

ORIGINAL

Nutrimetría: evaluando el IMC en función del desarrollo[☆]



Jorge Enrique Selem-Solís^a, Alberto Alcocer-Gamboa^b, Mónica Hattori-Hara^{b,*}, Jonathan Esteve-Lanao^b y Eneko Larumbe-Zabala^c

^a Centro de Salud de Tenabo. Secretaría de Salud del Estado de Campeche, Tenabo, Campeche, México

^b Programa Integral de Atención a la Obesidad Infantil de Yucatán (PIAOIY), Secretaría de Educación del Gobierno del Estado de Yucatán, Mérida, Yucatán, México

^c Clinical Research Institute, Texas Tech University HSC, Lubbock, Texas, Estados Unidos

Recibido el 6 de junio de 2017; aceptado el 28 de octubre de 2017

Disponible en Internet el 21 de diciembre de 2017

PALABRAS CLAVE

Estado nutricional;
IMC;
Talla;
Salud pública;
Epidemiología;
Nutrimetría

Resumen

Antecedentes y objetivo: Para combatir la malnutrición (desnutrición y sobrealimentación) en los niños y adolescentes se necesita una evaluación nutricional adecuada, y para ello se recomienda interpretar conjuntamente ciertos indicadores (índice de masa corporal [IMC], talla, peso, etc.). Clínicamente esto se realiza, pero epidemiológicamente no. El objetivo de este trabajo es presentar la «Nutrimetría», un método simple que cruza información antropométrica permitiendo una interpretación bivariada en ambos niveles (clínico y epidemiológico).

Materiales y métodos: Se analizaron datos de 41.001 niños y adolescentes de 0-19 años derivados de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012 de México. Se cruzó la información de la puntuación Z del IMC para la edad (Z-IMC) con Z de talla para edad (Z-talla) según estándares de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Se calcularon prevalencias condicionales del cruce en una rejilla de 3 × 3 celdas y se comparó con lo esperable.

Resultados: Se identificaron subgrupos en cada categoría del Z-IMC que permitieron apreciar heterogeneidad de la muestra respecto a los estándares de la OMS en estatura y estado nutricional. Según este método, los patrones nutricionales diferían entre estados mexicanos, edades y sexos.

[☆] Todos los puntos de vista aquí expresados son responsabilidad de los autores y no reflejan necesariamente la posición oficial de las instituciones que representan.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: monihat@gmail.com (M. Hattori-Hara).

Conclusión: Nutrimetría es una herramienta útil y accesible para ser usada en epidemiología. Permite detectar distribuciones inesperadas de las prevalencias condicionales, su representación gráfica facilita la comunicación de resultados por áreas geográficas y la interpretación enriquecida del Z-IMC ayuda a orientar sobre acciones de intervención de acuerdo a sus códigos. © 2017 SEEN y SED. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS

Nutritional status;
BMI;
Height;
Public health;
Epidemiology;
Nutrimetry

Nutrimetry: BMI assessment as a function of development

Abstract

Background and objective: Adequate nutritional assessment is required to fight malnutrition (undernutrition and overfeeding) in children and adolescents. For this, joint interpretation of certain indicators (body mass index [BMI], height, weight, etc.) is recommended. This is done clinically, but not epidemiologically. The aim of this paper is to present "nutrimetry", a simple method that crosses anthropometric information allowing for bivariate interpretation at both levels (clinical and epidemiological).

Materials and methods: Data from 41,001 children and adolescents aged 0-19 years, taken from Mexico's National Health and Nutrition Survey 2012, were analyzed. Data crossed were BMI-for-age z-scores (BAZ) with height-for-age z-scores (HAZ) according to the World Health Organization (WHO) standards. Conditional prevalences were calculated in a 3 × 3 grid and were compared with expected values.

Results: This method identified subgroups in each BAZ category showing heterogeneity of the sample with regard to WHO standards for HAZ and nutritional status. According to the method, nutritional status patterns differed among Mexican states and age and sex groups.

Conclusion: Nutrimetry is a helpful and accessible tool to be used in epidemiology. It allows for detecting unexpected distributions of conditional prevalences, its graphical representation facilitates communication of results by geographic areas, and enriched interpretation of BAZ helps guide intervention actions according to their codes.

© 2017 SEEN y SED. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

Los desequilibrios entre ingesta y requerimientos nutricionales requieren especial atención en la infancia porque dan lugar a condiciones de malnutrición (desnutrición o sobrealimentación) que ocasionan problemas de desarrollo y salud con alta prevalencia en niños a nivel mundial (24,5% retraso del crecimiento, 15% insuficiencia ponderal, 7,7% emaciación y 6,3% sobrepeso)¹.

En México la desnutrición tiene baja prevalencia en insuficiencia ponderal (2,8%) y emaciación (1,6%), pero 1,5 millones (13,6%) de menores con retraso en el crecimiento aún representan un reto de salud pública. Aunque la prevalencia de sobrepeso más obesidad en niños y adolescentes ha disminuido, el problema persiste: 9,8% en menores de 5 años, 34,4% en niños entre 5 a 11 años, 35% en adolescentes de 12 a 19 años y del 69,4 al 73,0% en mayores de 20 años².

