

Índice de masa corporal versus Índice ponderal para evaluar el estado nutricional de adolescentes de altitud moderada del Perú

Body mass index versus weight index to assess the nutritional status of adolescents of moderate altitude in Peru

Cossio Bolaños, Marco¹; Vidal Espinoza, Rubén²; Sulla Torres, Jose³; Gatica Mandiola, Patricio¹; Castelli Correia de Campos, Luis Felipe⁴; Cossio Bolaños, Wilbert⁵; Urta Albornoz, Camilo⁶; Gómez Campos, Rossana¹

1 Universidad Católica del Maule, Talca, Chile.

2 Universidad Católica Silva Henríquez, Santiago, Chile.

3 Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú.

4 Universidad del Bio Bio, Chillán, Chile.

5 Escuela Profesional de Estomatología, Universidad Privada San Juan Bautista, Lima, Perú.

6 Escuela de Kinesiología, Facultad de Salud, Universidad Santo Tomás, Chile.

Recibido: 28/julio/2020. Aceptado: 15/septiembre/2020.

RESUMEN

Introducción: La vigilancia y el monitoreo por medio de medidas antropométricas en una población específica es esencial para analizar las tendencias y prevalencias del estado nutricional.

Objetivo: Determinar si el Índice ponderal (IP) es un mejor indicador para evaluar el estado nutricional respecto al índice de masa corporal (IMC) en adolescentes que viven a moderada altitud del Perú.

Métodos: Se efectuó un estudio descriptivo comparativo en adolescentes que viven a altitud moderada. Se seleccionaron de forma no-probabilística 415 adolescentes en un rango de edad entre 10 a 15,9 años. Se evaluó el peso, estatura de pie, estatura sentada y circunferencia de la cintura (CC). Se calculó el IMC, IP, índice cintura-estatura (ICE) y el estado de madurez por APVC (años de pico de velocidad de crecimiento). Las categorías nutricionales se determinaron por IMC e IP (bajo, normal, sobrepeso y obesidad).

Resultados: Hubo diferencias significativas en ambos sexos entre los valores medios de la CC e ICE en las cuatro ca-

tegorías nutricionales cuando fueron clasificados por IP ($p < 0,05$). Cuando se clasificó por IMC, hubo diferencias en la CC e ICE entre las categorías normal, sobrepeso y obesidad ($p < 0,05$), sin embargo, no se observó diferencias entre bajo y normal en ambos sexos ($p > 0,05$). En las prevalencias, cuando se clasificó por IMC, los % fueron inferiores frente al IP (subestiman), por ejemplo, 7,8% en hombres y 1,9% en mujeres en la categoría de bajo peso, mientras que en la categoría normal fue de 16,9% en hombres y 26% en mujeres. En las categorías de sobrepeso y obesidad, el IMC sobrestimó las prevalencias frente al IP, siendo los porcentajes superiores en 3,2% en hombres y 9,7% en mujeres en la categoría sobrepeso, mientras que, en la categoría de obesidad, los hombres presentaron % superiores en 21,4% y en mujeres 17,8%.

Conclusiones: El IMC subestima las prevalencias en la categoría de bajo y peso normal, al mismo tiempo que sobrestima en las categorías de sobrepeso y obesidad en adolescentes de ambos sexos. Los resultados sugieren que el IP podría ser una herramienta útil y valiosa para evaluar el estado nutricional de adolescentes que viven en una región de moderada altitud del Perú.

PALABRAS CLAVE

Índice de masa corporal, Índice ponderal, estado nutricional, adolescentes, altitud.

Correspondencia:

Rossana Gómez Campos
rossaunicamp@gmail.com

ABSTRACT

Introduction: Surveillance and monitoring through anthropometric measurements in a specific population is essential to analyze trends and prevalence's of nutritional status.

Objective: To determine if the Weight Index (PI) is a better indicator to evaluate the nutritional status with respect to the body mass index (BMI) in adolescents living at moderate altitude in Peru.

Methods: A comparative descriptive study was carried out in adolescents living at moderate altitude. 415 adolescents in an age range between 10 to 15.9 years were selected in a non-probabilistic way. Weight, standing height, sitting height and waist circumference (WC) were evaluated. The BMI, PI, waist-height index (ICE) and the state of maturity were calculated by APHV (years of Peak Height Velocity). BMI and PI (low, normal, overweight and obesity) determined the nutritional categories.

