

Composición corporal por impedancia bioeléctrica en niños y adolescentes: prevalencia de sobrepeso-obesidad en población rural y urbana mexicana

Body composition by bioelectrical impedance in children and adolescents: prevalence of overweight–obesity in rural and urban Mexican populations

Ricardo San Luis-Méndez¹, José Daniel Llanas-Rodríguez¹, Robert L. Hamilton¹, Iveth De La Rosa-Alonso², José Hugo Yépez-Álvarez¹, José R. Lara-Ramos³, Judith Cornejo-Barrera²

¹ Servicio de Endocrinología Pediátrica. Hospital Infantil de Tamaulipas. Ciudad Victoria, Tamaulipas (México)

² División de Investigación, Calidad y Planeación. Hospital Infantil de Tamaulipas. Ciudad Victoria, Tamaulipas (México)

³ Laboratorio clínico. Hospital Infantil de Tamaulipas. Ciudad Victoria, Tamaulipas (México)

Resumen

Introducción. Actualmente, la obesidad en la población pediátrica es el factor de riesgo cardiovascular más frecuente. Representa un grave problema de salud pública, ya que desde esta etapa se asocia con diabetes, hipertensión y otros factores de riesgo cardiovasculares. Hasta ahora, el índice de masa corporal (IMC) es el parámetro estándar para clasificar la obesidad infantil. Otro método utilizado es medir el porcentaje de masa grasa, que es una herramienta más precisa y clínicamente útil.

Objetivo. Comparar la prevalencia de sobrepeso, obesidad y obesidad grave por impedancia bioeléctrica en participantes de 6 a 15 años de población rural y urbana.

Material y método. Es un estudio transversal comparativo. Seleccionamos aleatoriamente a 615 estudiantes de nivel de primaria y secundaria de Tamaulipas y San Luis Potosí, México. Se midió la talla en centímetros, el perímetro de la cintura en centíme-

tros, el peso en kilogramos y la determinación de la composición corporal (masa grasa en kilogramos y porcentaje, y masa magra en kilogramos) por impedancia bioeléctrica (TANITA DC-430U). Se exploró la presencia de acantosis. Se realizó un análisis estadístico con la prueba de *t* para la diferencia de medias, y la de chi cuadrado y correlación de Pearson.

Resultados. Edad promedio: 10,6 ± 2,6 años; femeninos: 53%; masculinos: 47%. En el 27% de la muestra se encontró acantosis *nigricans*. El 20% de los individuos presentó un percentil de cintura ≥ 90. La prevalencia de sobrepeso-obesidad por percentil del IMC fue del 43,9%, y de obesidad grave, del 8,9%. Encontramos diferencias significativas en la prevalencia de obesidad por estado: Tamaulipas (15%) y San Luis Potosí (22,6%) ($p = 0,019$); y por población urbana y rural: sobrepeso del 17,8%/13,5%, obesidad del 25,3%/12,5%, obesidad grave del 8,7%/9,1%, respectivamente. La distribución del estado nutricional clasificado mediante percentil del IMC mostró diferencia entre la población urbana y la rural ($p = 0$). Se encontró una correlación del 0,81 entre el porcentaje de IMC de los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades con el porcentaje de grasa corporal por impedancia bioeléctrica.

Conclusiones. La prevalencia de obesidad según el percentil del IMC y grasa corporal fue mayor a la notificada por la Encuesta Nacional de Salud y Nu-

Correspondencia:

Judith Cornejo-Barrera
División de Investigación, Calidad y Planeación, Hospital Infantil de Tamaulipas, Calzada General Luis Caballero y Av. del Maestro S/N, Ciudad Victoria Tamaulipas, México CP 87060
E-mail: jcornejob2@gmail.com

trición 2020-2022. La población urbana de ambos estados tiene mayor porcentaje de masa grasa. La obesidad grave por percentil del IMC fue mayor en la población rural. Comprobamos una fuerte correlación del percentil del IMC con el porcentaje de grasa corporal por impedancia, y ambos tienen la misma utilidad para clasificar el sobrepeso y la obesidad en la población pediátrica estudiada.

Palabras clave: impedancia bioeléctrica, sobrepeso infantil, obesidad infantil, composición corporal.

Abstract

Introduction. Currently, obesity in the pediatric population is the most common cardiovascular risk factor. It represents a serious public health problem, since from this stage it is associated with diabetes, hypertension and other cardiovascular risk factors. Until now, BMI has been the standard parameter to classify childhood obesity. Another method used is to measure the percentage of fat mass, which is a more accurate and clinically useful tool.

Aim. To compare the prevalence of overweight, obesity and severe obesity by bioelectrical impedance in participants aged 6 to 15 years from rural and urban populations.

Material and method. Comparative cross-sectional study. We randomly selected 615 students in primary and secondary education from Tamaulipas and San Luis Potosí, Mexico. Height in cm, waist circumference in cm, weight in kg, and determination of body composition (fat mass in kg and percentage, lean mass in kg) were measured by bioelectrical impedance (TANITA DC-430U). The presence of acanthosis was explored. Statistical analyses were performed with T test for difference of means and Chi square and Pearson correlation.

