

Correlación de bioimpedancia y antropometría simple en escolares de San Pablo del Monte, Tlaxcala

Correlation of bioimpedance and simple anthropometry in schoolchildren from San Pablo del Monte, Tlaxcala

Gustavo Gutiérrez Hernández*

Universidad Autónoma de Tlaxcala, México

nutricion83@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-0589-028X>

Recepción: 9 de octubre de 2023

Aprobación: 5 de marzo de 2024



Moïse Lindor

Universidad Autónoma de Tlaxcala, México

moiselindor76@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-6656-4306>

Alejandra Díaz Teoquiz

Universidad Autónoma de Tlaxcala, México

alejandra.uatx@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-0124-829X>

RESUMEN

Se evalúa la correlación de composición corporal por bioimpedancia y medidas de antropometría simple en 160 escolares de cuarto a sexto grado de primaria. Se encuentra una correlación positiva débil entre IMC y porcentaje de masa grasa total, con una r de Pearson de 0.216. El indicador cintura-talla muestra que del 89.19% de niños con muy alto porcentaje de MGT el 66.67 % se clasificó sin riesgo cardiometabólico. La baja correlación entre el IMC y la MGT destaca la limitación del IMC para la valoración de la CC en niños. Además, el ICT enfatiza la importancia de una valoración nutricional integral.

PALABRAS CLAVE: índice de masa corporal, bioimpedancia, obesidad infantil, composición corporal.

ABSTRACT

The present study evaluates the correlation of body composition through bioimpedance and simple anthropometric measurements in 160 elementary school students from fourth to sixth grade. A weak positive correlation was found between BMI and total body fat percentage, with a Pearson's r of 0.216. The waist-to-height ratio indicates that, of the 89.19% of children with a very high BFP, 66.67% were classified as having no cardiometabolic risk. The low correlation between BMI and BFP highlights the limitation of BMI for assessing BC in children. Additionally, WHR emphasizes the importance of a comprehensive nutritional assessment.

KEYWORDS: body mass index, bioimpedance, childhood obesity, body composition.

INTRODUCCIÓN

La obesidad en adultos se ha triplicado de 1975 a la fecha tanto que para 2016 la población mundial de 18 años y más pasó a una cifra de 1 900 millones de adultos con sobrepeso y 650 millones con obesidad. Asimismo, se ha incrementado casi cinco veces en la población infantil y adolescente (OMS, 2021). La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2020 reportó que, en México, el sobrepeso en niñas y niños de 5 a 11 años fue de 19.6% y 18.6%

*AUTOR PARA CORRESPONDENCIA

nutricion83@hotmail.com

respectivamente, con una prevalencia combinada del 38.2%. En comparación con los datos de 2018, con 37.9%, se observa una tendencia a la alza en el mismo rango de edad (Shamah *et al.*, 2020). En la región centro del país, que contempla los estados de Hidalgo, Tlaxcala y Veracruz, la prevalencia de sobrepeso y obesidad en el grupo de edad de 5 a 11 años fue más alta, con 26.8% y 24%, respectivamente (Shamah *et al.*, 2020).

Durante el confinamiento por COVID-19, en el mismo estudio, se presentó una disminución considerable en la actividad física e incremento del tiempo sentado o reclinado. En relación con la alimentación, se identificó que más del 85% de la población consumió bebidas con azúcar añadida y también que el consumo de alimentos no recomendados como botanas, dulces y postres es mayor al 50% en escolares y preescolares. En el caso de San Pablo del Monte, un municipio ubicado al sureste del estado de Tlaxcala, Argüelles *et al.* (2019) encontraron que el 25% de la población de 18 a 59 años tiene una dieta alta y muy alta en grasa y el 94% tiene un consumo deficiente en el consumo de fibra, vegetales y frutas.

El interés del estudio contempla la composición corporal (CC) como un componente fundamental en la evaluación del estado nutricional. Dentro de su análisis, se utiliza el modelo bicompartimental que divide al organismo: masa libre de grasa y masa grasa total (Hernández y Osuna, 2021). En la actualidad se cuentan con métodos para la medición directa del total de grasa corporal como la radioabsorciometría de doble energía (DEXA), la resonancia magnética nuclear (RMN) o la tomografía por computadora (TCA), que brindan porcentajes más precisos de este componente (Rolland *et al.*, 2012), aunque resultan poco prácticos para evaluar a sujetos en nivel poblacional debido a su alto costo, dificultades de carácter técnico y a que tienen cierto riesgo a pesar de utilizar bajas dosis de radiación.

En este contexto, datos antropométricos como el peso, la talla y circunferencias se utilizan con mayor frecuencia para evaluar el estado nutricional en diversos estudios de carácter nacional e internacional por su bajo costo, por ser menos invasivas y porque los resultados obtenidos son confiables. No obstante, dentro de sus limitantes, dichas mediciones no permiten obtener información más específica en comparación con otros métodos como la impedancia bioeléctrica (BIE).

Por este motivo, la obesidad infantil, al ser considerada un problema de salud pública mundial, debe identificarse mediante herramientas y métodos modernos como los mencionados con la finalidad de obtener datos confiables que contribuyan a conseguir diagnósticos de salud más específicos en el ámbito individual y colectivo para su abordaje y tratamiento. En este contexto, no se cuenta con información actualizada de la situación de obesidad infantil en el municipio de San Pablo del Monte, Tlaxcala y no se ha recurrido al uso de métodos para la valoración de la composición corporal como la BIE para su identificación.

De esta manera, el objetivo del estudio es determinar la correlación de resultados de bioimpedancia (BIE) y medidas antropométricas simples, como el índice de masa corporal (IMC) y el indicador cintura-talla (ICT), en escolares del municipio de San Pablo del Monte, Tlaxcala. Se plantea que existirá una correlación positiva significativa entre los indicadores de composición corporal obtenidos por BIE con los indicadores antropométricos simples o clásicos (IMC y ICT).