Results: There were significant differences in both sexes between the mean values of CC and ICE in the four nutritional categories when they were classified by PI ($p < 0.05$). When classified by BMI, there were differences in WC and ICE between the normal, overweight and obesity categories ($p < 0.05$), however, there were no differences between low and normal in both sexes ($p > 0.05$). In prevalence's, when classified by BMI, the% were lower compared to the PI (underestimate), for example, 7.8% in men and 1.9% in women in the underweight category, while in the normal category it was 16.9% in men and 26% in women. In the overweight and obesity categories, the BMI overestimated the prevalence's compared to the PI, the percentages being 3.2% higher in men and 9.7% in women in the overweight category, while, in the obesity category, the men presented higher percentage in 21.4% and in women 17.8%.

Conclusions: The BMI underestimates the prevalence's in the category of low and normal weight, at the same time that it overestimates in the categories of overweight and obesity in adolescents of both sexes. The results suggest that the PI could be a useful and valuable tool to assess the nutritional status of adolescents living in a moderate altitude region of Peru.

KEY WORDS

Body mass index, Weight index, nutritional status, adolescents, altitude.

ABREVIATURAS

IMC: índice de masa corporal.

IP: índice ponderal.

CC: circunferencia de cintura.

ICE: Índice cintura estatura.

APVC: años de pico de velocidad de crecimiento.

INTRODUCCIÓN

La adolescencia es una etapa de la vida que se caracteriza por ser un período crítico, en el que se producen intensos cambios biológicos, psicológicos y cognitivos¹. En esta etapa, los adolescentes deben tener una buena cantidad y calidad de nutrientes para hacer frente al rápido crecimiento y a los riesgos que pueden afectar la salud en general².

Actualmente los principales problemas nutricionales que afectan a los adolescentes son la desnutrición, la delgadez, el sobrepeso y la obesidad³. La malnutrición (por bajo peso o sobrepeso) afecta el desarrollo físico futuro del adolescente. Así también, la desnutrición reduce la capacidad de trabajo, la resistencia al esfuerzo físico y la capacidad de concentración, y la sobrealimentación predispone a las enfermedades crónicas, como diabetes y enfermedad cardiovascular⁴.

La vigilancia y el monitoreo del estado nutricional en una población específica, es esencial para analizar las tendencias y prevalencias reflejadas por exceso y/o déficits. En ese sentido, los índices antropométricos siguen siendo las herramientas más comunes utilizadas en la salud pública, y particularmente en los países en desarrollo⁵ para evaluar y monitorizar el crecimiento físico y el estado nutricional.

En general, los indicadores antropométricos se utilizan para el diagnóstico nutricional a nivel poblacional, sobre todo, en la infancia y adolescencia, por la facilidad de ejecución, costo y seguridad⁶, inclusive son considerados como confiables, no invasivos, no necesitan de equipos altamente tecnológicos y requieren de capacitación mínima para su evaluación⁷.

En consecuencia, el índice de masa corporal (IMC) a nivel mundial ha sido considerado por décadas como un indicador para detectar el sobrepeso y obesidad en diversas poblaciones del mundo^{8,9}, inclusive en el Perú es utilizado para evaluar el estado nutricional de niños, jóvenes y adultos¹⁰, sin embargo, recientemente su capacidad para predecir el porcentaje de masa grasa ha sido cuestionada¹¹, puesto que durante la infancia y adolescencia, el peso no es proporcional a la altura al cuadrado^{8,12}.

De hecho, varios estudios han sugerido que el Índice ponderal (IP), peso dividido por la estatura al cubo, es un indicador de adiposidad corporal satisfactorio en relación al IMC^{8,13}, especialmente en poblaciones donde existe diferencias notables de estatura¹⁴.

En ese sentido, varios estudios efectuados en regiones de moderada altitud, han reportado que los patrones del crecimiento físico han reflejado valores inferiores a las referencias internacionales de la organización mundial de la salud OMS¹⁵ y el Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades CDC^{16,17}. Por lo que se ha postulado que una baja estatura podría conducir a un aumento exagerado en los valores del IMC y esto puede sobreestimar el exceso de peso corporal en niños y adolescentes que habitan en regiones de altitud^{15,17,18}.