Results. Average age 10.6 ± 2.6 years, female 53%, male 47%. Acanthosis nigricans was found in 27% of the sample. Furthermore, 20% of individuals had a waist percentile ≥ 90 . The prevalence of overweight-obesity by BMI percentile was 43.9% and severe obesity 8.9%. We found significant differences in the prevalence of obesity by state: Tamaulipas 15% and San Luis Potosí 22.6% ($p=0.019$). By urban and rural populations: overweight 17.8%/13.5%, obesity 25.3%/12.5%, severe obesity 8.7%/9.1%, respectively. The distribution of nutritional status classified by BMI percentile showed a difference between urban and rural populations ($p=0.000$). A correlation of 0.81 was found between the CDC BMI percentage with the body fat percentage by bioelectrical impedance.

Conclusions. The prevalence of obesity according to the BMI and body fat percentile was higher than that reported by ENSANUT 2020-2022. The urban population of both states has a higher percentage of fat mass. Severe obesity by BMI percentile was higher in the rural population. We verified a strong correlation of the BMI percentile with the percentage of body fat by impedance and both are equally useful for classifying overweight and obesity in the pediatric population studied.

Key words: Bioelectrical impedance analysis, Childhood overweight, Childhood obesity, Body composition.

Introducción

En México, de acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2022⁽¹⁾, la prevalencia de sobrepeso y obesidad ha aumentado significativamente en las últimas décadas, más en adolescentes mujeres en comparación con los hombres. Esto representa un incremento en el riesgo cardiometabólico que se inicia desde la etapa pediátrica y continúa en la adultez.

Muchos estudios longitudinales lo demuestran, entre ellos el de Bogalusa, en el que se dio seguimiento a niños de 5 a 14 años hasta una edad media de 27 años. Se demostró que el 84% de los niños con índice de masa corporal (IMC) entre el percentil 95 y el 99 continuaban con obesidad en la edad adulta, y el 100% de todos los niños con IMC mayor que el percentil 99 eran obesos en la edad adulta⁽²⁾. La identificación temprana de este factor de riesgo cardiovascular en etapas tempranas es de importancia, ya que está asociado a un alto riesgo de desarrollo de enfermedad cardiometabólica⁽³⁻⁵⁾.

En los últimos años, esta tendencia continúa al alza. De 2018 a 2022 se observó un incremento de obesidad en escolares y adolescentes mexicanos del 1,5% para ambos sexos. Entre 2020 y 2022, la prevalencia nacional combinada de sobrepeso y obesidad en edad pediátrica fue del 39,2%, con un aumento del 2,3% desde 2018. El sobrepeso fue más alto en las niñas (21,4%) y el medio urbano (19,9%) con respecto a los niños y el medio rural (17%). La obesidad fue más prevalente en los varones escolares y adolescentes del medio urbano (19,1% y 18%). El porcentaje de niños escolares con obesidad fue 8,8 puntos mayor con respecto a las niñas (13,6%)⁽¹⁾. Esto representa la séptima causa de enfermedad por grupo de edad en México⁽⁶⁾. Estas cifras son una carga significativa para el sector salud mexicano, porque impactan negativamente en la morbilidad, la mortalidad y la economía del país⁽⁷⁾.

La obesidad es una enfermedad sistémica, multiorigénica, metabólica e inflamatoria crónica, fenotípicamente expresada por una acumulación excesiva de masa grasa corporal. La forma más práctica de evaluar el grado de exceso de peso es IMC, el cual tiene una alta especificidad, pero baja sensibilidad en la detección de la obesidad, lo que lo convierte en una medida imprecisa que no distingue el aumento de peso en forma de grasa, tejido magro o hueso, y puede ocasionar una clasificación errónea, ya que un incremento moderado del IMC no indica necesariamente un exceso de adiposidad, lo cual es una desventaja⁽⁸⁾. En niños y adolescentes, la interpretación es según el percentil para la edad y el sexo. De acuerdo con los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC) y las recomendaciones de la Academia Americana de Pediatría de 2023, se categoriza, como peso normal, el IMC entre el percentil 5 y <85 para la edad y el sexo; como sobrepeso, el IMC igual o superior al percentil 85 y por debajo del percentil 95 (o una puntuación Z del IMC entre +1 y ≤ 2 desviaciones estándar); y como obesidad, el IMC igual o superior al percentil 95 (puntuación Z del IMC para la edad > 2 desviaciones estándar). La obesidad grave incluye a la obesidad de clase 2 ($\geq 120\%$ a $< 140\%$ del percentil 95) y la obesidad de clase 3 ($\geq 140\%$ del percentil 95)⁽⁹⁾. Esto corresponde aproximadamente al 99-ésimo percentil o puntuación Z del IMC $\geq 2,33$ desviaciones estándar.

La estimación del porcentaje de grasa corporal por impedancia bioeléctrica es necesaria en la evaluación directa de la adiposidad en pacientes con sobrepeso-obesidad. Éste es un método no invasivo, con un alto coeficiente de correlación comparando sus resultados con otros métodos más complejos, como la imagen por resonancia magnética, la densitometría de energía dual, la pletismografía por desplazamiento de aire y el pesaje hidrostático⁽¹⁰⁾. Está basada en valores de resistencia de una corriente eléctrica alterna de amperaje muy bajo que viaja a través del agua corporal como elemento conductor (con fundamento en las constantes de hidratación de los tejidos), y la reactancia causada por la resistencia ofrecida por las membranas celulares, los tejidos de sostén y los tejidos no iónicos. La mayoría de los estudios ha utilizado equipos de monofrecuencia de 50 kHz, que es medida por el impedanciómetro teniendo en cuenta la conductancia diferencial y las características de impedancia. En esta frecuencia, el índice de impedancia es directamente proporcional al agua corporal total y como resultado se obtiene la masa libre de grasa^(11,12), y después, por derivación, la masa grasa, mediante la ecuación basada en dos componentes (masa libre de grasa en kilogramos = peso total en kilogramos – masa grasa en kilogramos)⁽¹³⁻¹⁵⁾.