1. EVALUACIÓN NUTRICIONAL MEDIANTE INDICADORES ANTROPOMÉTRICOS SIMPLES O CLÁSICOS

La OMS define el IMC como:

Un indicador simple de la relación entre el peso y la talla que se utiliza frecuentemente para identificar el sobrepeso y obesidad en adultos. Se calcula dividiendo el peso de una persona en kilos por el cuadrado de la talla en metros (kg/m^2) (OMS, 2021).

Este indicador se usó por primera vez en la obra de Quetelet en 1835, considerando la utilidad en estadística aplicada a variables antropométricas y de comportamiento social (Quetelet, citado en Puche, 2005). Por consiguiente, Quetelet pudo usar estas dos variables debido a que el peso (P) y la estatura (E) debían ser constantes en

sujetos con composición corporal normal, es decir, si un sujeto creciera de forma proporcional en las tres dimensiones, P tendría que ser una función cubica de E (Caponi, 2013).

Sin embargo, en los primeros años de vida de un sujeto, el peso es considerablemente mayor que la estatura. Después de ese primer año y hasta la conclusión del desarrollo, el peso aumenta como el cuadrado de la estatura. Las investigaciones sobre la relación del contenido de grasa corporal y su determinación fueron resultado de momentos muy posteriores a la época de Quetelet, y el nombre del índice como Body Mass Index fue asignado en 1972 por Keys y colaboradores (Keys *et al.*, citado en Puche, 2005).

La OMS toma en cuenta una clasificación del IMC en menores de 5 a 19 años de acuerdo con el puntaje Z del IMC en lo que respecta a la edad y sexo. De este modo, para ese rango de edad, cuyo valor se encuentra con una desviación estándar (DE) de <-2.00 se interpreta como desnutrido agudo; de -2.00 a 0.99 DE clasifica un estado nutricional adecuado; de 1.00 a 1.99 DE se encuentra con sobrepeso y ≥ 2.00 DE refiere presencia de obesidad (OMS, 2021). Para mayores de 19 años, los puntos de corte propuestos por la OMS clasifican a un sujeto con sobrepeso con un $\text{IMC} \geq 25 \text{ kg/m}^2$ y obesidad con un valor $>30 \text{ kg/m}^2$ (OMS, 2021).

Si bien el IMC aporta información acerca de las poblaciones, de interés para investigaciones epidemiológicas que sirven para la toma de decisiones de diferentes políticas públicas, deben contemplarse algunas contradicciones que, aunque permiten su empleo en un nivel colectivo, tienen limitaciones en un nivel individual. Por ejemplo, es posible que los sujetos a quienes se les está evaluando practiquen deportes que, dependiendo de la disciplina, incidan en una mayor ganancia de masa muscular y posean una menor masa grasa corporal. Esto último falsearía la clasificación del IMC al plantear que el músculo tiene más densidad que la grasa. Asimismo, en la obtención de los valores de las mediciones, se tienen sesgos en los extremos de las tallas, de tal manera que en personas de bajas estaturas el índice aumenta los falsos negativos y con los de mayor estatura aumentan los falsos positivos. Por consiguiente, este índice limita su utilidad al no tomar en cuenta diferencias entre actividad física, poblaciones y composición corporal que conllevan a sesgos en la evaluación nutricional para poblaciones infantiles (Santana, 2021).

Por otro lado, el ICT es una de las correlaciones que ha mostrado utilidad en la detección de riesgo cardiometabólico (RCM) en niños de 6 a 12 años (Valle *et al.*, 2016). Se considera que el valor de la circunferencia de la cintura debe encontrarse en menos de la mitad de la talla, que da como valor de referencia que si el indicador es mayor de 0.5, se diagnostica obesidad abdominal. Esta condición se asocia a una elevada relación con el porcentaje de masa grasa corporal; así, este indicador es uno de los mejores predictores de síndrome metabólico (Hernández y Duchi, 2015). En este sentido, tanto el IMC como el ICT son considerados como indicadores antropométricos “simples” o “clásicos” en la valoración del estado nutricional.

2. MODELO BICOMPARTIMENTAL DE COMPOSICIÓN CORPORAL

En los últimos años se han realizado diversos avances en el desarrollo de diversas técnicas y herramientas para el diagnóstico de nutricional en cuanto a la composición corporal, definida como:

Una rama de la biología humana ocupada para la cuantificación in vivo de los componentes corporales, las relaciones cuantitativas entre los componentes y los cambios cuantitativos de los mismos relacionados con los factores influyentes (Wang *et al.*, 1992).

Su estudio resulta imprescindible para comprender de forma más amplia el resultado que tiene la alimentación y la actividad física en el crecimiento y su relación con las enfermedades y otras variables encontradas en el entorno y que van a tener un efecto sobre el organismo. En este contexto, la evaluación de la composición corporal constituye uno de los ejes centrales en cuanto a la valoración del estado nutricional se refiere, sobre todo en lo que acontece en este estudio sobre el diagnóstico y clasificación de riesgos asociados a la obesidad. Así, es como han surgido modelos de evaluación que giran en torno a consideraciones en el que el cuerpo se conforma principalmente de diversos compartimientos en nivel molecular.

El modelo bicompartimental contempla la masa grasa total (MGT) y la masa libre de grasa (MLG), aunado a que sigue siendo hasta el momento el más empleado para la valoración de la composición corporal en humanos. Según González (2013), el modelo considera una constante en las características químicas y la densidad de los componentes, mientras que la MGT representa un componente esencial de reserva energética, así como un aislante nervioso; es anhidra en personas adultas, su grado de hidratación media es del 13%, porcentaje que puede incrementar en personas con obesidad. La densidad de esta masa es de 0.9007 g/ml a 36 °C, susceptible a presentar variaciones en los sujetos de acuerdo con la edad y sexo.

Por su parte, la MLG se encuentra compuesta por proteína, glucógeno, minerales y agua corporal intracelular y extracelular, con un porcentaje de hidratación medio del 73%. Cuenta con una densidad de 1 100 g/ml a la temperatura de 36 °C, aunque en niños, debido a un incompleto proceso de osificación, posee una densidad de 1 084 g/ml (González, 2013).

