



Rendimiento diagnóstico de tres índices antropométricos de peso y talla para síndrome metabólico en trabajadores

Diagnostic performance of three anthropometric indices of weight and height for metabolic syndrome in workers

Gianella Zulema Zeñas- Trujillo¹ <https://orcid.org/0000-0002-3059-8184>

Víctor Juan Vera-Ponce^{1,2*} <https://orcid.org/0000-0003-4075-9049>

Irma Trujillo Ramírez³ <https://orcid.org/0000-0002-2431-8211>

¹Universidad Ricardo Palma. Instituto de Investigaciones en Ciencias Biomédicas. Lima, Perú.

²Universidad Tecnológica del Perú. Lima, Perú.

³Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Medicina. Unidad de Posgrado. Lima, Perú.

*Autor para la correspondencia. Correo electrónico: victor.vera@urp.edu.pe

RESUMEN

Introducción: La presencia del síndrome metabólico está asociada con enfermedades crónicas a largo plazo, por lo que se buscan diferentes formas de obtener un diagnóstico temprano.

Objetivo: Determinar el rendimiento diagnóstico de 3 índices antropométricos de peso y talla para síndrome metabólico en una muestra de trabajadores peruanos.

Métodos: La población son trabajadores de 18 a 65 años, de ambos sexos, ocupación operarios y administrativos. Las variables estudiadas son: edad, sexo, ocupación, peso, talla, perímetro de cintura, antecedentes de diabetes mellitus tipo 2, presión arterial sistólica, diastólica, glucosa en ayunas, triglicéridos y lipoproteína de alta densidad. Se incluyeron 370 trabajadores, se crearon curvas características operativa del receptor con su respectiva área bajo la curva (AUC), se obtuvo la sensibilidad y especificidad de cada índice.

<http://scielo.sld.cu>

<http://www.revmedmilitar.sld.cu>



Resultados: Del total, el 20 % presentó síndrome metabólico; el 46,76 % fueron mujeres, el 60 % tomaron alcohol alguna vez, el 5,14 % señaló haber fumado. El índice de masa corporal tuvo la mayor AUC= 0,73; corte= 26,04; sensibilidad= 78,4 y especificidad= 67,9) seguido del nuevo índice de masa corporal (AUC= 0,70; corte= 27,85; sensibilidad= 68,9 y especificidad= 70,6); el último lugar lo ocupa el índice triponderal (AUC= 0,66; corte= 16,67; sensibilidad= 67,6 y especificidad= 64,5); los parámetros para síndrome metabólico mostraron asociación estadísticamente significativa.

Conclusión: El índice de masa corporal es el de mejor rendimiento diagnóstico para síndrome metabólico; podría ser un predictor útil para detectar este síndrome.

Palabras clave: síndrome metabólico; índice de masa corporal; diagnóstico precoz; sensibilidad y especificidad; área bajo la curva.

ABSTRACT

Introduction: Metabolic syndrome is associated with long-term chronic diseases, which is why different ways of obtaining an early diagnosis are sought.

Objective: To determine the diagnostic yield of 3 anthropometric indices of weight and height for metabolic syndrome in a sample of Peruvian workers.

Methods: The population are workers from 18 to 65 years old, both sexes, occupation operators and administrators; the studied variables were: age, sex, occupation, weight, height, waist circumference, history of type 2 diabetes mellitus, pressure systolic and diastolic blood pressure, fasting glucose, triglycerides, and high-density lipoprotein; 370 workers were included, receiver operating characteristic curves (ROC) were created with their respective area under the curve, obtaining the sensitivity and specificity of each of the indices.

Results: Of the total number of workers, 20% presented Metabolic Syndrome; 46.76% were women, 60% drank alcohol at some time, and 5.14% reported having smoked. The Body Mass Index the greatest ROC= 0.73; cutoff= 26.04; sensitivity= 78.4 and specificity= 67.9) followed by the New Body Mass Index (ROC= 0.70; cutoff= 27.85; sensitivity= 68.9 and specificity= 70.6), the last place was occupied by the Triponderal Index (ROC= 0.66; cutoff= 16.67; sensitivity= 67.6 and specificity= 64.5); the parameters for metabolic syndrome showed a statistically significant association.



Conclusion: Body Mass Index is the best diagnostic yield for Metabolic Syndrome and could be a useful predictor to detect this syndrome.

Keywords: metabolic syndrome; body mass index; early diagnosis; sensitivity and specificity; area under curve.