Basados en estas premisas, este estudio hipotetiza que el IP podría ser un mejor indicador para evaluar el estado nutricional en relación al IMC, puesto que es importante ajustar la estatura al cubo para corregir las variaciones, inclusive de la edad y el peso, especialmente en regiones geográficas donde la altitud juega un papel relevante sobre el crecimiento de la estatura de niños y adolescentes¹⁹.

Por lo tanto, este estudio se propuso como objetivo determinar si el IP es un mejor indicador para evaluar el estado nutricional respecto al IMC en adolescentes que viven a altitud moderada del Perú.

MÉTODOS

Tipo de estudio y muestra

Se efectuó un estudio descriptivo comparativo en adolescentes que viven a altitud moderada del Perú (2320 sobre el nivel del mar). La selección de la muestra fue no-probabilística (conveniencia). Se investigó a 415 adolescentes (219 hombres y 196 mujeres), con un rango de edad entre 10 a 15,9 años. Los escolares pertenecían a un colegio estatal de nivel primario y secundario de la zona urbana de Arequipa. Por lo general, en Perú, los que asisten a este tipo de colegios pertenecen a la condición socioeconómica media. Esta ciudad se encuentra localizada al sur de la capital del Perú (Lima) a 1009 km.

Los padres y/o tutores de los alumnos firmaron el consentimiento informado y cada alumno el asentimiento informado. El estudio se llevó a cabo de acuerdo con la declaración de Helsinki para seres humanos y a las sugerencias del comité de ética local (UCSM-2017). Se incluyeron a los escolares que aceptaron participar voluntariamente y a los que completaron las evaluaciones antropométricas. Fueron excluidos, los que no asistieron el día de la evaluación y los que no completaron las evaluaciones de las variables antropométricas.

Técnicas y procedimientos

Las variables antropométricas se midieron en las instalaciones del colegio durante horario escolar (8:00 - 12:30 horas). Se realizó durante los meses de abril a julio del 2017 de lunes a viernes. Durante las evaluaciones antropométricas, uno de los investigadores del estudio realizó las mediciones, y dos auxiliares técnicos ayudaron al proceso de recolección de datos.

Las mediciones antropométricas se evaluaron siguiendo las recomendaciones de Ross, Marfell-Jones²⁰. Se midió sin zapatos y con la menor cantidad posible de ropa (solo una camiseta ligera y pantalones cortos). Todas las variables antropométricas se evaluaron en dos oportunidades por un solo evaluador (los valores de test re-test oscilaron entre R= 0.88 a 0.94).

Se evaluó el peso corporal (kg) usando una balanza electrónica (Tanita, Reino Unido) con escala de 0 a 150 kg y con precisión de 100 g. La estatura de pie con un estadiómetro

portátil (Seca GmbH & Co. KG, Hamburgo, Alemania) con precisión de 0.1 mm. La estatura sentada se midió en un banco de madera (caja plana de 50 cm de altura) con un estadiómetro (SECA, Hamburgo) con 0,1mm de precisión. La circunferencia de la cintura (CC) se midió con una cinta métrica de metal (Seca) en milímetros con precisión de 0,1 cm.

Se calculó el índice de masa corporal (IMC) utilizando la fórmula: $IMC = \text{peso (kg)} / \text{estatura}^2 \text{ (m)}$, el índice ponderal (IP): $IP = \text{peso (kg)} / \text{estatura}^3 \text{ (m)}$ y el índice cintura estatura (ICE) $ICE = \text{circunferencia de cintura (cm)} / \text{estatura (cm)}$.

Para clasificar el estado nutricional por IP, se utilizó los puntos de corte propuestos por Gómez-Campos et al.¹⁹. Para clasificar por IMC, se utilizó los puntos de corte de la organización mundial de la salud²¹. Ambas referencias clasifican el estado nutricional: $p < 10$ bajo, $p 10$ a $p 85$ normal, $p 85$ a $p 95$ sobrepeso y $p > 95$ obesidad.

El estado de madurez de los adolescentes estudiados se determinó mediante los años del pico de velocidad de crecimiento de la estatura (APVC). Se calculó por medio de la ecuación de regresión propuesta por Mirwald et al.²². Este método incluye la estatura de pie, estatura sentada, longitud de las piernas (estatura de pie – estatura sentada) y sus interacciones.