3. BIOIMPEDANCIA (BIE) COMO MÉTODO PARA EVALUAR LA COMPOSICIÓN CORPORAL

Aunque en la actualidad se cuentan con diversos métodos para la valoración de la composición corporal, la BIE se destaca por su precisión, facilidad de aplicación y costo económico accesible. Además, este método tiene la ventaja de no ser invasivo y de emplearse tanto para valoraciones individuales y colectivas.

La BIE determina la composición corporal por la resistencia que muestran los tejidos del cuerpo al paso de una corriente eléctrica alterna con un voltaje de intensidad muy bajo. Este proceso está basado en los principios y propiedades bioeléctricas que los tejidos tienen para comportarse como conductores de energía. La impedancia corporal, obtenida de la IBE, se basa en dos componentes: la resistencia (R), que representa la oposición de los tejidos al paso de una corriente eléctrica, y la reactancia (Xc), también conocida como el *componente dieléctrico*; este último tiene una acción de oposición combinada a la capacidad de estos tejidos y membranas celulares (Alvero *et al.*, 2011). En este proceso, la reactancia va a presentarse por el componente lipídico de las membranas celulares debido a una carga emitida por cortos periodos. Por otro lado, la resistencia será evaluada en relación con la estatura del sujeto, y sería inversamente proporcional a las medidas de los perímetros de segmentos de tronco y extremidades. De este modo, en cuerpos con mayor estatura la resistencia será mayor por estas proporciones.

Los dispositivos actuales con BIE envían una corriente alterna con amperaje imperceptible que circula a través del cuerpo, en donde el agua corporal tiene una función de medio conductor. La resistencia que se presenta en el fluido al paso de esa corriente se mide con el impedanciómetro. Es importante distinguir entre las técnicas imagenológicas y antropométricas empleadas para la determinación de la composición corporal. Aunque las técnicas imagenológicas se caracterizan por no ser invasivas, su uso conlleva cierto riesgo de exposición a dosis de radiación. Si bien este riesgo es bajo, debe atenderse cuando se llevan a cabo en aplicaciones clínicas.

En comparación, la antropometría, como una disciplina de evaluación de la composición corporal, incorpora métodos doblemente indirectos para este propósito. Estos métodos se basan en la medición, como la circunferencias y pliegues de segmentos corporales, los cuales se correlacionan de manera indirecta con la composición corporal (Piñeda *et al.* 2018). A pesar de que la antropometría se cataloga como una metodología doblemente indirecta, ha demostrado confiabilidad y practicidad en diversos estudios.

Aunado a esto, en comparación con décadas pasadas, la obtención de datos a través de BIE es posible con el manejo de un equipo portátil, lo que proporciona utilidad en nuevas investigaciones en nivel colectivo y en la práctica clínica. En este contexto, es notoria la utilidad de la composición corporal para diagnósticos más eficientes encaminados a el desarrollo de estrategias en donde se promueva la generación de la MLG, que, a su vez, puede ser monitoreada de forma eficiente mediante la BIE (Cardona, 2022).

4. CONTEXTO DEL MUNICIPIO DE SAN PABLO DEL MONTE

El municipio de San Pablo del Monte se localiza al sur del estado de Tlaxcala, en el Altiplano Central Mexicano, a 2 300 msnm. Se sitúa en un eje de coordenadas geográficas de 19° 7' latitud norte y 98° 15' longitud oeste. Al sur y oriente colinda con el estado de Puebla, mientras que al norte colinda con Teolochocho y al poniente con Tenancingo, Mazatecochocho y Acuamanala, también municipios tlaxcaltecos. Su extensión territorial es de 60 228 km², lo que representa el 1.51% del total territorial del estado (Gobierno de San Pablo del Monte [Gov.SPM], 2022).

La población total es de 82 688 habitantes, de los cuales el 49.3% pertenece al sexo masculino y el 50.7% al femenino. Respecto a los indicadores de educación, el 5.9% no cuenta con escolaridad, el 63.7% no cuenta con escolaridad básica y solo el 10.5% cuenta con el nivel superior. Además, el 12.62 % de la población habla lenguas como el náhuatl y el totonaco, de los cuales el 2.81% no habla español (INEGI, 2021).

En el municipio se llevan a cabo preparaciones de platillos tradicionales como el mole de guajolote, diversidad de tamales rellenos de frijol o salsa, tortilla de maíz nixtamalizado, barbacoa de pollo y conejo, mixiotes de carnero, guacamole y, en temporada de cosecha de elote, se prepara el chilatole. El municipio es considerado “la cuna de los artesanos” en virtud de las artesanías elaboradas mediante la técnica del bordado de puntó y de objetos a base de la fundición de aluminio y acero, barro, ónix, entre otros. Además, San Pablo del Monte es el único municipio en la entidad que comparte la denominación de origen de la talavera junto con el estado vecino de Puebla (Gov.SPM, 2022).

Cabe mencionar que en los últimos treinta años se ha presentado una notable disminución en las actividades del sector agropecuario a causa de su desplazamiento por las actividades industriales de servicios. De acuerdo con los indicadores económicos del Censo 2019 de la Secretaría de Economía, se observa que éstos se concentraban más en cuatro sectores: comercio al por menor 46.6%, industrias manufactureras 28.8%, servicios de alojamiento temporal y alimentos 13.1% y otros servicios 10.4% (Data México, 2023). Sin embargo, las actividades primarias del sector agropecuario son vistas como la base del desarrollo económico y, si bien no representan un peso importante en la economía del municipio, son un medio de autosustento para muchas familias de la entidad (Gobierno del Estado de Tlaxcala, 2023).