En México son pocos los estudios en población pediátrica que utilicen la impedancia bioeléctrica como medio de clasificación del estado de nutrición. En una muestra de 260 niños prepuberales de etnia maya, se identificó una media de grasa corporal del $31,3\% \pm 6,3\%$, que fue mayor en las niñas (32,7%) comparado con los niños (29,9%), utilizando la impedancia bioeléctrica⁽¹⁶⁾. Estos resultados correlacionaron con valores elevados del IMC, la circunferencia de cintura y los pliegues cutáneos en el 37, el 32 y el 26% de los participantes, respectivamente. Otro estudio investigó la asociación de exceso de peso en pacientes pediátricos mexicanos con la acantosis *nigricans*, la cual se presentó con mayor frecuencia en el sexo femenino y con mayores cifras de tensión arterial⁽¹⁷⁾.

La acumulación de grasa corporal secundaria a una mala alimentación y falta de ejercicio físico diario se inicia en la infancia y contribuye al desarrollo de enfermedades cardiovasculares y metabólicas^(18,19). La obesidad es un problema de salud pública con intervenciones insuficientes y casi siempre tardías, a pesar de su alta prevalencia en pediatría, por lo cual resulta importante una valoración completa y seguimiento estrecho de estos pacientes con riesgo cardiometabólico.

Conocer la composición corporal nos ayudará a identificar al niño o adolescente con riesgo incrementado de enfermedades y complicaciones asociadas a la acumulación de grasa corporal de manera inadecuada y excesiva⁽²⁰⁾.

En nuestro país hay pocos estudios prospectivos que analicen el porcentaje de grasa corporal mediante impedancia bioeléctrica para clasificar el estado de nutrición en población pediátrica sana, por lo cual, el objetivo de esta investigación fue comparar la prevalencia de sobrepeso y obesidad, realizando una composición corporal por impedancia bioeléctrica en niños y adolescentes de 6 a 15 años de edad de población rural y urbana del estado de Tamaulipas y San Luis Potosí, México.

Metodología

Es un estudio transversal comparativo en el cual participaron escuelas de nivel primaria y secundaria por muestreo no probabilístico por conveniencia. Se seleccionó a 615 estudiantes entre 6 y 15 años, por método probabilístico aleatorio sistemático, con una distribución homogénea del número de alumnos por grado de escolaridad, procedentes de área rural y urbana, definidas por las áreas geográficas básicas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, de Tamaulipas y San Luis Potosí, después de la autorización de las autoridades escolares y previo consentimiento informado debidamente firmado

por padres o tutores, en el período de mayo a junio de 2023^(21,22).

Los criterios de inclusión fueron: edad de 6 a 15 años, sexo femenino y masculino, y residentes en los estados de Tamaulipas y San Luis Potosí.

Los criterios de exclusión fueron: diagnóstico previo de diabetes, dislipidemia, enfermedad cardiovascular o enfermedad crónica (oncohematológicos), enfermedades autoinmunes, genéticas y congénitas (síndrome dismórfico), tratamiento alimentario o farmacológico por alteración metabólica, fracturas o amputación de las extremidades, implantes eléctricos (marcapasos) o implantes metálicos (excepto dentales).

Se obtuvo ficha de identificación, edad, sexo, fecha de nacimiento y antecedentes personales. Las mediciones antropométricas las realizó personal capacitado y con técnicas estandarizadas internacionalmente (talla y perímetro de cintura), composición corporal (peso, IMC, masa grasa en kilogramos y porcentaje, masa magra en kilogramos) con un analizador TANITA DC-430U (electrodos pie-pie), con el paciente en bipedestación sin calzado y retirando elementos metálicos, en ayunas o tras cuatro horas de ayuno y con la vejiga vacía, sin realizar ejercicio físico en las últimas ocho horas, siguiendo las instrucciones del fabricante.

Se realizó exploración física en busca de zonas de acantosis *nigricans* en el cuello y las axilas, considerando como positiva su presencia en cualquier zona del cuerpo e independientemente del grado. Este estudio se realizó en estudiantes sanos, en escuelas públicas, por lo cual no se llevó a cabo una exploración física completa con valoración del estadio puberal.

Aspectos éticos

Esta investigación fue evaluada y aprobada por los comités de investigación y de ética en investigación del Hospital Infantil de Tamaulipas, con apego a los principios éticos para las investigaciones médicas. Representa un riesgo mínimo para el estado de salud del participante.