Ante tal panorama, México ha implementado programas como la Estrategia Integral de Atención a Nutrición (EsIAN), la Cruzada Nacional Contra el Hambre, la Estrategia Nacional contra la Obesidad y Diabetes y el Impuesto al refresco y comida chatarra, en consonancia con el Plan de nutrición materna, del lactante y del niño pequeño de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Este plan gira en torno al desarrollo de políticas y programas de nutrición alrededor

del mundo, monitoreados por indicadores de entre los cuales destaca el índice de masa corporal (IMC), que se usa en cinco (reducción de retraso en el crecimiento, anemia, bajo peso al nacer, sobrepeso y emaciación) de sus seis metas³.

El IMC ($\text{kg}/[\text{talla en m}]^2$), descrito en 1832 por Quetelet, representa que excluyendo periodos acelerados del crecimiento, el peso normalmente aumenta con el cuadrado de la estatura, surgiendo para 1972 evidencia de su pertinencia como indicador de grasa corporal por su elevada correlación con medidas independientes de esta, y baja con estatura, impulsando su uso y denominación para definir obesidad en adultos⁴.

Con el aumento de peso en infantes y al demostrarse que con ajustes por edad y sexo el IMC era buen indicador de adiposidad en niños, diversos grupos han desarrollado valores de referencia para su interpretación; por ejemplo, las curvas suavizadas de la *International Obesity Task Force* para niños de 2 a 18 años para definir sobrepeso, obesidad⁵ y delgadez en adultos⁶, las tablas de percentiles de 2 a 20 años del *Centers for Disease Control and Prevention* para identificar bajo peso, sobrepeso y sus riesgos⁷, y los patrones de la OMS que describen el crecimiento idóneo de los niños (0 a 5 años)⁸, escolares y adolescentes (5 a 19 años) en puntuaciones Z⁹. Estos valores de referencia, aunque difieren entre sí, proporcionan pautas prácticas para el cribado y la vigilancia nutricional.

El IMC es una medida indirecta de grasa corporal y peso poco saludable¹⁰ de fácil cálculo e interpretación, que se utiliza para estimar la prevalencia de la obesidad infantil y complementar la evaluación del estado nutricional de poblaciones⁹. Pero dado a que es un índice de corpulencia y no de grasa exclusivamente, tiene poca sensibilidad¹¹, no informa con precisión sobre la composición corporal subyacente, no diferencia entre individuos que comparten el mismo valor con diferente condición física, estado de salud¹² u otros matices, y por ende no ayuda a entender la verdadera relación entre sus causas, la salud y el tratamiento más adecuado en la práctica clínica.

Se han desarrollado métodos alternativos para solucionar tales carencias, pero no han sido ampliamente aplicados, pues algunos, como el índice cintura-cadera, tienen menor correlación con el porcentaje de grasa corporal que el IMC para la edad (Z-IMC)¹³. Otros, como la medición de pliegues cutáneos, requieren tiempo y entrenamiento sustancial para obtener medidas fiables, y métodos más precisos, como la conductancia eléctrica corporal total, la hidrodensitometría, la pletismografía de desplazamiento de aire, y la absorciometría de rayos X de doble energía (DXA) son costosos, requieren aparatos especializados y su implementación puede ser compleja e inconveniente en niños pequeños¹⁴, resultando inadecuado su uso a gran escala en infantes y en población con bajos recursos.

Ante estas circunstancias se ha indicado la importancia de una interpretación conjunta del Z-IMC con otros indicadores de salud, y aunque en la clínica sí se logra realizar, epidemiológicamente este indicador aún se analiza de manera aislada, ocasionando una brecha entre las decisiones tomadas a partir del análisis de datos poblacionales y lo que se observa en la atención individual. El presente documento describe la Nutrimetría, propuesta metodológica que por medio de dos valores antropométricos simples y accesibles —en este caso Z-IMC y talla (o estatura) para la edad (Z-talla)— enriquece la interpretación del Z-IMC para su uso epidemiológico y clínico^{15,16}. Así, el objetivo de este trabajo fue presentar el procedimiento de la Nutrimetría y aplicarlo a un conjunto de datos representativos de niños y adolescentes mexicanos para mostrar cómo esta herramienta podría ser útil para la evaluación poblacional, el diagnóstico en malnutrición y la toma de decisiones tanto en políticas de salud pública como en la práctica clínica en centros de salud y educativos.

Metodología

Muestra

Se analizaron datos de 20.550 hombres y 20.451 mujeres de entre 0 a 19 años derivados de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012 (ENSANUT-2012); se solicitó el acceso a la información al Instituto Nacional de Salud Pública (INSP) a través del portal: http://ensanut.insp.mx/basesdoctos.php#.VY2IO_l_Oko.

Los responsables de la encuesta declaran que todo participante firmó un consentimiento informado, que su información personal se salvaguardó al no hacerla disponible en la base de datos proporcionada, y que la ENSANUT-2012 fue aprobada por el Comité de Ética del INSP