Recibido: 14/11/2022

Aprobado: 24/03/2023

INTRODUCCIÓN

El síndrome metabólico (SM) incluye un conjunto de desregulaciones metabólicas, que abarcan la dislipidemia aterogénica, resistencia a la insulina, obesidad central y presión arterial alta.⁽¹⁾ Conduce a un mayor riesgo, a largo plazo, de desarrollo de trastornos neurológicos, enfermedades cardiometabólicas y algunos tipos de cáncer.^(2,3,4,5) También se ha asociado recientemente con un aumento de la hospitalización y la mortalidad por enfermedades infecciosas.^(6,7)

Un estudio realizado en EE. UU.⁽⁸⁾ estima que, durante el 2018, más de mil millones de personas en el mundo están afectadas por el SM. Una investigación⁽⁹⁾ llevada a cabo en Perú, en 2021, revela que el 48,6 % de la población estudiada presentaba este síndrome, una cifra superior a la reportada en países vecinos, como Argentina donde mediante una revisión sistemática,⁽¹⁰⁾ se muestra que la prevalencia de SM en adultos fue del 28,7 %.

Debido al desafío que el SM representa para la salud pública, especialmente para países en vías de desarrollo, se buscan diferentes formas de obtener un diagnóstico temprano, incluso en ausencia de todos los demás componentes. Para ello, estudios⁽¹¹⁾ proponen el uso de fórmulas a través del peso y la talla, debido la sencilla forma de obtener estas medidas antropométricas. Entre estos, se encuentran el índice de masa corporal (IMC), el índice triponderal (ITP)⁽¹²⁾ y el nuevo índice de masa corporal (IMC_N).⁽¹³⁾



Sin embargo, enfocado solo en el peso y la talla, aún no está estandarizado qué índice antropométrico se debe utilizar para SM.

El objetivo del presente estudio es determinar el rendimiento diagnóstico de 3 índices antropométricos de peso y talla para síndrome metabólico en trabajadores peruanos.

MÉTODOS

Diseño del estudio

Estudio analítico transversal de prueba diagnóstica. Análisis secundario de los datos obtenidos mediante el registro electrónico en salud de un Policlínico ocupacional ubicado en Lima, Perú.

Población, muestra y criterios de elegibilidad

La base de datos estuvo constituida por la información de los resultados de los exámenes médicos y de laboratorio realizados en trabajadores que realizaron su evaluación ocupacional. La población se conformó por trabajadores de entre 18 a 65 años del Policlínico María Graña de Lima, Perú. Se solicitaron los registros de los trabajadores que habían sido evaluados desde el 2017 hasta febrero del año 2020. Durante ese periodo se evaluó un total de 8 977 sujetos. Se pidió solo las observaciones de las personas que tuvieran en su totalidad las siguientes variables: edad, sexo, ocupación, peso, talla, perímetro de cintura, antecedentes de diabetes mellitus tipo 2, presión arterial sistólica (PAS), presión arterial diastólica (PAD), glucosa en ayunas, triglicéridos y lipoproteína de alta densidad (cHDL). Adicionalmente, se pidió que la base de datos debía excluir gestantes y trabajadores reevaluados, para evitar duplicados. El personal del policlínico entregó una base de datos con un total de 370 sujetos (Fig. 1).

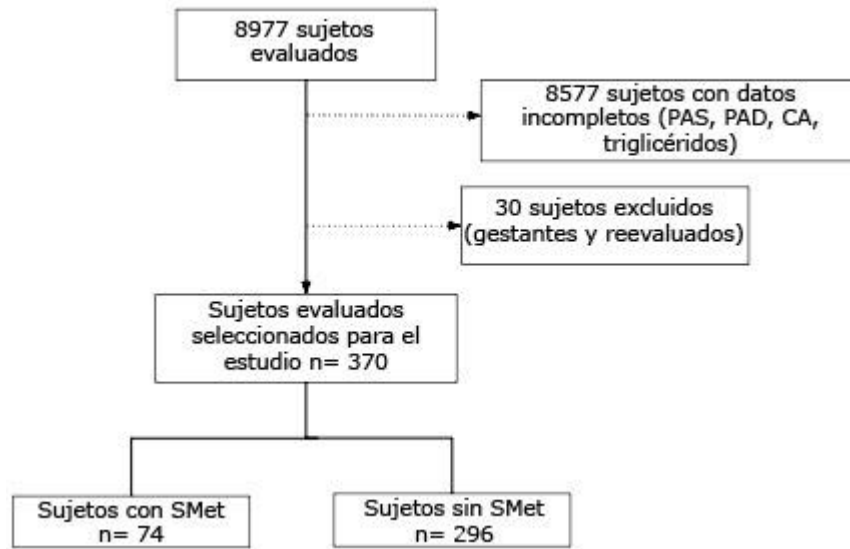


Fig. 1 - Proceso de selección de sujetos para el estudio.