Análisis estadístico

Los datos se tabularon en una base electrónica en Excel (Microsoft Office). Los datos se analizaron en STATA 11.0. Se realizó una estadística descriptiva de las variables cualitativas y cuantitativas, medidas de frecuencia en las variables cualitativas, y de tendencia central y dispersión en las cuantitativas. Además, se realizó la prueba de *t* y de chi cuadrado de Pearson entre el IMC con el porcentaje de masa grasa obtenido por impedancia bioeléctrica.

Se utilizó un nivel de significancia de $p < 0,05$. Los resultados se presentan en tablas y figuras.

Resultados

Se evaluó a un total de 615 participantes, de los cuales el 53% fueron del sexo femenino ($n = 333$) y el 47% del sexo masculino ($n = 282$). El promedio de edad fue de $10,6 \pm 2,6$ (rango: 6-15 años). En la [tabla I](#) se observa la distribución por estado, área de residencia y tipo de escolaridad. El 48% de los participantes pertenecía al área rural, y el 52%, al área urbana. El mayor número de participantes fue de escolaridad primaria (66%), y el resto (34%), de secundaria, debido a la metodología utilizada.

De acuerdo con los percentiles de IMC de los CDC, el 56% corresponde a peso normal ($n = 345$), la prevalencia de sobrepeso fue del 16% ($n = 97$), la obesidad, del 19% ($n = 118$), y la obesidad grave, del 9% ($n = 55$), como se muestra en la [figura](#).

Tabla I. Distribución de la población por estado, área de residencia y escolaridad.

	TAMAULIPAS <i>n</i> = 280 (46%)		SAN LUIS POTOSÍ <i>n</i> = 335 (54%)		Total
	Urbana	Rural	Urbana	Rural	
Primaria	95 (63,3%)	97 (74,6%)	113 (66,5%)	101 (61,2%)	406 (66%)
Secundaria	55 (36,7%)	33 (25,4%)	57 (33,5%)	64 (38,8%)	209 (34%)
Total	150	130	170	165	615

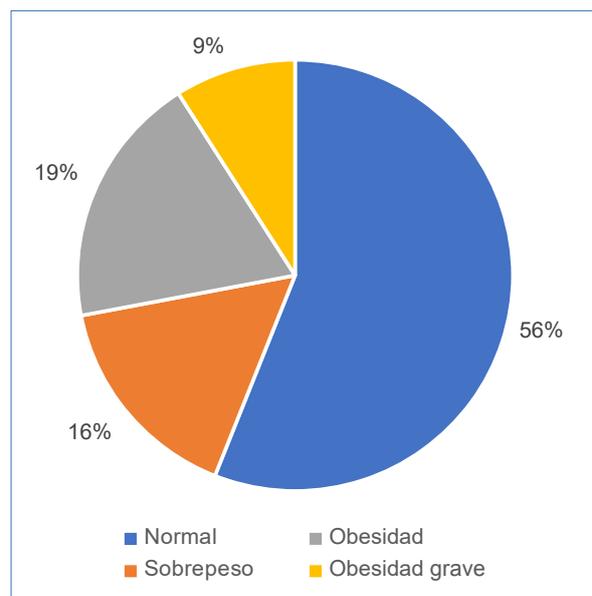


Figura. Distribución de la población total según el percentil de índice de masa corporal.

En población urbana, la media del IMC fue de $21,4 \pm 5,4$ y la media de percentil de IMC fue del 70%. En población rural, la media fue de $19,7 \pm 4,8$ y del 60%, respectivamente.

En la **tabla II** se muestra la clasificación de la población usando el percentil de IMC. Encontramos que la proporción de sobrepeso y obesidad fue mayor en los participantes del área urbana (17,8%, $n = 57$; y 34%, $n = 109$), respectivamente, comparado con los participantes del área rural donde el promedio de sobrepeso fue del 13,5% ($n = 40$), y el de obesidad, del 21,6% ($n = 64$).

De estos resultados, es importante señalar que la prevalencia de obesidad grave fue del 9% en toda la población estudiada, sin encontrar una diferencia significativa entre el área rural (9,1%) y el área urbana (8,7%).

La prueba de chi cuadrado mostró que hay diferencia en la distribución del estado nutricional clasificado según el percentil de IMC entre población urbana y rural ($p = 0$). Destaca que la población urbana mantiene mayor percentil de IMC a expensas de individuos con sobrepeso-obesidad, y la población rural, mayor número de individuos con percentil de IMC categorizado como normal (**Tabla II**).

Al analizar la composición corporal por impedancia bioeléctrica, encontramos que el promedio de masa magra en kilogramos fue similar en el área urbana de ambos estados, Tamaulipas ($33,8 \text{ kg} \pm 11,9$) y San Luis Potosí ($33,9 \text{ kg} \pm 10,5$). La media de porcentaje de masa grasa en Tamaulipas fue del $23,9\% \pm 9,1$, y en San Luis Potosí, del $24,5\% \pm 10$. La prueba de t mostró que existe un mayor porcentaje de grasa corporal en la población urbana ($25,9\% \pm 10,1$), comparada con la rural ($22,5\% \pm 8,9$; $p = 0$), de ambos estados, como se muestra en la **tabla III**.

En el nivel educativo de primaria (estudiantes de 6 a 12 años) se encontró un promedio de masa magra en el sexo femenino ($26,7 \text{ kg} \pm 7,1$) y en el masculino ($28,4 \text{ kg} \pm 8$). El porcentaje de masa grasa fue mayor en las niñas ($25,2\% \pm 8,6$) que en los niños ($24\% \pm 10,2$).