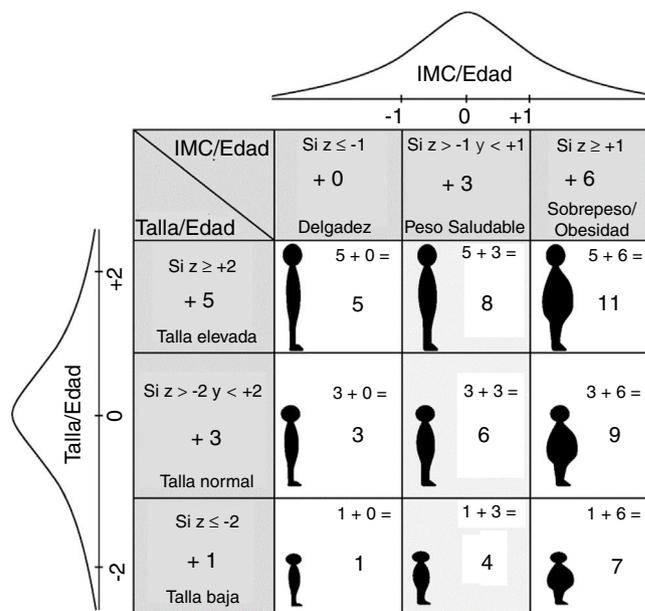


Figura 1 Cálculo de códigos de Nutrimetría.

de México. Esta encuesta utilizó un muestreo probabilístico, polietápico y estratificado, con tasa de respuesta de hogares del 87%¹⁷.

Procedimiento

La Nutrimetría es un método que permite cruzar información de dos variables antropométricas con intención de facilitar su interpretación conjunta. Se calcula agregando las ponderaciones de ambas variables en función de rangos normativos.

Este trabajo aplicó Nutrimetría utilizando Z de talla para edad (Z-talla) y Z de IMC para edad (Z-IMC) según referencias de la OMS⁸. Dichas puntuaciones Z se utilizaron para obtener un índice combinado con nueve categorías que se denominarán «Nutricódigo». Como se representa en la figura 1, a partir de la Z-talla, se sumó un punto si la puntuación $Z \leq -2$, cinco puntos si $Z \geq 2$ y tres puntos para el resto de sus valores. Para el Z-IMC se sumó cero si la puntuación $Z \leq -1$, seis si $Z \geq 1$ y tres para el resto¹⁵. Como resultado, se asignó a cada observación un código de los nueve posibles: 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 11, los cuales representan diagnósticos diferentes del estado nutricional. Los valores de prevalencia para cada categoría se dispusieron en un cuadrado 3×3 (figura 1), para una interpretación conceptual más sencilla; la asignación de valores se hizo de forma que los niveles normales de la variable horizontal resultaran siempre en números pares, y los normales de la variable vertical en múltiplos de tres; de esta manera los números pares 4, 6, 8 reflejan un peso saludable, los impares pequeños 1, 3, 5 delgadez y los impares grandes 7, 9, 11, sobrepeso u obesidad, mientras que los números 3, 6, 9 representan una talla normal, los números 1, 4, 7 tallas bajas y los números 5, 8 y 11 tallas elevadas. Cabe destacar que cada código impar implica riesgos distintos para la salud dependiendo de la interacción de las variables cruzadas.

El número de desviaciones estándar utilizados para Z-IMC se eligió dado que la OMS considera sobrepeso en niños de 5

a 19 años a partir de $Z \geq +1$. Además, en categorías de emaciación/delgadez existe un riesgo relativamente inmediato de muerte, por lo cual la detección de subpoblación en etapas tempranas de riesgo permitirá acciones preventivas más efectivas en ambos extremos.

En la ENSANUT-2012 se identificaron los valores Z-talla e Z-IMC según estándares de la OMS y se ejecutaron las estimaciones acorde al diseño de la encuesta. Mediante el cálculo de probabilidad condicional para cada código, se comparó cada valor con lo esperable según la distribución normal y algunos intervalos alrededor de estos (ver [anexo](#)), lo que permitió apreciar diferencias entre lo observado en México y lo esperable en una población «normal» de niños de acuerdo a los criterios de la OMS, estudiando su distribución geográfica por estados y por sexo y realizando una representación gráfica de ello.

Resultados

Se analizó la diferencia entre frecuencias observadas y esperadas en todos los Nutricódigos, y en todos los casos fueron estadísticamente significativas ($\chi^2(\text{gl}8) = 100,33, p \leq 0,001$). Las prevalencias por Nutricódigo y por Z-IMC, en hombres y mujeres —divididos en preescolares (0-4 años), escolares (5-11 años) y adolescentes (12-19 años), y su comparación con el porcentaje esperado se muestran en la [tabla 1](#).

En los códigos impares pequeños (1, 3 y 5) que representan delgadez se observa una prevalencia relativamente baja (del 0,0 al 10,3%) pero mayor a la esperada en 1 y 5; al agrupar los datos de los tres códigos ($Z\text{-IMC} \leq -1$) solo se aprecia que la prevalencia es menor a la esperada (del 6,20 al 11,8%). Para los impares grandes (7, 9 y 11), que representan sobrepeso/obesidad, se observa una prevalencia más elevada (del 0,10 al 33,50%), concentrando alrededor del 30% de casos en el código 9; estos, agrupados en $Z\text{-IMC} \geq 1$, tienen una prevalencia del 32,1 al 36,3%, aproximadamente el doble de lo esperado en una distribución normal.

En cuanto a los números pares que representan peso saludable, menos del 3,3% están en el código 8, del 35,8 al 56,5% en el 6, y en el código 4, hombres y mujeres adolescentes difieren claramente entre sí (2,3 y 23,3%, respectivamente), mientras que agrupados entre ± 1 Z-IMC solo se distingue que las prevalencias van del 51,9 al 61,7% y son menores a lo esperado.