5. METODOLOGÍA

Es una investigación cuantitativa de tipo transversal-descriptivo. La población de estudio se constituyó con estudiantes de cuarto a sexto año, matriculados en el periodo agosto 2022-julio 2023, conformado por 273 estudiantes. Para cálculo de muestra, se emplea la siguiente fórmula, con un margen de error del 5% y un nivel de confianza del 95%:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q} \quad (1)$$

Como resultado, el tamaño necesario de la muestra se conformó por 160 estudiantes con un rango de edad de 10 a 12 años que cursan de cuarto a sexto grado en la escuela primaria pública José María Morelos y Pavón, ubicada en el barrio del Cristo, del municipio de San Pablo del Monte, Tlaxcala. El proceso de selección fue aleatorio con base en estudiantes con apariencia física sana mediante inspección visual en búsqueda de signos externos de edema, como hinchazón de extremidades, en especial en tobillos, pies y rostro, así como palpación y valoración de esas áreas con sensibilidad o hinchadas al tacto. Se realizó también la valoración de la turgencia de la piel para eliminar la presencia de retención de líquidos, ya que afecta la medición de bioimpedancia modificando la precisión de mediciones de tal forma que indiquen niveles más altos de grasa corporal o da la impresión de una hidratación insuficiente o excesiva. Referente a la carta de consentimiento informado, se les solicitó a los padres de familia indicar si su hijo o hija se encontraba en alguna condición que alterara el estado de hidratación, como diarrea en días anteriores o la práctica de ejercicio extenuante frecuente.

Para obtener las variables antropométricas de estatura y circunferencias, se emplearon técnicas propuestas en el manual de Esparza *et al.* (2019) basado en el Protocolo Internacional para Valoración Antropométrica diseñado por la Sociedad Internacional de Avances en Cineantropometría (ISAK). Los equipos empleados para la estatura fueron estadiómetros portátiles de plástico de la marca SECA modelo 213 y para circunferencia de cintura (CC) se utilizaron cintas ergonómicas marca SECA modelo 201.

En cuanto a peso y composición corporal se emplea un equipo Beurer BG17 que cuenta con lecturas de MGT, porcentaje de agua corporal (AC) y MLG. Las técnicas de medición se basaron en las contenidas en manual del equipo. Se solicitó colaboración de los padres de familia y docentes para que los participantes no ingirieran alimentos o líquidos al menos una a dos horas previas a la valoración. Una vez obtenidos los datos de sexo, edad, estatura y actividad física, se ingresaron al equipo. Posteriormente, se le solicitó a cada participante subir descalzo y colocarse en posición antropométrica;^[1] en cada medición se verificó que las piernas, pantorrillas y muslos se mantuvieran sin unión entre ellos y que los pies siempre estuvieran en contacto con los electrodos.

El IMC se obtuvo con la fórmula Quetelet 1989 y la clasificación e interpretación mediante las tablas de referencia puntaje Z de la OMS (2007) para el grupo de edad correspondiente.

$$IMC = \frac{\text{Peso (kg)}}{\text{talla(m}^2\text{)}} \quad (2)$$

En cambio, para la relación entre ICT para determinar el RCM, se empleó la fórmula que propone Maffei *et al.* (2008). Las fórmulas e interpretaciones se obtuvieron del manual de fórmulas y tablas para la intervención nutricional (Palafox y Ledesma, 2021).

$$ICT = \frac{\text{perímetro de cintura (cm)}}{\text{talla (cm)}} \quad (3)$$

Respecto a los valores de orientación para la interpretación de la MGT del cuerpo, se empleó la clasificación de cuatro niveles de OMRON Healthcare (2017). En cuanto a la clasificación del porcentaje de AC en niños, se tomaron los valores de Arredondo *et al.* (2017).

Para el registro de datos antropométricos y composición corporal, el equipo de investigación diseñó NutriV-ale,^[2] una aplicación para *smartphone* (figura 1).

FIGURA 1

Aplicación para dispositivos Android para la captura de datos antropométricos

Fuente: elaboración propia.

El análisis estadístico se realizó apartir de tablas de contingencia y coeficientes de correlación por el test r de Pearson, con un nivel de significancia establecido de $p < 0.05$. Se examinaron las tablas de clasificación cruzada y se evaluó la correlación de las variables, como el IMC con porcentaje MGT y porcentaje de AC con el de MGT. Además, se calcularon la media y desviación estándar de la MLG y se presentó una distribución basada en el sexo de los participantes. Para dicho análisis, se empleó el *software* SPSS® versión 21.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características generales de la muestra de estudiantes de la escuela primaria José María Morelos y Pavón se muestran en el cuadro 1. En cuanto a la edad, en conjunto, el grupo presenta un promedio de los 11.59 años, con una desviación estándar (DE) de 0.84 años en ambos sexos. En lo que respecta al IMC, se muestra que la mayoría de la población se encuentra dentro de los valores normales, con un 55%, de los cuales 46.4% son del sexo masculino y 61.5% del femenino. También, se observa un alto porcentaje de sobrepeso, con un 24.5%, del cual hay una proporción más alta en niños, con 31.9%, que en niñas, con un 24.2%. En su caso, la obesidad se ubica con el tercer valor más alto, con 16.9%, del cual el porcentaje es mayor en el sexo masculino, con 21.7%, que el femenino, con un 13.2%.

En cuanto a la composición corporal, en la variable de porcentaje de AC, se observa un promedio de 52.43, con una DE 17.8. En este caso, el sexo masculino presenta mayores valores de AC, con un promedio de 54.1 con una DE de 20.35. En relación con la variable MLG, la población presenta una media de 49.05, con una DE de 9.5; en este caso destaca que el sexo masculino es el que presenta valores más altos, con un promedio de 56.72 con una DE de 8.96. Por último, en la variable de MGT, se obtuvo una media de 25.16, con una DE de 18.1. presentando una media de 26.96 con una DE de 15.50 en el sexo femenino en comparación de 22.8 y una DE de 21.02 respecto al sexo masculino.

En cuanto al ICT para evaluar el RCM los datos muestran que 104 (65%) de la población presenta riesgo, con una notable diferencia entre ambos sexos: 69 (75.8 %) del sexo femenino muestra un alto porcentaje en comparación con 35 (50.7%) del sexo masculino.