Estadística

La normalidad de datos se verificó por medio de Kolmogórov-Smirnov (K-S). Se efectuó los cálculos de estadística descriptiva (promedio, desviación estándar, rango, frecuencia y %). Las diferencias entre ambos sexos se efectuaron por medio de test t para muestras independientes. Las comparaciones entre categorías nutricionales se efectuaron por medio de Anova de una vía y la prueba de especificidad de Tukey. Las diferencias entre prevalencias se verificaron por χ^2 . En todos los casos se consideró $p < 0.05$ como significativo. Los cálculos se efectuaron en Excel y SPSS 18.0.

RESULTADOS

Las variables que caracterizan a la muestra estudiada se observan en la tabla 1. Se determinó diferencias significativas entre ambos sexos, entre el estado de madurez (APVC), estatura de pie, estatura sentada, IMC, IP y CC ($p < 0.05$). No hubo diferencias en la edad cronológica y el ICE ($p > 0.05$). En las prevalencias calculadas por IP, no hubo diferencias entre ambos sexos ($p = 0,1452$), sin embargo, por IMC, se observó diferencias entre ambos sexos ($p = 0,000$).

Las comparaciones del promedio y $\pm DE$ de los indicadores antropométricos de CC e ICE entre categorías nutricionales por IMC e IP se observan en la tabla 2. Cuando se analizó por IP, en ambos sexos hubo diferencias significativas entre las cuatro categorías nutricionales, tanto en la CC y el ICE ($p < 0,05$), sin embargo, cuando se analizó por IMC, en ambos sexos, no hubo diferencias entre las categorías bajo y normal,

Tabla 1. Características antropométricas y prevalencia del estado nutricional de la muestra estudiada.

Variables	Hombres		Mujeres		p
	X	DE	X	DE	
Edad (años)	13,22	1,57	13,25	1,64	0,860
Estado de madurez (APVC)	14,79	0,72	11,40	0,46	0,000
Antropometría					
Peso (kg)	51,75	10,62	49,92	8,66	0,057
Estatura (cm)	158,99	9,10	152,64	5,44	0,000
Estatura sentada (cm)	84,18	5,13	81,95	3,40	0,000
Índices adiposidad corporal					
IMC (kg/m ²)	20,38	3,37	21,36	3,12	0,002
IP (kg/m ³)	12,86	2,24	14,00	2,02	0,000
CC (cm)	72,11	8,63	70,10	7,24	0,010
ICE	0,45	0,05	0,46	0,05	0,306
Estado nutricional por IP (kg/m³)	f	%	f	%	
Bajo peso	28	12,8	8	4,1	p=0,1452
Normal	161	73,5	156	79,6	
Sobrepeso	22	10	25	12,7	
Obesidad	8	3,7	7	3,6	
Total	219	100	196	100	
Estado nutricional por IMC (kg/m²)	f	%	f	%	
Bajo peso	11	5	4	2,04	p=0,0077
Normal	124	56,7	106	54,08	
Sobrepeso	29	13,2	44	22,45	
Obesidad	55	25,1	42	21,43	
Total	219	100	196	100	

Leyenda: APVC: años de pico de velocidad de crecimiento, IMC: Índice de masa corporal, IP: Índice ponderal, ICE: Índice cintura-estatura, (Para IP: $\chi^2 = 5,593$; $gl=3$; para IMC: $\chi^2 = 11,916$; $gl=3$).

mientras que en las demás categorías nutricionales si hubo diferencias significativas ($p < 0,05$).

Las comparaciones entre prevalencias por IMC e IP para ambos sexos, se observan en la figura 1. Tanto en hombres ($\chi^2 = 21,355$; $gl=3$; $p < 0,0001$), como en mujeres ($\chi^2 = 20,045$; $gl=3$; $p < 0,0002$) hubo diferencias significativas. En los hom-

bres, el IMC subestima las prevalencias en bajo peso en 7,8% y en normal 16,9%, mientras que en las demás categorías sobrestima las prevalencias, en sobrepeso en 3,2% y en obesidad 21,4%. En las mujeres, el IMC subestima las prevalencias en bajo peso en 1,9% y en normal 26%; sin embargo, en las categorías de sobrepeso y obesidad, las prevalencias sobrestiman los porcentajes, en el sobrepeso 9,65% y en obesidad 17,8%.