Si se analizan los códigos de acuerdo a la Z-talla, en los más altos (5, 8 y 11) la prevalencia en todos, excepto en adolescentes varones (7,4%), no suma más del 2,2%. En los códigos de Z-talla baja (1, 4 y 7) la prevalencia es menor del 9% durante la infancia temprana y la niñez, pero en las mujeres adolescentes esta alcanza un 23,3% en el código 4 y un 13,3% en el 7.

Finalmente, en los códigos del Z-talla normales (3, 6 y 9) se encuentra la mayor concentración de niños, sobre todo en el número 6 (del 35,8 al 56,5%), seguido de manera preocupantemente cerca del 9 (del 20,4 al 33,5%).

Para ilustrar epidemiológicamente la aplicación de Nutrimetría, la [figura 2](#) combina las prevalencias de cada código con la probabilidad a priori de encontrar esos valores. Para cada código hay cinco categorías de valores esperables, que se muestran en la leyenda. Si hay más de lo esperable, el color es más intenso, y si hay menos de lo esperable,

el color es más claro. Si la muestra tuviera una distribución normal en ambas variables (Z-IMC y Z-talla), los mapas quedarían iluminados del color intermedio. Los códigos 1, 5, 7 y 11, que combinan las puntuaciones Z extremas (altos-delgados, altos-sobrepeso, bajos-delgados y bajos-sobrepeso), son donde se esperan prevalencias menores, seguidos de los códigos 4 y 8; 3 y 9, y 6.

En los códigos de menor prevalencia (1, 5, 7 y 11) la mayoría de los estados presenta más mujeres bajas que altas, a excepción de algunos estados del norte, como Chihuahua, Coahuila, Durango y Nayarit, donde existe una prevalencia similar en los cuatro códigos. Para los varones se observa que en estados del norte, como Baja California norte y sur, Sonora, Sinaloa, Durango y Nayarit, hay mayor prevalencia en el código 5 que en el 1, contrario a lo que sucede en estados del sur como Oaxaca y Chiapas.

Para los códigos 4 y 8 de Z-IMC normal, hay más hombres altos en el norte y bajos en el sur, mientras que en las mujeres hay mayor prevalencia de chicas bajas que altas en todo México.

Entre los códigos 3 y 9 es notoria la mayor cantidad de varones y mujeres obesas con estaturas promedio, que delgadas con estaturas promedio.

En general, para las mujeres el color rojo intenso predomina en todo el país en los códigos 1, 4, 7 y 9, hay menos niñas en códigos 6 de lo normal, y claramente menos de lo esperable en el código 8. Por su parte, para los varones el azul oscuro predomina en todo el país para los códigos 7, 9 y 11, en el sur hay prevalencias mayores a las esperadas en los códigos 1 y 4, y en el norte en los códigos 5 y 8.

Discusión

La Nutrimetría ofrece datos más específicos que el Z-IMC, y su uso como índice de referencia en estudios de epidemiología permitiría describir y analizar la distribución poblacional de la malnutrición con mayor detalle en subgrupos que cruzan dos características antropométricas importantes.

Esto se aprecia al observar que las prevalencias del Z-IMC en $z \ll -1$ y «0» son menores a lo esperado según la distribución normal y las encontradas en «+1» son el doble, lo cual dirige la atención hacia la población en riesgo de sobrepeso, con sobrepeso u obesidad, mientras que con Nutrimetría y su distribución condicional, adicionalmente se detecta que las bajas prevalencias de Z-IMC «-1» se dan específicamente en aquellos con tallas normales (código 3) y en adolescentes altas (código 5); en cambio, existe una distribución mayor a la esperada en niños(as) de estaturas bajas (código 1) y en preescolares y adolescentes varones altos (código 5), resultados que indican que aunque hay pocos niños en riesgo de desnutrición aguda (código 3), el retraso en el crecimiento de niños con $Z\text{-IMC} \leq -1$ (código 1) es una condición persistente que requiere atención, especialmente en mujeres de 5 a 19 años.

En los códigos impares grandes la profusión de casos con respecto a lo esperado se da en los códigos: 9 de todos los grupos, 7 de todos excepto adolescentes varones y 11 de escolares y hombres adolescentes, indicando que en México la mayoría de niños(as) y adolescentes con riesgo de sobrepeso (preescolares), sobrepeso y obesidad (escolares y adolescentes) se concentran en tallas medias y bajas,

Tabla 1 Prevalencia según Nutricódigo de peso y talla, y puntuaciones z de IMC. Datos de la ENSANUT-2012

	± 20% F.E.	Hombres			Mujeres		
		Edades en años			Edades en años		
		0-4	5-11	12-19	0-4	5-11	12-19
Delgadez							
<i>Nutricódigo</i>							
1	0,29-0,43	0,80	0,80	0,90	0,80	1,20	3,60
3	12,11-18,17	5,20	5,10	8,20	5,30	10,30	3,50
5	0,29-0,43	1,10	0,30	0,90	0,70	0,30	0,00
<i>IMC-Z</i>							
-1	12,69-19,04	7,10	6,20	10,00	6,80	11,80	7,10
Normalidad							
<i>Nutricódigo</i>							
4	1,24-1,86	8,80	4,80	2,30	7,10	4,80	23,30
6	52,13-78,20	48,10	56,60	54,50	53,40	46,70	35,80
8	1,24-1,86	0,50	0,40	3,30	0,60	0,40	0,00
<i>IMC-Z</i>							
0	54,60-81,91	57,40	61,70	60,00	61,10	51,90	59,20
Sobrepeso/Obesidad							
<i>Nutricódigo</i>							
7	0,29-0,43	5,60	1,00	0,40	4,40	1,30	13,30
9	12,11-18,17	29,50	29,90	26,40	27,50	33,50	20,40
11	0,29-0,43	0,40	0,20	3,20	0,20	1,50	0,10
<i>IMC-Z</i>							
+1	12,69-19,04	35,50	32,10	30,00	32,10	36,30	33,70