CUADRO 1
Características generales de la muestra

Categoría	Niños <i>n</i> = 69		Niñas <i>n</i> = 91		Total <i>n</i> = 160	
	f (%)	$\bar{x}$ (DE)	f (%)	$\bar{x}$ (DE)	f (%)	$\bar{x}$ (DE)
Edad		11.74 ± 0.87		11.48 ± 0.80		11.59 ± 0.84
IMC						
Desnutrición	0 (0)		1 (1.1)		1 (0.6)	
Normal	32 (46.4)		56 (61.5)		88 (55)	
Sobrepeso	22 (31.9)		22 (24.2)		44 (27.5)	
Obesidad	15 (21.7)		12 (13.2)		27 (16.9)	
Composición corporal						
Agua corporal		54.1 ± 20.35		51.16 ± 15.59		52.43 ± 17.8
Masa libre grasa		56.72 ± 8.96		43.24 ± 4.44		49.05 ± 9.5
Masa grasa total		22.8 ± 21.02		26.96 ± 15.50		25.16 ± 18.1
ICT						
Con riesgo	35 (50.7)		69 (75.8)		104 (65)	
Sin riesgo	34 (49.3)		22 (24.2)		56 (35)	

Fuente: elaboración propia con datos de niños de la escuela primaria José María Morelos y Pavón.

Nota: f = frecuencia, $\bar{x}$ = media, DE = Desviación Estándar

La prevalencia acumulada de sobrepeso y obesidad evaluada a través de IMC se observa en 71 sujetos (44.4%). Sin embargo, al analizar la distribución de frecuencias del IMC con el porcentaje de MGT, se encontró que 42 escolares (59.1%) de estas categorías se clasificaron con valores normales, un total de 4 (5.6%) se catalogaron con alto y 15 (21.1%) muy alto porcentaje de MGT, además de que 10 (14.1%) tienen un porcentaje de MGT bajo (cuadro 2). Esto indica que si bien el IMC es útil, puede llevar a una sobreestimación de la presencia de sobrepeso y obesidad si solo se considerara este indicador. En este mismo contexto, otros estudios que han evaluado la utilidad del IMC concluyen que es el apropiado para establecer el comportamiento de ambas condiciones, ya que no permite el análisis de los componentes corporales que influyen en el peso ni menos considera la inclusión de otras variables de salud asociadas a la fuerza y la actividad física (Suárez y Sánchez, 2018).

En cuanto a la clasificación de IMC basada en los criterios de la OMS, se observa una correlación con el porcentaje de MGT; sin embargo, es una correlación positiva débil, evidenciado en el resultado del análisis de la correlación de Pearson ($r = 0.216$, IC 99 %, $p = 0.006$). A partir de este resultado, se sugiere que el problema de obesidad podría estar siendo subestimado en la población estudiada, por lo que sería oportuno realizar un análisis más profundo en futuras investigaciones.

CUADRO 2
Distribución de frecuencia del IMC y porcentaje de masa grasa total (MGT)

IMC	MGT				Total f	r de Pearson Sig.
	Bajo f	Normal f	Alto f	Muy alto f		
Desnutrición moderada	1	0	0	0	1	0.216** 0.006
Normal	40	30	0	18	88	
Sobrepeso	8	27	1	8	44	
Obesidad	2	15	3	7	27	
Total	51	72	4	33	160	

Fuente: elaboración propia con datos de niños de la escuela primaria José María Morelos y Pavón.

Nota: **la correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral).

En este contexto, tanto la definición de sobrepeso como la de obesidad hacen referencia a una acumulación anormal de grasa. En un estudio de Zamora y Laclé (2021) en 43 escolares, con un rango de edad de 6 a 9 años, en donde se evaluaron diferentes indicadores antropométricos y el porcentaje de grasa, encontraron que, empleando el IMC, el 40% de los sujetos presentó sobrepeso u obesidad; a la vez, este valor se incrementó a un 67% cuando se analizó el porcentaje de grasa. A partir de estos resultados y los hallazgos que se encontraron en esta investigación, se plantea la necesidad de redefinir ambos conceptos, así como también la clasificación del IMC que plantea la Organización Mundial de la Salud.

Contrastando los valores de IMC con el porcentaje de AC (cuadro 3), en la categoría de IMC normal se observó que 29 escolares (32.9 %) reflejaron valores normales, mientras que 21 (23.8 %) se ubicaron en la categoría alto de AC. Por otro lado, en la población clasificada con sobrepeso, se encontró que 28 niños (63.6 %) presentaron un bajo porcentaje de AC y 15 (34.1 %) de la población se encuentra dentro de lo normal. En obesidad, 24 sujetos (88.8 %) se ubicaron por debajo de los valores recomendados de agua corporal.

El valor estadístico de r de Pearson encontrado entre ambas variables es de -0.396 (IC 99 %), lo cual muestra una correlación negativa moderada entre el IMC y el porcentaje de AC en la población. De acuerdo con lo anterior, a medida que el IMC aumenta el porcentaje de AC tiende a disminuir y viceversa.

CUADRO 3
Distribución de frecuencia de IMC y porcentaje de agua corporal (AC)

IMC	AC			Total f	r de Pearson Sig.
	Bajo f	Normal f	Alto f		
Desnutrición moderada	0	0	1	1	−0.396**
Normal	38	29	21	88	0.000
Sobrepeso	28	15	1	44	
Obesidad	24	3	0	27	
Total	90	47	23	160	

Fuente: elaboración propia de acuerdo con datos de niños de la escuela primaria José María Morelos y Pavón.

Nota: **la correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral).

Por último, se encontró una correlación de r de Pearson de -0.954 (IC 99 %) entre el porcentaje de AC y MGT, lo que indica una correlación negativa muy fuerte entre ambas variables (cuadro 4). Es decir, a medida que el porcentaje de AC aumenta, la MGT tiende a disminuir, y viceversa. Estos hallazgos sugieren que hay una relación inversa significativa entre las variables de porcentaje de AC y MGT.