En el nivel educativo de secundaria (estudiantes de 13 a 15 años) encontramos una menor masa magra en las mujeres ($34,4 \text{ kg} \pm 5,8$) que en los hombres ($47,4 \text{ kg} \pm 10,4$). En cuanto al porcentaje de masa grasa, éste fue mayor en las adolescentes de sexo femenino ($28,5\% \pm 8,5$) que en los de sexo masculino ($18,4\% \pm 9,2$).

En la población estudiada, el porcentaje de grasa corporal fue mayor en las mujeres ($26,2\% \pm 8,6$) que en los hombres ($21,9\% \pm 10,2$).

En la **tabla IV** se observa la distribución del estado nutricional categorizado por porcentaje de masa grasa corporal. Encontramos un 65% de participantes con masa grasa en el rango normal en el área rural, comparado con una menor proporción en el área urbana (49%). De toda la muestra, el 14% pre-

Tabla II. Distribución de la población según el percentil de índice de masa corporal y área de residencia.

	Normal	Sobrepeso	Obesidad	Obesidad grave	Total
	Área de residencia				
Rural	191 (64%)	40 (14%)	37 (13%)	27 (9%)	295 (48%)
Urbana ^a	154 (48%)	57 (18%)	81 (25%)	28 (9%)	320 (52%)
Total	345 (56%)	97 (16%)	118 (19%)	55 (9%)	615

^a $p = 0$.

Tabla III. Composición corporal por estado y área de residencia (valores promedio y desviación estándar).

	TAMAULIPAS		SAN LUIS POTOSÍ	
	Urbana ^a $n = 150$	Rural $n = 130$	Urbana ^a $n = 170$	Rural $n = 165$
Masa grasa (%)	$24,6 \pm 9,7$	$23,1 \pm 8,6$	$26,9 \pm 10,4$	$22,04 \pm 9,12$
Masa grasa (kg)	$11,9 \pm 7,97$	$9,97 \pm 7,9$	$14,1 \pm 9,8$	$10,7 \pm 7,7$
Masa magra (kg)	$33,8 \pm 11,9$	$29,2 \pm 10,8$	$33,9 \pm 10,5$	$33,8 \pm 10,8$

^a $p = 0$.

Tabla IV. Distribución de la población por categorías de porcentaje de grasa corporal.

	Normal	Sobrepeso	Obesidad	Total
	Sexo			
Hombres	160 (57%)	39 (14%)	83 (29%)	282
Mujeres	187 (56%)	48 (14%)	98 (30%)	333
Área de residencia				
Rural	194 (65%)	34 (12%)	67 (23%)	295
Urbana ^a	153 (49%)	53 (16%) ^a	114 (35%) ^a	320
Total	347 (57%)	87 (14%)	181 (29%)	615

^a $p = 0$.

Tabla V. Proporción de acantosis *nigricans* (AN) estratificada por porcentaje de grasa corporal.

	Normal	Sobrepeso	Obesidad	Total
AN presente	28 (17%)	21 (12%)	121 (71%)	170 (27%)
AN ausente	319 (72%)	66 (15%)	60 (13%)	445 (73%)

sentó masa grasa en el rango de sobrepeso tanto en mujeres como en hombres. Los resultados en la categoría de obesidad fueron similares para las mujeres (30%) y los hombres (29%). En la [tabla III](#) también se destaca la diferencia significativa en las categorías de sobrepeso y obesidad del área urbana comparada con el área rural ($p = 0$).

Al comparar la estratificación de peso normal, sobrepeso y obesidad, encontramos una correlación de 0,81 entre la categorización según el porcentaje de IMC de los CDC con el porcentaje de masa grasa corporal obtenido por impedancia bioeléctrica.

La presencia de acantosis *nigricans* se detectó en el 27% de los participantes (el 50% en residentes de área urbana y el 50% de área rural). En la [tabla V](#) se presenta la frecuencia de acantosis *nigricans* por porcentaje de masa grasa. Observamos que el 71% de los escolares y adolescentes con adiposidad en grado de obesidad presentaba acantosis.

Discusión

Esta investigación muestra una prevalencia global de sobrepeso y obesidad de acuerdo con el percentil de IMC del 43,9%, que es mayor que lo descrito por la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT), en la que la prevalencia nacional combinada de sobrepeso y obesidad fue del 39,2%⁽¹⁾. Cuando analizamos la adiposidad mediante impedancia bioeléctrica, el sobrepeso fue del 14% y la obesidad del 29,5% en esta muestra de 615 niños mexicanos, que es una menor prevalencia de sobrepeso y mayor de obesidad, respectivamente, a los datos mostrados por la ENSANUT 2022.

Encontramos un coeficiente de correlación de 0,81 entre el porcentaje de IMC de los CDC con el porcentaje de masa grasa al estratificar el estado nutricional en nuestro estudio. Esta correlación de masa grasa y masa libre de grasa en ambos sexos usando un impedanciómetro con electrodos pie a pie es un sistema comparable al de la impedancia bioeléctrica convencional y ha sido validado frente a la densitometría de energía dual en población pediátrica⁽²³⁾. Azcona et al (2006)⁽²⁴⁾ notificaron un coeficiente de correlación de 0,79 para el porcentaje de

masa grasa y de 0,96 para la masa libre de grasa, comparado con la impedancia bioeléctrica y la pletismografía por desplazamiento de aire como métodos de referencia. Datos similares fueron aportados por Aguirre et al (2014) (coeficiente de correlación de 0,75 en las mujeres y de 0,86 en los hombres para el porcentaje de masa grasa)⁽²⁵⁾. En estos estudios se utilizaron equipos y técnicas similares para realizar la impedancia bioeléctrica⁽¹¹⁾.