Definición de variables

Variable respuesta: para definir la presencia de SM se utilizaron los criterios de la Asociación Latinoamericana de Diabetes (ALAD).⁽¹⁴⁾ Se consideró SM si presentaban al menos 3 de los siguientes componentes:

- Obesidad abdominal (perímetro de cintura ≥ 94 cm en hombres y ≥ 88 cm en mujeres).
- Hipertrigliceridemia (> 150 mg/dL).
- cHDL bajo (< 40 mg/dL en hombres o < 50 mg/dL en mujeres).
- Presión arterial elevada (PAS ≥ 130 mmHg o PAD ≥ 85 mmHg).
- Alteración en la regulación de la glucosa (glicemia en ayunas ≥ 100 mg/dL o en tratamiento para glicemia elevada).

Variables de exposición: fueron consideradas 3 para probar su rendimiento diagnóstico:

- IMC = peso (kg) / talla² (m)



- $ITP = \text{peso (kg)} / \text{talla}^3 \text{ (m)}$
- $IMC_N = 1,3 \times (\text{peso (kg)} / \text{talla (m)}^{2,5})$

Otras variables: se incluyeron, además:

- Sexo.
- Edad (categorizado en 18 a 29 años, 30 a 44 años y 45 a 65 años).
- Ocupación (operario vs. administrativo).
- Consumo de cigarrillos (si vs. no).
- Consumo de alcohol (si vs. no).
- Actividad física (si vs. no).

Recolección de datos y procedimiento

Cada trabajador, al llegar al policlínico para ser evaluado, pasa por un proceso similar que se detalla a continuación. El personal de enfermería realiza la toma de peso con una balanza digital de pie, marca Sohenle con capacidad de 120 kg; la talla, con un tallímetro de madera, móvil; el perímetro de cintura con una cinta métrica flexible, a nivel del punto medio entre el borde inferior de las costillas y la cresta iliaca, pasando por el medio centímetro más cercano al ombligo; y la presión arterial, con un monitor de presión arterial digital marca Omron .

Luego se toma una muestra de sangre, previo aviso de que haya tomado 8 horas de ayuno. Finalmente se evalúa por el médico evaluador ocupacional.

Análisis estadístico

La base de datos fue entregada en formato Excel y los análisis estadísticos se realizaron utilizando el programa STATA versión 17. Los participantes del estudio se estratificaron en grupos con SM y sin SM. Los datos se presentan como frecuencias absolutas y relativas para las variables categóricas y media \pm desviación estándar, o mediana más rango intercuartílico, para las variables continuas; según la



distribución de normalidad a través del gráfico cuantil – cuantil. Se realizó un análisis con la prueba U de Mann Whitney así como con el ji cuadrado de independencia.

Para evaluar el rendimiento diagnóstico discriminativo se utilizó como método estadístico y gráfico el análisis de curvas característica operativa del receptor (COR) y su respectiva área bajo la curva (AUC por sus siglas en inglés). Se calculó la sensibilidad (Sens), especificidad (Esp), valor predictivo positivo (VPP), negativo (VPN), cociente de verosimilitud positivo (CV+) y negativo (CV-). Para calcular el punto de corte óptimo se utilizó el índice de Youden.

Finalmente, cada índice fue dividido en tertiles y se realizó un análisis de regresión bivariada y multivariable de Poisson con varianza robusta. Las variables incluidas en el modelo multivariable fueron edad, sexo, consumo de cigarrillos, consumo de alcohol y actividad física. La medida de asociación fue la razón de prevalencia (RP) cruda (RPc) y ajustada (RPa), con su respectivo intervalo de confianza al 95 % (IC95 %). Se consideró como estadísticamente significativo si presentaba un valor $p < 0,05$.