CUADRO 4
Correlación entre el porcentaje agua corporal (AC) y masa grasa total (MGT)

		AC	MGT
AC	Correlación de Pearson	1	−0.954**
	Sig. (bilateral)		0.000
	N	160	160
MGT	Correlación de Pearson	−0.954**	1
	Sig. (bilateral)	0.000	
	N	160	160

Fuente: elaboración propia de acuerdo con datos de niños de la escuela primaria José María Morelos y Pavón.

Nota: **la correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral), AC = Agua Corporal, MGT = Masa Grasa Total

La correlación entre el porcentaje de AC y el IMC fue moderadamente negativa, mientras que para el porcentaje de MGT se tuvo una correlación negativa muy fuerte. Estos datos concuerdan con los presentados en el estudio de Acosta *et al.* (2022), quienes evaluaron una muestra de 219 escolares de 3 a 6 años. Se encontró que el 56.6% de los sujetos estaba ubicado en rangos normales de agua y un 43.4% dentro de parámetros bajos. Aquellos con parámetros bajos presentaban una prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad, obtenida por IMC, del 25%. Estos datos evidencian que a mayor cantidad de grasa es menor el porcentaje de AC, lo cual estaría asociado a que el tejido adiposo presenta valores inferiores de agua en su composición comparado con el tejido magro, en donde se aloja una cantidad considerable de agua.

Por último, la grasa corporal de distribución visceral o central es la empleada para identificar el grado de RCM que presenta un sujeto con un porcentaje de grasa elevado. El número de escolares clasificados con porcentajes de MGT alta y muy alta fue de 37 sujetos (23.1 %) del total de participantes en la investigación. De los 33 niños (89.19 %) con MGT muy alta, 22 niños (66.67 %) se clasificaron sin riesgo, mientras 11 niños (33.33 %) se ubicaron con riesgo (cuadro 5). Estos resultados se atribuirían a que el equipo empleado en la valoración reporta el porcentaje MGT de manera global y no por segmentos, lo que indica que los sujetos evaluados y con muy altos porcentajes de MGT tendrían una acumulación grasa corporal subcutánea, considerada menos perjudicial para la salud en comparación con la grasa visceral en razón de que la grasa visceral se encuentra localizada alrededor de los órganos vitales y se ha asociado con mayores riesgos para la salud.

CUADRO 5
Frecuencias de riesgo cardiometabólico (RCM) y masa grasa total (MGT)

RCM	% de MGT		Total f
	Alta f	Muy alta f	
Sin riesgo	0	22	22
Con riesgo	4	11	15
Total	4	33	37

Fuente: elaboración propia de acuerdo a datos de niños de la escuela primaria José María Morelos y Pavón.

ANÁLISIS PROSPECTIVO

Este estudio muestra la necesidad de una actualización de las herramientas e indicadores empleados para el diagnóstico de obesidad en la población infantil mexicana. Esta situación se plantea por la discrepancia entre la definición de obesidad y el IMC que propone la OMS y por la valoración de la MGT en la población de estudio, lo cual conlleva a cuestionar, en el contexto actual, la utilidad de los indicadores internacionales empleados para la formulación de políticas públicas en el abordaje de la problemática de la obesidad infantil.

En cuanto a la evaluación de la validez del IMC, el primer paso sería revisión exhaustiva de la evidencia científica actual que ayude a determinar si el IMC sigue siendo un indicador válido y preciso para el diagnóstico de obesidad en niños. Esto debe considerar la comparación de datos valorados por el IMC con mediciones más precisas como la composición corporal, que incluya el porcentaje de MGT, el porcentaje AC y MLG en muestras representativas de la población infantil de las entidades mexicanas.

De este modo, se hace énfasis en la incorporación de nuevas tecnologías para obtener diagnósticos más precisos del estado de salud de la población; en este aspecto, la tecnología para valorar la composición corporal ha evolucionado de forma significativa en los últimos años. Dentro de los dispositivos que se han mencionado, la evaluación por bioimpedancia tiene varias ventajas sobre otros métodos, como escáneres de rayos X de doble energía (DXA), que no presentan portabilidad. En cuanto al IMC y el ICT para evaluar el RCM ambos son herramientas empleadas con frecuencia para evaluar el estado de salud y el riesgo de desarrollar enfermedades crónicas si bien presentan limitaciones, por ejemplo el IMC se basa únicamente en la altura y peso, lo cual no permite ubicar la distribución de la grasa corporal, y el ICT se basa en la circunferencia de cintura y talla que tiende variar por diversas causas sobre todo en la etapa escolar.

Por lo tanto, las diversas ventajas que tiene el uso de las nuevas tecnologías incluyen la de proporcionar al equipo de salud una visión más completa para una mejor toma de decisiones mediante la evaluación más integral del estado de salud y del riesgo de desarrollar enfermedades crónicas. Inclusive, facilitan monitorizar el progreso en cuanto a la evolución de la composición corporal y evaluación de la eficacia de intervenciones y tratamientos de múltiples problemas asociados a la obesidad. Este contexto plantea una necesidad de adaptación a los avances tecnológicos tanto por las instituciones responsables de los diagnósticos comunitarios, de las instituciones que forman recursos humanos en salud, así como de los profesionales que se dedican al cuidado de la salud. Es fundamental reconocer que la tecnología seguirá evolucionando, lo cual significa que los profesionales en salud deben de estar preparados para adoptarla y aplicarla a medida que surja, además del compromiso de garantizar que exista una capacitación constante y adecuada para utilizarla de forma efectiva.