Múltiples estudios que utilizan impedancia bioeléctrica han mostrado alta reproducibilidad (coeficiente de correlación: 0,95-0,99; Sant'anna et al [2009]⁽²⁶⁾ y Lohman et al [2013]). Esta correlación ha sido validada con estudios usando otros métodos, como la densitometría de energía dual, la pletismografía por desplazamiento de aire y la dilución de isótopos, en los cuales se han encontrado diferentes correlaciones (coeficiente de correlación: 0,59-0,88) entre diferentes métodos: Sant'anna et al (2009), Lohman et al (2013) y Talma et al (2013)⁽²⁷⁾. Estos resultados muestran fuertes correlaciones lineales entre la impedancia bioeléctrica y la densitometría de energía dual. Aunque la impedancia bioeléctrica no puede proporcionar exactamente los mismos valores que la densitometría de energía dual para algunos parámetros de composición corporal, el rendimiento es suficiente para el uso longitudinal dentro del seguimiento del paciente en el cual el balance entre masa grasa y masa libre de grasa debe monitorizarse.

Al igual que en otros estudios^(11,16), encontramos un mayor incremento del IMC en adolescentes de 13 a 15 años a expensas de la masa grasa. En este grupo etario, las hormonas sexuales inducen un aumento de músculo y tejido magro en los hombres en comparación con la mayor ganancia de masa grasa en las mujeres. Nuestro estudio demostró que el porcentaje de masa grasa corporal fue mayor en las mujeres de 13 a 15 años (28,5% \pm 8,5) que en los hombres (18,4% \pm 9,2). Este patrón de aumento de grasa corporal teniendo en cuenta el crecimiento y el desarrollo de prepúberes a adolescentes fue mayor a lo descrito por McCarthy et al⁽¹²⁾, en cuyo estudio el promedio entre adolescentes femeninas fue del 24,6% y en adolescentes masculinos del 15,4%. Ohara et al (2023) notificaron, en estudiantes japoneses de 10 a 14 años, una media de porcentaje de masa grasa del 16% \pm 8,3% en niños y del 21,4% \pm 5,9% en niñas⁽²³⁾, lo cual es menor a lo encontrado en este trabajo de investigación. En cuanto a la masa magra medida por impedancia bioeléctrica, nosotros encontramos un mayor promedio en estudiantes de sexo masculino de 13 a 15 años (47,4 kg \pm 10,4) comparado con mujeres (34,4 kg \pm 5,8).

Encontramos diferencias significativas en la prevalencia de obesidad al comparar por estado de procedencia: Tamaulipas (15%) y San Luis Potosí (22,6%). Clasificada por percentil de IMC, esta ten-

dencia se mantiene al clasificar la obesidad por porcentaje de grasa corporal: el 32.5% en San Luis Potosí frente al 26% en Tamaulipas. Encontramos una media de porcentaje de grasa del $24,2\% \pm 9,6\%$ en toda la población estudiada. Este porcentaje fue mayor en San Luis Potosí ($24,5\% \pm 10\%$), aunque fue menor al porcentaje de grasa reportado por Azcorra et al (2021) en una muestra de niños y niñas de etnia maya, en la cual la media de porcentaje de masa grasa fue del $31,3\% \pm 6,3\%$ (el $29,9\% \pm 6,3\%$ en los hombres y el $32,7\% \pm 6\%$ en las mujeres), de los cuales hasta el 37% correlacionó con un alto IMC⁽¹⁶⁾.

En cuanto a la distribución de porcentaje de masa grasa, ésta fue mayor en la población urbana ($25,9\% \pm 10\%$) comparado con el medio rural ($22,5\% \pm 8,9\%$), con una diferencia significativa ($p = 0$), lo que concuerda con la distribución del estado nutricional clasificado según el percentil de IMC de los CDC entre población de área urbana y rural. Este mayor porcentaje de grasa corporal en el área urbana es a expensas de individuos con sobrepeso-obesidad y una menor proporción de individuos con peso normal comparado con el área rural.

La prevalencia de sobrepeso según el porcentaje de masa grasa por impedancia bioeléctrica fue menor, tanto en el área rural como en el área urbana, que la notificada por la ENSANUT, en la cual la prevalencia en el área rural fue del 19,7%, y en la urbana, del 22,1%.

Los resultados de la prevalencia de obesidad estratificada por grasa corporal que encontramos (el 23% en el área rural y el 35% en el área urbana) en esta muestra de estudiantes de 6 a 15 años difieren de lo identificado por la ENSANUT, en la cual la prevalencia en el área urbana fue del 18,5% frente al 14,8% en el área rural entre 2020 y 2022 en México⁽¹⁾.