Los Nutricódigos representan diferentes estados nutricionales de talla e IMC: 1 = Z-Talla baja + Z-IMC bajo; 3 = Z-Talla normal + Z-IMC bajo; 5 = Z-Talla alta + Z-IMC bajo; 4 = Z-Talla baja + Z-IMC normal; 6 = Z-Talla normal + Z-IMC normal; 8 = Z-Talla alta + Z-IMC normal; 7 = Z-Talla baja + Z-IMC alto; 9 = Z-Talla normal + Z-IMC alto; 11 = Z-Talla alta + Z-IMC alto.

Los números en IMC-Z representan: -1 = Z-IMC ≤ -1z; 0 = Z-IMC entre ±1z; +1 = Z-IMC ≥ +1z.

La columna ±20% F.E. representa un intervalo de ±20% de la frecuencia esperada en cada código de acuerdo a la probabilidad condicional de la distribución normal de las variables.

pero además en niños(as) de 5 a 19 años hay una tendencia de Z-IMC elevado si se tiene una Z-talla elevada, por lo que se especula existe una relación entre talla-IMC similar que en Estados Unidos, donde en los últimos 40 años personas altas incrementaron su IMC más rápido que personas de baja estatura¹⁸.

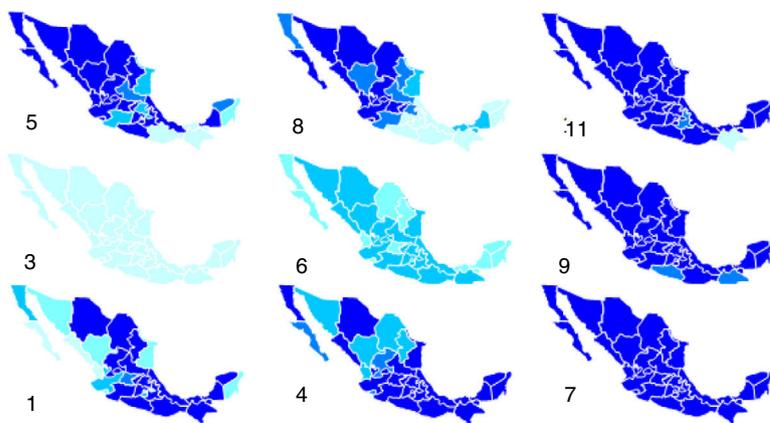
Así, la información presentada por códigos permitió detectar desviaciones específicas de los datos, poniendo de manifiesto valores que indican una distribución inesperada de Z-IMC y Z-talla en niños mexicanos, pues se observó una prevalencia mayor a la esperable en los códigos 1, 4, 7, 9 y 11, y ligeramente menor a la esperable en el código 6, que al tratarse de una proporción grande del total afecta significativamente a la distribución, denotando que el promedio del mexicano es mayor en baja estatura y sobrepeso/obesidad que los estándares de la OMS, resultados consistentes con lo encontrado en otros estudios^{15,19}, que invitan a estudiar la existencia de factores genéticos, sociales y económicos que inclinen a la población mexicana a dicha distribución.

Adicionalmente, mediante la representación gráfica se presentó una herramienta que permite el análisis por áreas geográficas, código y sexo, así como una comunicación más efectiva de los resultados, pues con observar la [figura 2](#) se puede decir que en México muchos niños(as), especialmente mujeres, tienen baja estatura (códigos 1, 4 y 7) y

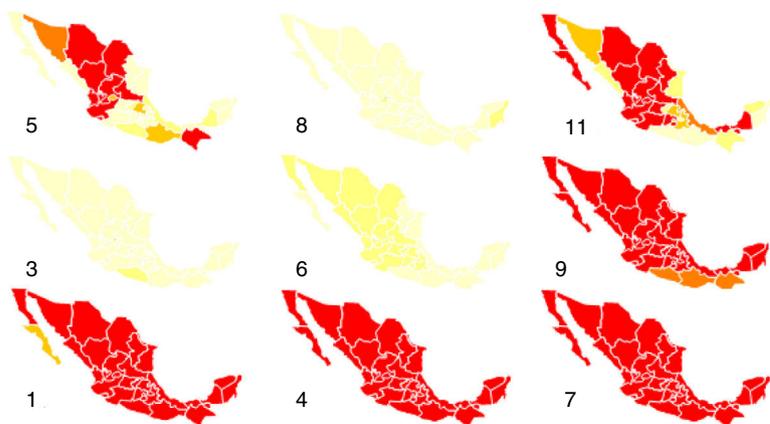
sobrepeso/obesidad (códigos 7, 9 y 11), que en estados del centro y norte niños y niñas, aun sin tener retraso en el crecimiento, tienen un Z-IMC bajo (código 5), y en estados del sur, excepto en Campeche, hay gran cantidad de varones con Z-talla y Z-IMC bajos (código 1).