Por último, es importante considerar que la utilidad de los indicadores internacionales varía dependiendo del contexto regional, dado que es necesario analizar las características específicas de la población, sus hábitos alimentarios, niveles de actividad física y otros factores de riesgo relacionados con el sobrepeso y obesidad infantil. Por ello, es relevante profundizar en la cultura y la representación social de la obesidad, ya que las actitudes, creencias y prácticas culturales tienen una influencia significativa en la forma cómo se alimenta la comunidad,

en cómo se percibe el problema de obesidad y en cómo influye en la toma de decisiones relacionada con la alimentación. En este contexto, el estado de Tlaxcala se caracteriza por ser diversa en términos culturales, esto es, las prácticas alimentarias varían según cada comunidad del estado.

CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos, se concluye que la aportación de información a la salud pública y la nutrición es significativa. Derivado del análisis crítico de la obesidad infantil, basado en la comparación de técnicas de BIE que proporcionan valores MGT, porcentaje de AC y MLG, comparado con indicadores simples como el IMC y el ICT, se ofrecen valiosas perspectivas y puntos de partida para futuros estudios en esta comunidad.

En primer lugar, la baja correlación entre el IMC y la MGT nos señala la necesidad urgente de proponer nuevas herramientas que, en conjunto con el IMC, permitan la identificación y clasificación oportuna de la obesidad infantil, puesto que por la posible sobreestimación o subestimación existiría una falta de intervención en casos reales con graves consecuencias para la salud pública. En este sentido, resulta imprescindible que los profesionales de la salud, sobre todo los nutriólogos, consideren la inclusión de la composición corporal en sus evaluaciones, ya que brindaría una información más precisa de la de la problemática de salud, la cual ayudaría a la identificación temprana y combate de la obesidad.

En segundo lugar, la presencia de una correlación negativa moderada entre las variables de IMC y AC nos sugiere que la deshidratación o procesos fisiológicos asociados a la retención de agua influyen en la interpretación del IMC en población escolar, lo cual resalta la conveniencia de evaluar y monitorear de forma constante el estado de hidratación de los niños, elemento fundamental para una valoración integral de su estado de salud.

En tercer lugar, la falta de correlación entre el RCM y MGT también plantea una interrogante sobre la precisión de mediciones, donde destaca la necesidad de emplear equipos de IBE que empleen la segmentación de la composición corporal para evaluar de forma más específica la distribución de los componentes del cuerpo, aspecto básico para un diagnóstico más preciso de la obesidad que sirva para la planificación de intervenciones más efectivas.

Por consiguiente, se considera que la incorporación de las tecnologías para el diagnóstico e intervención de los problemas de salud actual son una necesidad imperante. Las tecnologías proporcionan una visión más completa de la salud de un individuo y permiten una toma de decisiones más adecuadas para la intervención. En la actualidad estas herramientas ya son de fácil accesibilidad y portabilidad y garantizan su utilidad en entornos tanto clínicos como comunitarios.

Referente a las implicaciones prácticas del estudio, se hace hincapié en la actualización de herramientas e indicadores empleados para diagnosticar y abordar la obesidad infantil en nuestro país. La revisión exhaustiva de la evidencia científica con la que se cuenta en la actualidad es un paso fundamental para determinar si el IMC que propone la OMS y que emplean las instituciones de nuestro país seguiría siendo válido como único indicador en niños. Más aún, resulta esencial adaptar las políticas públicas asociadas a la obesidad infantil a partir de las diferentes regiones, los factores culturales y sus realidades locales para garantizar que las estrategias desarrolladas sean efectivas, pero sobre todo culturalmente apropiadas.

Finalmente, los datos obtenidos permiten aproximarse a la realidad del problema de la obesidad en la población infantil del municipio de San Pablo del Monte, Tlaxcala, pero es importante no generalizar la situación dado que la muestra es reducida si se compara con la población infantil total del municipio.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los revisores por sus valiosas aportaciones, las cuales sirvieron para mejorar la estructura e impacto del artículo.

REFERENCIAS

- Acosta, M., Reséndiz, E., Hernández, R., Aguilera, P., Gutiérrez, T. y Aspera, T. (2022). Evaluación antropométrica y de composición corporal en una población de preescolares de ciudad Madero, Tamaulipas. *Ciencia Latina. Revista Científica Multidisciplinar*, 6(2), 3582-3612. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i2.2115
- Alvero, J., Correas, L., Ronconi, M., Fernández, R. y Porta, J. (2011). Medicina del deporte. *Medicina Del Deporte*, 4(2S), 167-174. <https://doi.org/10.36104/amc.2018.1400>
- Argüelles, L., Tapia, A., Hernández, I., Méndez, D., & Atonal, C. (2019). Nevaluation of the consumption of fats, fruits, vegetables and fiber, in adult persons of the municipality of San Pablo Del Monte, Tlaxcala (MEXICO). *Revista Española de Nutrición Comunitaria*, 25(4), 179-183. <https://doi.org/10.14642/RENC.2019.25.4.5302>
- Arredondo, J., Méndez, A., Medina, H. y Pimentel, C. (2017). Agua: la importancia de una ingesta adecuada en pediatría. *Acta Pediátrica de México*, 38(2), 116. <https://doi.org/10.18233/apm38no2pp116-1241363>
- Caponi, S. (2013). Quetelet, el hombre medio y el saber médico. *Historia, Ciencias, Saude - Manguinhos*, 20(3), 831-847. <https://doi.org/10.1590/S0104-597020130003000006>
- Cardona, D. (2022). *Masa libre de grasa/masa magra en niños factores determinantes y consecuencias metabólicas*. Universidad de Zaragoza. <https://zaguan.unizar.es/record/118676/files/TESIS-2022-197.pdf?version=1>
- Data México. (2023). *San Pablo del Monte. Municipio de Tlaxcala*. Gobierno de México. <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/san-pablo-del-monte?redirect=true#Industrias>
- Esparza, F., Vaquero, R., & Marfell, M. (2019). *Protocolo internacional para la valoración antropométrica*. Universidad Católica Murcia.
- Gobierno del Estado de Tlaxcala. (2023). *Monografía de San Pablo del Monte*. https://evaluacion.tlaxcala.gob.mx/images/stories/documentos/planea/estadistica/monografias/m2019/san_pablo.html#
- Gobierno Municipal de San Pablo del Monte. (2022). *Medio físico del municipio*. <https://www.spm.gob.mx/tu-municipio>
- González, E. (2013). Composición corporal: estudio y utilidad clínica. *Endocrinología y Nutrición*, 60(2), 69-75. <https://doi.org/10.1016/j.endonu.2012.04.003>
- Hernández, A., & Osuna, I. (2021). Concordancia entre técnicas de composición corporal en niños y adolescentes: revisión narrativa de la literatura. *Revista Médica Del Instituto Mexicano Del Seguro Social*, 58(2), 181-196. <https://doi.org/10.24875/rmimss.m20000016>
- Hernández, J., & Duchi, P. (2015). Índice cintura/talla y su utilidad para detectar riesgo cardiovascular y metabólico. *Revista Cubana de Endocrinología*, 26(1), 66-76. <http://scielo.sld.cu/pdf/end/v26n1/end06115.pdf>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía). (2021). Panorama sociodemográfico. *Censo de Población y Vivienda 2020*. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825197858.pdf
- Maffeis, C., Banzato, C., & Talamini, G. (2008). Waist-to-Height Ratio, a useful index to identify high metabolic risk in overweight children. *The Journal of Pediatrics*, 152(2), 207-213.e2. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2007.09.021>
- OMRON Healthcare. (2017). *Manual de instrucciones del monitor de composición corporal. Vol. 511*. <https://www.omron-healthcare.com/en/support/manuals/download/bf511-hbf-511-e-es>
- Organización Mundial de la Salud. (2007). *Growth reference data for 5-19 years*. World Health Organization. <https://www.who.int/tools/growth-reference-data-for-5to19-years>

