Health* 2007; 40(6):521-526.
42. Romero-Velarde, E., Aguirre-Salas, L. M., Álvarez-Román, Y. A., Vásquez-Garibay, E. M., Casillas-Toral, E., & Fonseca-Reyes, S. Prevalencia de síndrome metabólico y factores asociados en niños y adolescentes con obesidad. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social* 2016; 54(5):568-575.
43. Cardoso-Saldaña, Guillermo C., Yamamoto-Kimura, Liria, Medina-Urrutia, Aída, Posadas-Sánchez, Rosalinda, Caracas-Portilla, Nacú A., & Posadas-Romero, Carlos. Exceso de peso y síndrome metabólico en adolescentes de la Ciudad de México. *Archivos de cardiología de México* 2010; 80(1):12-18.
44. Lee S, Bacha F, Arslanian SA. Waist circumference, blood pressure, and lipid components of the metabolic syndrome. *J Pediatr.* 2006; 149(6):809-816.
45. López-González D, Miranda-Lora A, Klünder-Klünder M, et al. Diagnostic performance of waist circumference measurements for predicting cardiometabolic risk in mexican children. *Endocr Pract.* 2016; 22(10):1170-1176.

46. Buchan DS, Boddy LM, Grace FM, et al. Utility of three anthropometric indices in assessing the cardiometabolic risk profile in children. *Am J Hum Biol.* 2017; 29(3):1-10.
47. Jiang, Y., Dou, Y., Xiong, F., Zhang, L., Zhu, G., Wu, T., Zhang, Y., & Yan, W. Waist-to-height ratio remains an accurate and practical way of identifying cardiometabolic risks in children and adolescents. *Acta Paediatrica.* 2018; 107:1629–1634.
48. Zhu, S., Wang, Z., Heshka, S., Heo, M., Faith, M. S., & Heymsfield, S. B. Waist circumference and obesity-associated risk factors among whites in the third National Health and Nutrition Examination Survey: clinical action thresholds. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2002; 76(4):743–743.
49. Kassi E, Pervanidou P, Kaltsas G, Chrousos G. Metabolic syndrome: definitions and controversies. *BMC Med.* 2011; 9:48
50. Magge, S. N., Goodman, E., & Armstrong, S. C. The Metabolic Syndrome in Children and Adolescents: Shifting the Focus to Cardiometabolic Risk Factor Clustering. *Pediatrics* 2017; 140(2):e20171603.
51. Buchan DS, McLellan G, Donnelly S, Arthur R. Diagnostic performance of Body Mass Index, Waist Circumference and the Waist-to-Height Ratio for identifying cardiometabolic risk in Scottish pre-adolescents. *Ann Hum Biol.* 2017; 44(4):297-302.
52. Buchan DS, Baker JS. Utility of Body Mass Index, Waist-to-Height-Ratio and cardiorespiratory fitness thresholds for identifying cardiometabolic risk in 10.4-17.6-year-old children. *Obes Res Clin Pract.* 2017; 11(5):567-575.
53. Carneiro, I. B. P., Sampaio, H. A. D. C., Carioca, A. A. F., Pinto, F. J. M., & Damasceno, N. R. T. Antigos e novos indicadores antropométricos como preditores de resistência à insulina em adolescentes. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2014; 58(8):838-43.
54. Sardinha LB, Santos DA, Silva AM, Grøntved A, Andersen LB, Ekelund U. A Comparison between BMI, Waist Circumference, and Waist-To-Height Ratio for Identifying Cardio-Metabolic Risk in Children and Adolescents. *PLoS One.* 2016; 11(2):e0149351.
55. Quadros TM, Gordia AP, Mota J, Silva LR. Utility of body mass index, waist circumference and waist-to-height ratio as screening tools for hyperglycemia in young people. *Arch Endocrinol Metab.* 2016; 60(6):526-531.
56. Fowokan AO, Punthakee Z, Waddell C, et al. Adiposity measures and their validity in estimating risk of hypertension in South Asian children: a cross-sectional study. *BMJ Open.* 2019; 9(2):e024087.
57. Chung IH, Park S, Park MJ, Yoo EG. Waist-to-Height Ratio as an Index for Cardiometabolic Risk in Adolescents: Results from the 1998-2008 KNHANES. *Yonsei Med J.* 2016; 57(3):658-663.
58. Christofaro, D. G. D., Farah, B. Q., Vanderlei, L. C. M., Delfino, L. D., Tebar, W. R., Barros, M. V. G. de, & Ritti-Dias, R. M. Analysis of different anthropometric indicators in the detection of high blood pressure in school adolescents: a cross-sectional study with 8295 adolescents. *Brazilian Journal of Physical Therapy* 2018; 22(1):49–54.

59. Liang JJ, Chen YJ, Jin Y, et al. Comparison of adiposity measures in the identification of children with elevated blood pressure in Guangzhou, China. *J Hum Hypertens*. 2015; 29(12):732-736.
60. Quadros, T. M. B. D., Gordia, A. P., Andaki, A. C. R., Mendes, E. L., Mota, J., & Silva, L. R. High blood pressure screening in children and adolescents from Amargosa, Bahia: usefulness of anthropometric indices of obesity. *Revista Brasileira de Epidemiologia*. 2019; 22:e190017.
61. Aristizabal JC, Estrada-Restrepo A, Barona J. Waist-to-height ratio may be an alternative tool to the body mass index for identifying Colombian adolescents with cardiometabolic risk factors. *Nutr Hosp*. 2019; 36(1):96-102.