Aspectos éticos

La base de datos se proporcionó mediante codificación, por lo que no se tuvo acceso a ningún nombre o apellido de los sujetos de estudio; se respetó el anonimato y confidencialidad de los participantes. Los riesgos para los participantes fueron mínimos, ya que no se realizó ningún contacto con alguna persona del estudio.

RESULTADOS

Del total de trabajadores seleccionados para el estudio, el 20 % presentó SM; el 46,76 % son mujeres y el 63,51 % operarios. Con respecto a los hábitos nocivos, el 60 % refirió haber tomado alcohol alguna vez, mientras que solo el 5,14 % señaló haber fumado.

En el análisis bivariado, el sexo ($p < 0,001$), la edad ($p < 0,001$) y los parámetros para SM mostraron asociación estadísticamente significativa (tabla 1).



Tabla 1 - Análisis de la población de estudio y análisis bivariado de las características asociadas a la presencia de SM

Características	Total- n (%)	Síndrome metabólico		valor p*
		Ausente- n (%)	Presente -n (%)	
Sexo				
Femenino	173 (46,76)	111 (64,16)	62 (35,84)	< 0,001
Masculino	197 (53,24)	185 (93,91)	12 (6,09)	
Edad				
18 a 29 años	96 (25,95)	92 (95,83)	4 (4,17)	< 0,001
30 a 44 años.	135 (36,49)	109 (80,74)	26 (19,26)	
45 a 65 años	139 (37,57)	95 (68,35)	44 (31,65)	
Ocupación				
Operario	235 (63,51)	185 (78,72)	50 (21,28)	0,418
Administrativo	135 (36,49)	111 (82,22)	24 (17,78)	
Consumo de alcohol				
No	148 (40,00)	117 (79,05)	31 (20,95)	0,710
Sí	222 (60,00)	179 (80,63)	43 (19,37)	
Consumo de cigarrillos				
No	351 (94,86)	278 (79,20)	73 (20,80)	0,099
Sí	19 (5,14)	18 (94,74)	1 (5,26)	
Actividad física				
No	242 (65,41)	-	44 (18,18)	0,229
Sí	128 (34,59)	98 (76,56)	30 (23,44)	
Parámetros para SM				
Índice de masa corporal	24,98 (18,95 - 41,08)	24,36 (22,23 - 27,48)	28,38 (26,13 - 31,12)	< 0,001**
Índice triponderado	16,10 (11,78 - 26,20)	15,72 (14,09 - 17,70)	17,68 (15,60 - 19,44)	< 0,001**
Nuevo índice de masa corporal	26,06 (19,58 - 42,65)	25,41 (22,10 - 28,53)	29,14 (26,17 - 31,87)	< 0,001**

* Análisis realizado con el *ji* cuadrado de independencia

** Análisis realizado con la prueba U de Mann Whitney



En relación con el análisis COR y el AUC de los parámetros puestos a prueba para la identificación de SM, la tabla 2 muestra que el IMC tuvo el mayor AUC (0,73) seguido del IMC_N (AUC= 0,70), mientras que en el último lugar lo ocupó el IMT (AUC= 0,66). Se encontró que el parámetro con mayor sensibilidad fue el IMC (punto de corte= 26,04; Sens= 78,4 y Esp = 67,9) y el parámetro con mayor especificidad fue el IMC_N (punto de corte= 27,85; Sens= 68,9 y Esp= 70,6).

Tabla 2 - Valores diagnósticos del IMC, IMT y el IMC_N para el síndrome metabólico en trabajadores evaluados en una clínica ocupacional

Índices	AUC IC95 %	Punto de corte	Sens (%) IC95 %	Esp (%) IC95 %	VVP (%) IC95 %	VPN (%) IC95 %	LR+ IC95 %	LR- IC95 %
IMC	0,73 (0,68 - 0,79)	26,04	78,4 (67,3 - 87,1)	67,9 (62,3 - 73,2)	37,9 (30,2 - 46,1)	92,6 (88,3 - 95,7)	2,44 (1,99 - 3,00)	0,32 (0,20 - 0,49)
ITP	0,66 (0,60 - 0,72)	16,67	67,6 (55,7 - 78,0)	64,5 (58,8 - 70,0)	32,3 (25,0 - 40,2)	88,8 (83,8 - 92,7)	1,90 (1,53 - 2,37)	0,50 (0,36 - 0,71)
IMC _N	0,70 (0,64 - 0,76)	27,85	68,9 (57,1 - 79,2)	70,6 (65,1 - 75,7)	37,0 (28,9 - 45,6)	90,1 (85,5 - 93,6)	2,34 (1,86 - 2,96)	0,44 (0,31 - 0,76)

IMC: índice de masa corporal; ITP: índice triponderal; IMC_N: nuevo índice de masa corporal; AUC: área bajo la curva, Sens: sensibilidad, Esp: especificidad, VPP: valor predictivo positivo, VPN: valor predictivo negativo, IC95 %: intervalo de confianza al 95 %.