- Organización Mundial de la Salud. (2021). *Obesidad y sobrepeso*. World Health Organization. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Palafox, M. E., & Ledesma, J. Á. (2021). Escolares, preadolescentes y adolescentes, en *Manual de fórmulas y tablas para la intervención nutricional* (pp. 129-249). McGraw-Hill.
- Piñeda, A., Amortegui, I., Rodríguez, C., Rojas, Y., & Santana, L. (2018). Métodos y técnica antropométrica para el cálculo de la composición corporal. *Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información*, 5(10), 61-70. <https://doi.org/10.21017/rimci.2018.v5.n10.a49>
- Puche, R. C. (2005). El índice de masa corporal y los razonamientos de un astrónomo. *Medicina*, 65(4), 361-365.
- Rolland, M., Akrou, M., & Péneau, S. (2012). Historia y significado del Índice de Masa Corporal. Interés en otras medidas antropométricas. *European Childhood Obesity Group*. <https://ebook.ecog-obesity.eu/tablas-crecimiento-composicion-corporal/historia-y-significado-del-indice-de-masa-corporal-interes-en-otras-medidas-antropometricas/>
- Santana, S. (2021). Sobre el uso de los estándares OMS de crecimiento y de desarrollo en la evaluación nutricional de los niños con edades entre 0-5 años. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 31, 61-73.
- Shamah, T. (2021). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2020*. Secretaría de Salud, Instituto Nacional de Salud Pública. <http://www.pued.unam.mx/export/sites/default/archivos/SUCS/2021/TSL2508.pdf>
- Shamah, T., Cuevas, N., Romero, M., Gaona, E., Gómez, A., Mendoza, A., Méndez, H., & Dommarco, J. (2020). ENSANUT 2018-19. Resultados Nacionales, en C. Abúndez (Ed.), *Instituto Nacional de Salud Pública*. <https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/informes.php>
- Suárez, W., & Sánchez, J. (2018). Índice de masa corporal: ventajas y desventajas de su uso en la obesidad. Relación con la fuerza y la actividad física. *Nutrición Clínica en Medicina*, 12(3), 128-139. <https://doi.org/10.7400/NCM.2018.12.3.5067>
- Valle, J., Abundis, L., Hernández, J., & Flores, S. (2016). Índice cintura-estatura como indicador de riesgo metabólico en niños. *Revista Chilena de Pediatría*, 87(3), 180-185. <https://doi.org/10.1016/j.rchipe.2015.10.011>
- Wang, Z., Pierson, R., & Heymsfield, S. (1992). The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 56(1), 19-28. <https://doi.org/10.1093/ajcn/56.1.19>
- Zamora, J. D. y Laclé, A. (2021). Conductas sedentarias y su relación con variables antropométricas y grasa corporal en escolares. *Andes Pediátrica*, 92(6), 888. <https://doi.org/10.32641/andespediatr.v92i6.3342>

NOTAS

[1] Cuerpo, cuello y cabeza erguidos, con la vista al frente colocando ambos brazos y palmas paralelos al cuerpo extendidos para abajo, pulgares apuntando hacia adelante, piernas extendidas y pies con una separación no mayor al ancho de las caderas (Esparza *et al.*, 2019).

[2] *App* para dispositivos Android empleado para la captura, almacenamiento, procesamiento e interpretación de datos, el cual asignaba un ID de seguimiento generado a partir de los primeros ocho dígitos de la Clave Única de Registro de Población (CURP), ya que no se solicitó nombres a los participantes.



Disponible en: <https://cienciaergosum.uaemex.mx/article/view/22013>

Cómo citar el artículo:

Gutiérrez Hernández, G., Lindor, M. y Díaz Teoquiz, A. (2025). Correlación de bioimpedancia y antropometría simple en escolares de San Pablo del Monte, Tlaxcala. *CIENCIA ergo-sum*, 32. <https://doi.org/10.30878/ces.v32n0a24>

DOI: <https://doi.org/10.30878/ces.v32n0a24>

Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Sin-Derivar 4.0 Internacional.



Declaración de autoría (CRediT):

Gustavo Gutiérrez Hernández: conceptualización, investigación, software, redacción – borrador original, redacción – revisión y edición.

Alejandra Díaz Teoquiz: curación de datos, análisis formal, metodología, visualización.

Moise Lindor: administración del proyecto, supervisión y validación.