En virtud de los resultados en Nutrimetría, las políticas públicas podrían apoyarse para analizar el alcance de sus intervenciones y/o dirigir sus enfoques. Por ejemplo, la prevalencia mayor a la esperada en código 1 señala un posible retraso en el crecimiento en función de una alimentación continuamente deficiente y/o de alguna enfermedad que evita la absorción de nutrientes²⁰; esto indica que aún no se alcanzan los objetivos en todos los estados, y que los programas que procuran acceso a una alimentación nutritiva, suficiente y de calidad (v.g., apoyo alimentario, abasto social de leche y dotación de nutrimentos) podrían tener un enfoque apropiado.

Por otra parte, aunque la prevalencia general en niños y niñas del código 3 es menor a lo esperado de acuerdo a las prevalencias condicionales, y como es de esperarse si se tiene en cuenta la prevalencia de emaciación nacional¹⁹, en el centro y norte del país el código 5 aún requiere atención. Debido a que las características de delgadez con talla de normal a elevada (códigos 3 y 5) indican una alteración reciente del estado de nutrición, sus causas principales



Colores	%	Códigos			
		1, 5, 7, 11	4, 8	3, 9	6
	≥35%	≥ 0,49	≥ 2,1	≥ 20,44	≥ 87,97
	+20 a +34,99 %	0,43 -0,49	1,86 -2,10	18,17 -20,44	78,20 -87,97
	± 19,99 %	0,29 -0,43	1,24 -1,86	12,11 -18,17	52,13 -78,20
	-20 a -34,99 %	0,23 -0,29	1,01 -1,24	9,84 -12,11	42,36 -52,13
	<-35 %	< 0,23	< 1,01	< 9,84	< 42,36



Nota: los números junto al lado izquierdo de cada mapa indican los Nutricódigos de peso y talla, junto a los colores en la tabla se muestra el grado de desviación con respecto al valor esperado (%), y los intervalos de prevalencia para cada código.

Figura 2 Nutricódigos de peso y talla comparados a través de los estados de México para mujeres (rojo) y hombres (azul) de entre 0 a 19 años de edad (ENSANUT, 2012).

posiblemente son similares a las de desnutrición aguda, como enfermedades que provoquen pérdidas, incremento de demandas metabólicas o dietas inadecuadas²¹ (v.g., trastornos de conductas alimentarias). Por ello, y dado el éxito alcanzado en el control de enfermedades diarreicas e infecciones respiratorias agudas en población infantil¹⁹, se sugeriría examinar tales prevalencias con referencia a problemas de conducta alimentaria cuyo riesgo ha aumentado un 0,5% de 2006 a 2012¹⁹; además, se recomienda que, independientemente de la causa, los programas de intervención dirigidos a esa población tengan un tratamiento inicial inmediato enfocado en estabilizar al niño e

identificar cualquier condición que amenace su vida, una fase de rehabilitación que incremente la energía e ingesta de nutrientes, una fase de seguimiento con paciente y familia para evitar recaídas, orientación alimentaria continua y atención psicológica en problemas de conducta alimentaria.

En cuanto a los códigos que indican sobrepeso y obesidad, hay prevalencias elevadas en niños de ambos sexos en todo México, en el suroeste principalmente de baja estatura (código 7), mientras que en estados del norte, centro y oeste la prevalencia de Z-IMC elevado en niñas altas (código 11) fue mayor que en el resto del país.

Como las causas probables de sobrepeso con retraso en el crecimiento (código 7) observadas en estados del suroeste van desde consumo de alimentos altos en calorías y bajos en nutrientes que repercuten en el crecimiento potencial²², infecciones recurrentes²³, hasta diagnósticos de enfermedades endocrinas²⁴, y las causas de talla baja son muy variadas (v.g., baja estatura familiar, síndromes genéticos, cardiopatía, nefropatía, enfermedad intestinal, factores socioeconómicos^{25,26}), e incluso la recurrente prevalencia elevada de talla baja en México^{15,19} podría implicar un rasgo genético de la población, se deben considerar el diagnóstico de padecimientos concomitantes y los antecedentes heredo-familiares para la planeación de intervenciones ante este código, decidiendo así si únicamente se debe abordar el problema de sobrepeso o si será necesario compensar déficits alimentarios, tratar enfermedades o —aunque poco prevalentes— déficits hormonales que entorpecen el desarrollo lineal, cuidando a su vez de no inducir ni potenciar el desarrollo del sobrepeso/obesidad, pues se ha constatado que existen mecanismos que favorecen incrementos rápidos de peso en niños con retraso en el crecimiento por malnutrición²⁷.

Mientras que para los estados del norte, centro y oeste del país, considerando que niños con estaturas elevadas y sobrepeso son más propensos a convertirse en adultos obesos que los altos o de estatura promedio pero con peso normal²⁸, y considerando la hipótesis de que personas altas elevan su IMC con mayor rapidez debido al fácil acceso a grandes cantidades de alimentos altamente calóricos y su poca habilidad para juzgar con precisión las porciones con respecto a sus necesidades y experiencia de saciedad¹⁸, se sugiere explorar los efectos de intervenciones que focalicen la educación nutricional con entrenamiento en reconocimiento de saciedad, autorregulación del balance energético y selección de alimentos, además de una regulación más rigurosa del tamaño de las porciones y la oferta de opciones saludables.

Adicionalmente los resultados indican que las intervenciones enfocadas a la población con sobrepeso y obesidad no han sido suficientes como estrategia nacional, y se podrían complementar con más iniciativas de prevención, como la creación de ambientes que promuevan estilos de vida saludable al tiempo que se refuercen e implementen intervenciones efectivas como las que confluyen educación alimentaria y actividad física en escenarios escolares²⁹ e involucran a familia y a la comunidad³⁰.