La frecuencia de acantosis *nigricans* fue del 27,6% en la población estudiada, del cual el 4,5% presentaba peso normal. Se identificó un incremento al estratificarla por porcentaje de grasa: en el 12% en niños con sobrepeso y en el 71% de los participantes con obesidad. Esto fue similar a lo encontrado en una muestra de escolares del sureste de México, en la cual la prevalencia global de acantosis *nigricans* fue del 1% en el peso normal y del 27% en los niños con percentil de IMC mayor del 85%, que correlacionaban con aumento en la tensión arterial y la circunferencia de la cintura⁽¹⁷⁾.

Se comprobó la correlación y la utilidad clínica entre el percentil de IMC de los CDC y el porcentaje de masa grasa obtenido por impedancia bioeléctrica para clasificar a prepúberes y adolescentes con sobrepeso-obesidad. Ésta es una herramienta que

se debe usar en la práctica clínica diaria para disminuir la prevalencia de este factor de riesgo cardiometabólico desde la edad pediátrica, y mejorar el manejo del sobrepeso y la obesidad en adultos jóvenes, que, como sabemos, se inician con un aumento sustancial de la adiposidad desde la niñez y que confirmamos mediante el análisis de la masa grasa por impedancia bioeléctrica en esta muestra de niños y adolescentes mexicanos, por lo cual se sugiere su uso de manera estandarizada en el seguimiento de pacientes pediátricos.

Conclusiones

En nuestro estudio, la prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad en estudiantes mexicanos de 6 a 15 años fue mayor a la notificada por la ENSANUT 2020-2022. Encontramos que el porcentaje de masa grasa corporal fue mayor en la población urbana y en estudiantes de sexo femenino de nivel de secundaria, y se comprobó una fuerte correlación del percentil de IMC de los CDC con el porcentaje de masa grasa obtenido por impedancia bioeléctrica. Ambos tienen la misma utilidad para clasificar al paciente pediátrico con sobrepeso y obesidad en la población estudiada.

Realizar la composición corporal mediante impedancia bioeléctrica es un método sencillo y accesible en nuestro medio, que ha sido validado en población pediátrica para medir la masa grasa y la masa libre de grasa, y se correlaciona con otros métodos de referencia en ambos sexos. Se puede utilizar para cuantificar el porcentaje de adiposidad y otros cambios en la composición corporal en el seguimiento del estado nutricional de un paciente, en el cual la masa grasa tiene implicaciones en la patogenia de enfermedades cardiometabólicas. La evaluación y el seguimiento más preciso en la disminución del exceso de peso corporal a expensas de la masa grasa desde edades tempranas de la vida ayudan a disminuir el impacto de este factor de riesgo cardiovascular en la prevalencia de complicaciones en la etapa adulta, con una consecuente mejora en la calidad de vida, así como la reducción del gasto público para enfermedades cardiometabólicas crónicas.

No se encontraron publicaciones que hicieran la correlación entre el porcentaje de IMC y el porcentaje de masa grasa en población pediátrica sana de áreas rurales y urbanas de México.

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses potenciales.

©Sociedad Española de Endocrinología Pediátrica (<https://www.seep.es>). Publicado por Pulso ediciones, S.L. (<https://www.pulso.com>).

Artículo Open Access bajo licencia CCBY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Referencias bibliográficas