Tabla 2. Comparación de categorías nutricionales según IP e IMC por sexo.

Índices	Bajo		Normal		Sobrepeso		Obesidad	
	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE
IP (kg/m³)								
Hombres								
CC	65,90	5,60	70,801	6,80a	83,30	7,50ab	88,90	8,40abc
ICE	0,41	0,04	0,44	0,04a	0,53	0,04ab	0,59	0,04abc
Mujeres								
CC	62,90	6,90	68,801	6,20a	77,20	6,00ab	82,40	3,20abc
ICE	0,41	0,05	0,45	0,04a	0,51	0,03ab	0,54	0,02abc
IMC (kg/m²)								
Hombres								
CC	64,41	7,53	68,74	5,48	72,33	6,68ab	81,15	8,78abc
ICE	0,41	0,05	0,43	0,03	0,46	0,03ab	0,52	0,05abc
Mujeres								
CC	64,25	8,81	67,06	6,11	71,0	5,24ab	77,06	6,33abc
ICE	0,43	0,06	0,44	0,04	0,47	0,03ab	0,51	0,04abc

Leyenda: X: promedio, DE: Desviación estándar, IMC: Índice de masa corporal, IP: Índice ponderal, ICE: Índice cintura-estatura, a: diferencia significativa en relación a la categoría bajo, b: diferencia significativa en relación a la categoría normal, y c: diferencia significativa en relación a la categoría sobrepeso ($p < 0.05$).

DISCUSIÓN

Los resultados han demostrado que el IMC sobreestima el peso corporal en categorías nutricionales de sobrepeso y obesidad y subestima en la categoría de bajo y peso normal en relación al IP. Se observó también diferencias significativas (CC e ICE) en las cuatro categorías nutricionales cuando se analizó los promedios por IP, mientras que cuando se comparó por IMC, las diferencias fueron significativas en tres categorías (normal, sobrepeso y obesidad).

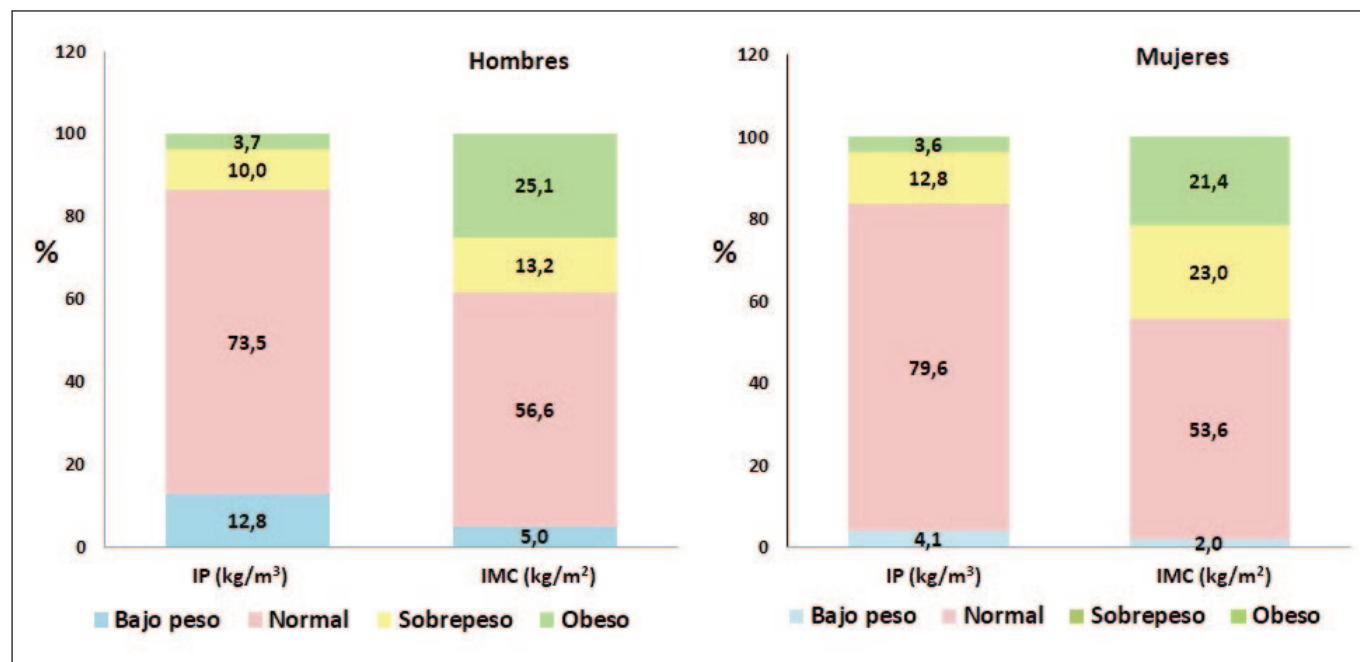
Estos hallazgos reflejan diferencias sustanciales entre ambos índices, puesto que la clasificación del estado nutricional por medio del IMC puede llevar a errores importantes, especialmente en adolescentes de altitud moderada, ya que estos jóvenes reflejan patrones de crecimiento físico inferiores frente a las referencias internacionales^{15,18}.