El análisis multivariable encontró que la asociación con SM se incrementó significativamente con el aumento de sus niveles, sobre todo en el tercer tercil en IMC (PRa: 7,893; IC95 % 3,573-17,438; p< 0,001), ITP (PRa: 3,926; IC95 % 2,001-7,704; p< 0,001) y IMC_N (PRa: 7,546; IC95 % 3,355-16,975; p< 0,001), en comparación con cada tercil inferior, respectivamente (tabla 3).



Tabla 3 - Análisis de regresión multivariable simple y ajustada de los cuartiles de IMC, IMT y el IMC_N para SM

Indicadores	Cuartil	PRa	IC95 %	p
Índice de masa corporal	Q1	Ref	-	-
	Q2	3,176	1,349 - 7,475	0,008
	Q3	7,893	3,573 - 17,438	< 0,001
Índice triponderado	Q1	Ref	-	-
	Q2	2,314	1,173 - 4,564	0,016
	Q3	3,926	2,001 - 7,704	< 0,001
Nuevo índice de masa corporal	Q1	Ref	-	-
	Q2	3,530	1,529 - 8,150	0,003
	Q3	7,546	3,355 - 16,975	< 0,001

*ajustado por sexo, edad, ocupación, consumo de cigarrillos, consumo de alcohol y actividad física.

DISCUSIÓN

Hallazgos principales

El presente estudio sugiere que el IMC fue el mejor predictor entre todos los otros indicadores investigados tanto en hombres como mujeres, independientemente de la edad. Esta es la primera investigación en el Perú sobre este tema.

Comparación con otros estudios

Los hallazgos son compatibles con múltiples estudios. En un estudio de cohorte israelí, dirigido por *Ofer* y otros⁽¹⁵⁾ se encontró que el IMC proporciona un VPN muy alto para descartar el SM en hombres y mujeres, mayores y menores de 60 años Asimismo, una investigación realizada por *Ghachem* y otros⁽¹⁶⁾ demuestra que el IMC, a pesar de no tener en consideración el sexo, la edad y el origen étnico, es una herramienta clínica válida para predecir la gravedad del SM. En un estudio de *Radetti* y otros,⁽¹⁷⁾ realizado en una población de 1 528 mujeres caucásicas con obesidad, se comparó la precisión de diferentes índices antropométricos en la identificación de SM y demuestran que el IMC posee la especificidad más alta; también reconocen al IMC, por encima del índice de masa grasa, el ITP, la circunferencia de la cintura,



entre otros; como una herramienta útil, barata, práctica y fácil de usar, que facilita y agiliza el diagnóstico de este síndrome.

En el presente estudio, el ITP ocupó el segundo lugar como mejor índice diagnóstico. Este resultado difiere de otros estudios, como el realizado por *Peterson* y otros,⁽¹⁸⁾ en el cual el ITP estima los niveles de grasa corporal, con una precisión superior al del IMC. *Ramírez-Vélez* y otros⁽¹⁹⁾ mencionan que en edades tempranas, la utilidad de este marcador también fue superior a su antecesor. Sin embargo, una revisión sistemática llevada a cabo por *Sun* y otros⁽²⁰⁾ señalan un desempeño inconsistente del ITP en la identificación de los factores de riesgo cardiovascular específicos, que incluyen la hipertensión, resistencia a la insulina, dislipidemia e inflamación, que son los principales componentes del SM, lo cual explica que el ITP posea un rendimiento similar o inferior que el IMC para identificar el SM.

La fórmula del IMC_N fue propuesta por *Trefethen* $N^{(13)}$ para corregir posibles errores del IMC convencional, ya que este infravalora la adiposidad de las personas con una estatura menor a 1,69 m y la sobrevalora en personas de mayor estatura; también es incapaz de distinguir entre grasa, músculo y peso esquelético⁽²¹⁾ y no muestra mejor rendimientos frente al IMC ni al ITP. Este resultado difiere de otros estudios, como el realizado por *Bauce*⁽²²⁾ en el que concluye que esta nueva fórmula es similar al IMC tradicional, al evaluar el sobrepeso y la obesidad.