1. Shamah-Levy T, Gaona-Pineda EB, Cuevas-Nasu L, Morales-Ruan C, Valenzuela-Bravo DG, Méndez-Gómez Humarán I, et al. Prevalencias de sobrepeso y obesidad en población escolar y adolescente de México. *Ensanut Continua 2020-2022. Salud Publica Mex* 2023; 65 (Supl 1): S218-24.
2. Expert Panel on Integrated Guidelines for Cardiovascular Health and Risk Reduction in Children and Adolescents; National Heart, Lung, and Blood Institute. Expert panel on integrated guidelines for cardiovascular health and risk reduction in children and adolescents: summary report. *Pediatrics*. 2011; 128 (Suppl 5): S213-56.
3. Freedman DS, Kahn HS, Mei Z, Grummer-Strawn LM, Dietz WH, Srinivasan SR, et al. Relation of body mass index and waist-to-height ratio to cardiovascular disease risk factors in children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Am J Clin Nutr* 2007; 86: 33-40.
4. Fernández JR, Redden DT, Pietrobelli A, Allison DB. Waist circumference percentiles in nationally representative samples of African-American, European-American, and Mexican-American children and adolescents. *J Pediatr* 2004; 145: 439-44.
5. Khoury M, Manlhiot C, Mccrindle Bw. Role of the waist/height ratio in the cardiometabolic risk assessment of children classified by body mass index. *J Am Coll Cardiol* 2013; 62: 742-51.
6. Anuario de Morbilidad de la Dirección General de Epidemiología 2022. Distribución de casos nuevos de enfermedad por grupos de edad en población general de México. URL: https://epidemiologia.salud.gob.mx/anuario/2022/morbilidad/nacional/distribucion_casos_nuevos_enfermedad_grupo_edad.pdf. Fecha última consulta: 12 de octubre de 2023.
7. Rivera Dommarco JA, Colchero MA, Fuentes ML, González de Cosío Martínez T, Aguilar Salinas CA, Hernández Licona G, et al. La obesidad en México. Estado de la política pública y recomendaciones para su prevención y control. Cuernavaca: Instituto Nacional de Salud Pública; 2018. Fecha última consulta: 12 de octubre de 2023.
8. Freedman DS, Dietz WH, Srinivasan SR, Berenson GS. Risk factors and adult body mass index among overweight children: the Bogalusa Heart Study. *Pediatrics* 2009; 123: 750-7.
9. Hampl SE, Hassink SG, Skinner AC, Armstrong SC, Barlow SE, Bolling CF, et al. Clinical practice guideline for the evaluation and treatment of children and adolescents with obesity. *Pediatrics* 2023; 151: e2022060640.
10. Lopez-Gonzalez D, Wells JCK, Parra-Carriedo A, Bilbao G, Mendez M, Clark P. Body composition assessment in mexican children and adolescents. Part 1: comparisons between skinfold-thickness, dual x-ray absorptiometry, air-displacement plethysmography, deuterium oxide dilution, and magnetic resonance imaging with the 4-C model. *Nutrients* 2022; 14(5): 1073.
11. Chula de Castro JA, Lima TR, Silva DAS. Body composition estimation in children and adolescents by bioelectrical impedance analysis: a systematic review. *J Bodyw Mov Ther* 2018; 22: 134-46.
12. McCarthy HD, Cole TJ, Fry T, Jebb SA, Prentice AM. Body fat reference curves for children. *Int J Obes (Lond)* 2006; 30: 598-602.
13. Alvero-Cruz JR, Correas Gómez L, Ronconi M, Fernández Vázquez R, Porta i Manzanido J. La bioimpedancia eléctrica como método de estimación de la composición corporal: normas prácticas de utilización. *Rev Andal Med Deporte* 2011; 4: 167-74.
14. Lohman TG, Hingle M, Going SB. Body composition in children. *Pediatr Exerc Sci* 2013; 25: 573-90.
15. Gallagher D, Heymsfield SB, Heo M, Jebb SA, Murgatroyd PR, Sakamoto Y. Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *Am J Clin Nutr* 2000; 72: 694-701.
16. Azcorra H, Varela-Silva MI, Dickinson F. Birth weight and body composition in 6-to-8 years old Maya children. *Am J Hum Biol* 2021; 33(6): e23542.
17. Novelo Pérez JP, Aguilar Vargas E, Laviada Molina HA, Cobá Canto Y, Janssen Aguilar R, Méndez Domínguez NI. Frecuencia de acantosis en

- asociación a los valores antropométricos y cifras tensionales en una muestra de escolares del sureste de México. *Rev Esp Endocrinol Pediatr* 2019; 10: 33-40.
18. Kotsis V, Jordan J, Micic D, Finer N, Leitner DR, Toplak H, et al. Obesity and cardiovascular risk: a call for action from the European Society of Hypertension Working Group of Obesity, Diabetes and the High-risk Patient and European Association for the Study of Obesity: part A: mechanisms of obesity induced hypertension, diabetes and dyslipidemia and practice guidelines for treatment. *J Hypertens* 2018; 36: 1427-40.
19. Reilly JJ, Kelly J. Long-term impact of overweight and obesity in childhood and adolescence on morbidity and premature mortality in adulthood: systematic review. *Int J Obes* 2011; 35: 891-8.
20. Fujita Y, Kouda K, Ohara K, Nakamura H, Nakama C, Nishiyama T, et al. Infant weight gain and DXA-measured adolescent adiposity: data from the Japan Kids Body-composition Study. *J Physiol Anthropol* 2021; 40: 10.
21. Instituto Nacional de Geografía y Estadística. Resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda. Aguascalientes: INEGI, 2021. URL: <https://www.inegi.org.mx/programascpv/2020/>. Fecha última consulta: 02.02.2021.
22. Romero-Martínez M, Barrientos-Gutiérrez T, Cuevas-Nasu L, Bautista-Arredondo S, Colchero A, Gaona-Pineda EB, et al. Metodología de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2020 sobre COVID-19. *Salud Publica Mex* 2021; 63: 444-51.
23. Ohara K, Nakamura H, Kouda K, Fujita Y, Mase T, Momoi K, et al. Similarities and discrepancies between commercially available bioelectrical impedance analysis system and dual-energy X-ray absorptiometry for body composition assessment in 10-14-year-old children. *Sci Rep* 2023; 13: 17420.
24. Azcona C, Köek N, Frühbeck G. Fat mass by air-displacement plethysmography and impedance in obese/non-obese children and adolescents. *Int J Pediatr Obes* 2006; 1: 176-82.
25. Aguirre CA, Salazar GD, Lopez de Romaña DV, Kain JA, Corvalán CL, Uauy RE. Evaluation of simple body composition methods: assessment of validity in prepubertal Chilean children. *Eur J Clin Nutr* 2015; 69: 269-73.
26. De Souza Sant'anna M, Priore S.E., Franceschini S.D.C.C. Methods of body composition evaluation in children. *Rev. Paul. Pediatr.* 2009;27 (3): 315-321.
27. Talma H, Chinapaw MJ, Bakker B, HiraSing RA, Terwee CB, Altenburg TM. Bioelectrical impedance analysis to estimate body composition in children and adolescents: a systematic review and evidence appraisal of validity, responsiveness, reliability and measurement error. *Obes Rev.* 2013; 14(11):895-905. doi: 10.1111/obr.12061.