Además, es ampliamente conocido que sus valores aumentan drásticamente durante la adolescencia, por lo que requiere el uso de percentiles por edad y uso de escore Z, para ajustar estas variaciones⁸, por el contrario, los valores del IP son más constantes debido a la corrección que se realiza cuando se eleva la estatura al cubo.

Es por ello, que se recomienda el IP en la obtención de resultados precisos en términos de evaluación de grasa corporal, tanto para sujetos con baja y elevada estatura, maximizando de esta forma la precisión en la detección de la obesidad y el sobrepeso en niños y adolescentes¹¹.

Esta información es relevante, ya que los adolescentes, independientemente de la región geográfica en que vivan, pueden ser más sensibles que los adultos al ser clasificados con sobrepeso y/o obesidad¹¹, puesto que durante la etapa del crecimiento y el desarrollo, el porcentaje de grasa corporal depende de la estatura, afectando los niveles hormonales y consecuentemente acelerando la pubertad en relación a los más delgados, y/o los que presentan maduración tardía²⁴.

En ese sentido, el IP puede ser una herramienta más apropiada para evaluar y clasificar el estado nutricional (bajo peso y obesidad) de los adolescentes estudiados, como lo sugiere Carrascosa et al²⁵. De hecho, varios estudios recientes han reportado que el IP es más preciso que el IMC para indicar niveles de adiposidad corporal^{8,26}, para clasificar el sobrepeso y obesidad¹¹ y el síndrome metabólico⁹ en niños y adolescentes.

Figura 1. Comparación de la prevalencia del estado nutricional en adolescentes según IMC e IP en ambos sexos.

Estos hallazgos, refuerzan los resultados obtenidos en este estudio, puesto que sugieren una mayor atención por parte de los investigadores y del gobierno en la selección apropiada de los índices antropométricos para evaluar las categorías nutricionales en poblaciones pediátricas del Perú. En ese sentido, las referencias propuestas por Gomez-Campos et al¹⁹ basadas en valores de IP para niños y adolescentes pueden ser una alternativa para evaluar el estado nutricional de niños y adolescentes que viven en regiones de moderada altitud.

En consecuencia, varios estudios efectuados en el Perú han evaluado el estado nutricional, utilizando el IMC^{27,28} sin percatarse de las limitaciones que presenta este índice, ya que, este índice podría sobrestimar las prevalencias del sobrepeso y obesidad y al mismo tiempo subestimar el peso normal y bajo peso, especialmente cuando se aplica a niños y adolescentes que viven en diversas regiones de altitud del Perú.

En ese sentido, estos hallazgos abren nuevas posibilidades para investigar la aplicabilidad del IP como una novedosa herramienta para evaluar el estado nutricional en un país, como el Perú, donde existe variedad geográfica, climática, y diversidad sociocultural. Pues los patrones de crecimiento físico de los niños y adolescentes peruanos son influenciados por efectos de la altitud²⁹, además los investigadores y profesionales de la salud deben tomar precaución al analizar la referencia propuesta recientemente para valorar el crecimiento físico en niños y adolescentes peruanos³⁰, puesto que utilizan el IMC y el origen de la muestra procede de variados niveles de altitud y regiones geográficas.