Existen estudios que sí poseen concordancia con los resultados del presente estudio, como el de *Van Haute* y otros,⁽²³⁾ cuyos resultados muestran que el IMC_N posee una especificidad y valor predictivo positivo significativamente más bajo que el IMC tradicional.

Limitaciones

Esta investigación es un estudio transversal, que no permite evaluar causalidad, por lo tanto, cabe la necesidad de realizar estudios prospectivos. Dado que se usó una base de datos secundaria, de un solo lugar, no es representativo de toda la población peruana.

El IMC tuvo el mejor rendimiento diagnóstico para SM. Se recomienda realizar estudios prospectivos para confirmar estos hallazgos.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fahed G, Aoun L, Bou Zerdan M, Allam S, Bou Zerdan M, Bouferraa Y, et al. Metabolic Syndrome: Updates on Pathophysiology and Management in 2021. *International Journal of Molecular Sciences*. 2022; 23(2):786. DOI:10.3390/ijms23020786
2. Rojas M, Chávez-Castillo M, Pirela D, Parra H, Nava M, Chacín M, et al. Metabolic Syndrome: Is It Time to Add the Central Nervous System? *Nutrients*. 2021; 13(7):2254. DOI: 10.3390/nu13072254
3. Bangen KJ, Armstrong NM, Au R, Gross AL. Metabolic Syndrome and Cognitive Trajectories in the Framingham Offspring Study. *Journal of Alzheimer's Disease*. 2019; 71(3):931–43. DOI: 10.3233/JAD-190261
4. Uzunlulu M, Caklili OT, Oguz A. Association between Metabolic Syndrome and Cancer. *ANM*. 2016; 68(3):173–9. DOI: 10.1159/000443743
5. Kachur S, Morera R, De Schutter A, Lavie CJ. Cardiovascular Risk in Patients with Prehypertension and the Metabolic Syndrome. *Curr Hypertens Rep*. 2018; 20(2):15. DOI: 10.1007/s11906-018-0801-2
6. Wu S, Zhou K, Misra-Hebert A, Bena J, Kashyap SR. Impact of Metabolic Syndrome on Severity of COVID-19 Illness. *Metabolic Syndrome and Related Disorders*. 2022; 20(4):191–8. DOI: 10.1089/met.2021.0102
7. Yanai H. Metabolic Syndrome and COVID-19. *Cardiol Res*. 2020; 11(6):360–5. DOI: 10.14740/cr1181
8. Saklayen MG. The Global Epidemic of the Metabolic Syndrome. *Curr Hypertens Rep*. 2018; 20(2):12. DOI: 10.1007/s11906-018-0812-z
9. Díaz-Ortega JL, Quispe-Tácunan A, Gallo-Ancajima M, Castro-Caracholi L, Yupari-Azabache I, Díaz-Ortega JL, et al. Indicadores de aterogenicidad en la predicción del síndrome metabólico en adultos, Trujillo-Perú. *Revista chilena de nutrición*. 2021; 48(4):586–94. DOI: 10.4067/S0717-75182021000400586
10. Diaz A, Espeche W, March C, Flores R, Parodi R, Genesio MA, et al. Prevalencia del síndrome metabólico en Argentina en los últimos 25 años: revisión sistemática de estudios observacionales poblacionales. *Hipertensión y Riesgo Vascular*. 2018; 35(2):64–9. DOI: 10.1016/j.hipert.2017.08.003