De esta manera, Nutrimetría puede utilizarse en escenarios implicados en el desarrollo integral del niño, tales como escuelas y centros de salud, pues además de proporcionar una perspectiva enriquecida al Z-IMC y ser fácil de explicar y entender, utiliza un lenguaje neutro que disuade la estigmatización de los individuos al evitar palabras como «obeso» o «flaco» y reportar sus resultado en números que orientan acciones específicas para que aquellos ubicados en códigos «impar» se perfilen hacia códigos «par», facilitando en niños y adolescentes la comunicación de los resultados y objetivos sin carga semántica emocional.

Podemos concluir que si bien la Nutrimetría como aquí se utiliza, al igual que el Z-IMC, no puede prescindir de otras mediciones que orienten con precisión sobre la composición corporal, tiene un uso más amplio por el mismo costo, pues aporta una metodología que permite integrar la

información de dos variables antropométricas que de por sí son medidas para obtener el Z-IMC, y su procesamiento no requiere software especializado. Además, permite analizarlas a nivel epidemiológico de forma conjunta, facilitando su interpretación en grandes grupos y promoviendo coherencia entre políticas públicas y acciones clínicas, y es una opción viable para el diagnóstico individual en complemento con otras medidas de composición corporal, así como para el cribado, la prevención, la intervención y el establecimiento de metas en ámbitos escolares, clínicos y epidemiológicos. Y además de ser accesible y de fácil obtención, cumple con los criterios de la OMS para considerarse como indicador antropométrico adecuado²⁰, pues al utilizar los estándares de crecimiento de la OMS 2006 para su interpretación, cuenta con estándares normativos basados en una muestra amplia, saludable y representativa; identifica individuos y poblaciones en distintos tipos de riesgo; permite plantear intervenciones específicas para evitar tratamientos innecesarios, y apoya la evaluación del cambio nutricional⁸.

Finalmente, Nutrimetría permite obtener códigos sencillos de interpretar, potencialmente relacionados con condiciones nutricionales específicas. Aquí se exponen algunas relaciones teóricas entre códigos y condiciones, con base a información existente, que sientan las bases para su estudio empírico, y se insta a realizar mayor investigación referente a los riesgos específicos que puedan dar lugar a cada código.

Declaraciones éticas

Los autores obtuvieron el acceso a los datos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012 de México, por medio del Instituto Nacional de Salud Pública de México. Los responsables de la encuesta declaran que todos los participantes firmaron un consentimiento informado antes de la encuesta y que la ENSANUT 2012 y el formulario de consentimiento fueron aprobados por el Comité de Ética del Instituto Nacional de Salud Pública (INSP) de México. La privacidad de los participantes está garantizada en el presente documento, pues no existen datos de identificación en la base de datos accedida, y además los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de identificación de los participantes.

Autoría

Selem-Solís, Jorge Enrique: Concepción del método, adquisición de datos, búsqueda bibliográfica, revisión del borrador del documento, revisión crítica de contenido intelectual y aprobación final del documento.

Alcocer-Gamboa, Alberto: Diseño del estudio, concepción del método, revisión crítica del contenido intelectual y aprobación final del documento.

Hattori-Hara, Mónica: Análisis de datos, interpretación de resultados, diseño de figuras, búsqueda bibliográfica para antecedentes y discusiones, redacción del borrador del artículo y aprobación final del documento.

Esteve-Lanao, Jonathan: Diseño del estudio, concepción del método, revisión crítica del contenido intelectual y aprobación final del documento.

Larumbe-Zabala, Eneko: Diseño del estudio, concepción del método, análisis estadísticos, interpretación de

resultados, diseño de mapas, búsqueda bibliográfica, revisión crítica del contenido intelectual y aprobación final del documento.

Conflicto de intereses

Ninguno.

Anexo. Material adicional

Se puede consultar material adicional a este artículo en su versión electrónica disponible en [doi:10.1016/j.endinu.2017.10.009](https://doi.org/10.1016/j.endinu.2017.10.009).