Este estudio presenta algunas limitaciones, ya que no fue posible utilizar un método criterio para comprobar la aplicabilidad de ambos métodos, además, el tamaño de la muestra es modesto y no se consideró a niños, pues esta información es necesaria para generalizar los resultados a otros contextos. Sin perjuicio de lo anterior, este estudio es uno de los primeros que probó que el IP puede ser útil para evaluar el estado nutricional en regiones de moderada altitud y los resultados presentados pueden servir a los investigadores como línea de base para verificar los cambios a lo largo del tiempo.

CONCLUSIÓN

Este estudio verificó que el IMC sobrestima las prevalencias en las categorías de sobrepeso y obesidad y al mismo tiempo subestima en las categorías de bajo y peso normal en relación al IP, por lo que su uso en adolescentes de este estudio es limitado. Los resultados sugieren que el IP podría ser una herramienta útil y valiosa para evaluar el estado nutricional de adolescentes que viven en una región de moderada altitud del Perú.

BIBLIOGRAFÍA

1. Stang J, Story M. Adolescent Growth and development. En: Stang J, Story M, eds. Guidelines for Adolescent Nutrition Services. Minneapolis: University of Minnesota, 2005: 1-8.
2. Kahssay M, Mohamed L, Gebre A. Nutritional Status of School Going Adolescent Girls in Awash Town, Afar Region, Ethiopia. Journal of Environmental and Public Health. 2020, Article ID 7367139, 9 pages.