11. Domínguez-Reyes T, Quiroz-Vargas I, Salgado-Bernabé AB, Salgado-Goytia L, Muñoz-Valle JF, Parra-Rojas I. Las medidas antropométricas como indicadores predictivos de riesgo metabólico en una población mexicana. *Nutrición Hospitalaria*. 2017; 34(1):96–101. DOI: 10.20960/nh.983
12. Yeste D, Clemente M, Campos A, Fábregas A, Mogas E, Soler L, et al. Precisión diagnóstica del índice de masa triponderal (kg/m³) para identificar el fenotipo de riesgo metabólico en pacientes obesos. *Anales de Pediatría*. 2021; 94(2):68–74. DOI: 10.1016/j.anpedi.2020.04.004
13. Trefethen LN. BMI (Body Mass Index): Calculate your "New BMI". Oxford: Oxford University Mathematical Institute; 2013. [acceso: 29/05/2022]. Disponible en: <http://people.maths.ox.ac.uk/trefethen/bmi.html>
14. Ramírez-López LX, Aguilera AM, Rubio CM, Aguilar-Mateus ÁM. Síndrome metabólico: una revisión de criterios internacionales. *RCCAR*. 2022; 28(1):5885. DOI: 10.24875/RCCAR.M21000010
15. Ofer K, Ronit L, Ophir A. Normal body mass index (BMI) can rule out metabolic syndrome: An Israeli cohort study: Erratum. *Medicine*. 2019; 98(19):e15744. DOI: 10.1097/MD.00000000000015744
16. Ghachem A, Marcotte-Chénard A, Dionne IJ, Brochu M. Body mass index to predict fat mass and metabolic syndrome severity: should it really be specific to sex, age and ethnicity? A NHANES study (1999–2014). *Annals of Human Biology*. 2019; 46(3):215–24. DOI: 10.1080/03014460.2019.1635645
17. Radetti G, Fanolla A, Grugni G, Lupi F, Tamini S, Cicolini S, et al. The Role of Different Indexes of Adiposity and Body Composition for the Identification of Metabolic Syndrome in Women with Obesity. *Journal of Clinical Medicine*. 2021; 10(9):1975. DOI: 10.3390/jcm10091975
18. Peterson CM, Su H, Thomas DM, Heo M, Golnabi AH, Pietrobelli A, et al. Tri-Ponderal Mass Index vs Body Mass Index in Estimating Body Fat During Adolescence. *JAMA Pediatrics*. 2017; 171(7):629–36. DOI: 10.1001/jamapediatrics.2017.0460
19. Ramírez-Vélez R, Correa-Bautista JE, Carrillo HA, González-Jiménez E, Schmidt-RioValle J, Correa-Rodríguez M, et al. Tri-Ponderal Mass Index vs. Fat Mass/Height³ as a Screening Tool for Metabolic Syndrome Prediction in Colombian Children and Young People. *Nutrients*. 2018; 10(4):412. DOI: 10.3390/nu10040412



20. Sun J, Yang R, Zhao M, Bovet P, Xi B. Tri-Ponderal Mass Index as a Screening Tool for Identifying Body Fat and Cardiovascular Risk Factors in Children and Adolescents: A Systematic Review. *Frontiers in Endocrinology*. 2021; 12:694681. DOI: 10.3389/fendo.2021.694681
21. Elagizi A, Kachur S, Lavie CJ, Carbone S, Pandey A, Ortega FB, et al. An Overview and Update on Obesity and the Obesity Paradox in Cardiovascular Diseases. *Progress in Cardiovascular Diseases*. 2018; 61(2):142–50. DOI: 10.1016/j.pcad.2018.07.003
22. Bauce GJ. Comparación entre el IMC tradicional y el IMC Oxford y su relación con otros indicadores, en niños y adolescentes. *Rev. Inst. Nac. Hig.* 2019 [acceso: 22/05/2022]; 50(1-2):22-29. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/gim/resource/zh/biblio-1118371?lang=es>
23. Van Haute M, Rondilla E, Vitug JL, Batin KD, Abrugar RE, Quitariano F, et al. Assessment of a proposed BMI formula in predicting body fat percentage among Filipino young adults. *Sci Rep*. 2020; 10(1):21988. DOI: 10.1038/s41598-020-79041-3

Conflictos de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de interés.

Contribuciones de los autores

Conceptualización: *Gianella Zulema Zeñas Trujillo*.

Curación de datos: *Gianella Zulema Zeñas Trujillo*.

Análisis formal: *Gianella Zulema Zeñas Trujillo*.

Investigación: *Víctor Juan Vera Ponce*.

Metodología: *Víctor Juan Vera Ponce*.

Administración del proyecto: *Víctor Juan Vera Ponce Recursos*.

Software: *Gianella Zulema Zeñas Trujillo*.

Supervisión: *Gianella Zulema Zeñas Trujillo, Irma Trujillo Ramírez*.

Validación: *Irma Trujillo Ramírez*.

Visualización: *Irma Trujillo Ramírez*.



Redacción – borrador original: *Gianella Zulema Zeñas Trujillo*.

Redacción – revisión y edición: *Gianella Zulema Zeñas Trujillo, Víctor Juan Vera Ponce, Irma Trujillo Ramírez*.