Bibliografía

- World Health Organization [WHO]. Joint child malnutrition estimates (UNICEF-WHO-WB) Global malnutrition trends (1990-2013). 2013 [consultado 10 Mar 2015]. Disponible en: <http://apps.who.int/gho/data/view.wrapper.nutrition-1-1?lang=en&showonly=nutrition>
- Rivera-Dommarco JA, Cuevas-Nasu L, González de Cosío T, Shamah-Levy T, García-Feregrino R. Desnutrición crónica en México en el último cuarto de siglo: análisis de cuatro encuestas nacionales. *Salud Publica Mex.* 2013;55:S161-9.
- World Health Organization [WHO]. Indicators for the global monitoring framework on Maternal, Infant and Young Child Nutrition (24 November 2014). 2014 [consultado 18 Mar 2015]. Disponible en: http://www.who.int/nutrition/topics/proposed_indicators_framework/en/
- Blackburn H, Jacobs D. Commentary: Origins and evolution of body mass index (BMI): Continuing saga. *Int J Epidemiol.* 2014;43:665-9.
- Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: International survey. *BMJ.* 2000;320:1240-6.
- Cole TJ, Lobstein T. Extended international (IOTF) body mass index cut-offs for thinness, overweight and obesity. *Pediatr Obes.* 2012;7:284-94.
- Kuczmarski RJ, Ogden CL, Guo SS, Grummer-Strawn LM, Flegal KM, Mei Z, et al. 2000 CDC Growth Charts for the United States: Methods and development. USA: National Center for Health Statistics; 2002.
- WHO Multicentre Growth Reference Study Group. WHO Child Growth Standards based on length/height, weight and age. *Acta Paediatr.* 2006;450 Suppl:76-85.
- De Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ.* 2007;86:660-6.
- Mei Z, Grummer-Strawn L, Pietrobelli A, Goulding A, Goran M, Dietz W. Validity of body mass index compared with other body-composition screening indexes for the assessment of body fatness in children and adolescents. *Am J Clin Nutr.* 2002;75:978-85.
- Bedogni G, Tiribelli C, Bellentani S. Body Mass Index: From Quételet to Evidence-Based Medicine. En: Ferrera LA, editor. *Body Mass Index: New Research.* New York: Nova Science Publishers; 2004. p. 1-12.
- Prado CM, Gonzalez MC, Heymsfield SB. Body composition phenotypes and obesity paradox. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2015;18:535-51.
- Neovius M, Linné Y, Rossner S. BMI, waist-circumference and waist-hip-ratio as diagnostic tests for fatness in adolescents. *Int J Obes.* 2005;29:163-9.
- Casanova MR. Técnicas de valoración del estado nutricional. *Vox Paediatrica.* 2003;11:26-35.
- Selem-Solis JE, Richaud-Lara M, Lópeo J, Alcocer-Gamboa A. Nutrimetry: The Scoring of Height and BMI. III World Congress of Public Health Nutrition. Spain: Las Palmas de Gran Canaria; 2014, 9-12 November.
- Selem-Solis JE, Richaud-Lara M, López-Velázquez L, Larumbe-Zabala E, Esteve-Lanao J, Alcocer-Gamboa A. Application of Nutrimetry to the Mexican National Health and Nutrition Survey 2012. III World Congress of Public Health Nutrition. Spain: Las Palmas de Gran Canaria; 2014, 9-12 November.
- Romero-Martínez M, Shamah-Levy T, Franco-Núñez A, Villalpando S, Cuevas-Nasu L, Gutiérrez JP, et al. National Health and Nutrition Survey 2012: Design and coverage. *Salud Publica Mex.* 2013;55:S332-40.
- Cohen DA, Sturm R. Body mass index is increasing faster among taller persons. *Am J Clin Nutr.* 2008;87:445-8.
- Gutiérrez JP, Rivera-Dommarco J, Shamah-Levy T, Villalpando-Hernández S, Franco A, Cuevas-Nasu L, et al. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados Nacionales. Cuernavaca: Instituto Nacional de Salud Pública (MX); 2012. Disponible en: http://ensanut.insp.mx/informes/ENSANUT2012_ResultadosNacionales.pdf
- World Health Organization (WHO). Physical Status: The Use and Interpretation of Anthropometry: Report of a WHO expert committee. Switzerland: WHO; 1995.
- Picot J, Hartwell D, Harris P, Mendes D, Clegg AJ, Takeda A. The effectiveness of interventions to treat severe acute malnutrition in young children: A systematic review. *Health Technol Assess.* 2012;16:1-316.
- Popkin BM, Richards MK, Montiero CA. Stunting is associated with overweight in children of four nations that are undergoing the nutrition transition. *J Nutr.* 1996;126:3009-16.
- Organización Mundial de la Salud. Curso de capacitación sobre la evaluación del crecimiento del niño. «C» Interpretando los indicadores del crecimiento. Ginebra: OMS; 2008.
- Reinehr T, Hinney A, de Sousa G, Austrup F, Hebebrand J, Andler W. Definable somatic disorders in overweight children and adolescents. *J Pediatr.* 2007;150:618-22.
- Oostdijk W, Grote FK, de Muinck Keizer-Schrama SMPF, Wit JM. Diagnostic approach in children with short stature. *Horm Res Paediatr.* 2009;72:206-17.
- Rogol A. Causes of short stature. UpToDate. 2014. Disponible en: <http://www.uptodate.com/contents/causes-of-short-stature>
- Hoffman DJ, Sawaya AL, Verreschi I, Tucker KL, Roberts SB. Why are nutritionally stunted children at increased risk of obesity? Studies of metabolic rate and fat oxidation in shantytown children from São Paulo, Brazil. *Am J Clin Nutr.* 2000;72:702-7.
- Freedman DS, Khan LK, Mei Z, Dietz WH, Srinivasan SR, Berenson GS. Relation of childhood height to obesity among adults: The Bogalusa Heart Study. *Pediatrics.* 2002;109:1-7.
- Mancipe-Navarrete JA, García Villamil SS, Correa Bautista JE, Meneses-Echávez JF, González-Jiménez E, Schmidt Rio-Valle J. Efectividad de las intervenciones educativas realizadas en América Latina para la prevención del sobrepeso y obesidad infantil en niños escolares de 6 a 17 años: una revisión sistemática. *Nutr Hosp.* 2015;31:102-14.
- Wang Y, Wu Y, Wilson RF, Bleich S, Cheskin L, Weston C, et al. Childhood Obesity Prevention Programs: Comparative Effectiveness Review and Meta-Analysis No. 115. Agency for Healthcare Research and Quality. 2013.