3. Cossio-Bolaños M, Cossio-Bolaños W, Araya Menacho A; Gómez-Campos R, Muñiz da Silva Y, Pablos Abella C, Arruda M. Estado nutricional y presión arterial de adolescentes escolares. *Arch Argent Pediatr.* 2014;112(4):302-307.
4. World Health Organization (WHO). Improvement of Nutritional Status of Adolescents, 2002. [Acceso 5 de febrero de 2014]. Disponible en: http://apps.searo.who.int/pds_docs/B3526.pdf
5. Prista A, Maia JA, Damasceno A, Beunen G. Anthropometric indicators of nutritional status: implications for fitness, activity, and health in school-age children and adolescents from Maputo, Mozambique. *Am J Clin Nutr.* 2003;77(4):952-959.
6. Sigulem DM, Devincenzi UM, Lessa AC. Avaliação nutricional, antropometria, crianças, adolescentes, composição corporal. *J Pediatr (Rio J).* 2000;76(Supl.3): S275-S284.
7. Vogt BP, Ponce D, Caramori JCT. Anthropometric Indicators Predict Metabolic Syndrome Diagnosis in Maintenance Hemodialysis Patients. *Nutr Clin Pract.* 2016;31:368-74.
8. Peterson CM, Su H, Thomas DM, Heo M, Golnabi AH, Pietrobelli A, Heymsfield SB. TriPonderal Mass Index vs Body Mass Index in Estimating Body Fat During Adolescence. *JAMA Pediatr.* 2017; 171(7):629-636.
9. Khoshhali M, Heidari-Beni M, Qorbani M, et al. Tri-ponderal mass index and body mass index in prediction of pediatric metabolic syndrome: the CASPIAN-V study. *Arch Endocrinol Metab.* 2020; 64(2):171-178.
10. Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI. Perú: Enfermedades No Transmisibles y Transmisibles, 2018. Cuestionario de Salud de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar, ENDES, Lima, 2019. https://proyectos.inei.gob.pe/en-des/2018/SALUD/ENFERMEDADES_ENDES_2018.pdf
11. Moselakgomo VK, Van Staden M. Diagnostic accuracy of tri-ponderal mass index and body mass index in estimating overweight and obesity in South African children. *Afr J Prim Health Care Fam Med.* 2019;11(1):e1-e7.
12. Cole T. Weight-stature indices to measure underweight, overweight, and obesity. In: Himes JH, editor. *Anthropometric assessment of nutritional status.* New York, NY: Wiley-Liss; 1991. p. 83-111.
13. Wang X, Dong B, Ma J, et al. Role of tri-ponderal mass index in cardio-metabolic risk assessment in children and adolescents: compared with body mass index. *Int J Obes.* 2020; 44:886-894.
14. Fernández López JA, Remesar X, Alemany M. Ventajas teóricas del índice de Rohrer (P/A3) sobre el índice de masa corporal (P/A2) para la estimación de la adiposidad en humanos. *Rev Esp Obes.* 2005;3(1):47-55.
15. Cossio-Bolaños MA, Santi Maria T, Gomez Campos R, Pascoal EH, Hespanhol JH, Arruda M. The use of World Health Organization growth curves in children and adolescents that live in regions of moderate altitude. *Rev Paul Pediatr.* 2012; 30(3): 314-20.
16. Cossio Bolaños W, Gómez Campos R, Araya Menacho A; Yáñez Silva A; Arruda M, Cossio Bolaños M. Crecimiento físico y estado nutricional de adolescentes escolares. *An Fac med.* 2014;75(1):19-23.
17. Cossio-Bolaños M, Viveros Flores A; Hespanhol J, Camargo C, Gómez-Campos R. Aplicabilidad del IMC en adolescentes escolares que viven a moderada altitud del Perú. *Nutr Hosp.* 2015a; 31(2):922-927.
18. Díaz-Bonilla E, Torres Galvis C, Gómez-Campos R, Arruda M, Pacheco Carrillo J, Cossio-Bolaños M. Weight, height and body mass index of children and adolescents living at moderate altitude in Colombia. *Arch Argent Pediatr.* 2018;116(2):e241-e250.
19. Gomez-Campos R, Sulla-Torres J, Cossio-Bolaños W, Andruske C, Luarte C, Castelli Correia L, Urrea-Albornoz C, Cossio-Bolaños MA. Physical growth of children and adolescents at moderate altitudes. *Rev. Esp. Antrop. Fis.* 2019;40:38-48.
20. Ross WD, Marfell-Jones M J. Kinanthropometry. In: MacDougall JD, Wenger HA, Geeny HJ. (Eds.), *Physiological testing of elite athlete.* London: Human Kinetics. 1991;223:308-314.
21. 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. *Bulletin of the World Health Organization.* 2007;85(9):660-667.
22. Mirwald RL, Baxter-Jones AD, Bailey DA, Beunen GP. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2002; 34:689-694.
23. Ruggieri DG, Bass SB. A comprehensive review of school-based body mass index screening programs and their implications for school health: do the controversies accurately reflect the research? [published correction appears in *J Sch Health.* 2015 Jun;85(6):411]. *J Sch Health.* 2015;85(1):61-72.
24. Lee J, Kubik MY. Child's Weight Status and Parent's Response to a School-Based Body Mass Index Screening and Parent Notification Program. *Journal of School Nursing.* 2015;31(4):300-305.
25. Carrascosa A, Yeste D, Moreno-Galdó A, et al. Índice de masa corporal e índice de masa triponderal de 1.453 niños no obesos ni malnutridos de la generación del milenio. Estudio longitudinal de Barcelona *An Pediatr (Barc).* 2018;89(3):137-143.
26. De Lorenzo A, Romano L, Di Renzo L, et al. Triponderal mass index rather than body mass index: An indicator of high adiposity in Italian children and adolescents. *Nutrition.* 2019;60:41-47.
27. Torres-Roman JS, Urrunaga-Pastor D, Avilez JL, Helguero-Santín LM, Malaga G. Geographic differences in overweight and obesity prevalence in Peruvian children, 2010-2015. *BMC Public Health.* 2018;18(1):353.
28. Tarqui-Mamani C, Alvarez-Dongo D, Espinoza-Oriundo P. Prevalencia y factores asociados al sobrepeso y obesidad en escolares peruanos del nivel primario. *Rev Salud Pública (Bogota).* 2018;20(2):171-176.
29. Santos C, Bustamante A, Katzmarzyk PT, et al. Growth velocity curves and pubertal spurt parameters of Peruvian children and adolescents living at different altitudes. The Peruvian health and optimist growth study. *Am J Hum Biol.* 2019;31(6):e23301.
30. Bustamante A, Freitas D, Pan H, Katzmarzyk PT, Maia J. Curvas de percentiles y valores de referencia para altura, masa corporal, índice de masa corporal y circunferencia de la cintura de niños y adolescentes peruanos. *En t. J. Environ. Res. Public Health.* 2015; 12: 2905-2922.