

# Cambios en el índice de masa corporal según estado de madurez en adolescentes de una región de Chile durante un periodo de 20 años

## Changes in body mass index according to maturity status in adolescents from a region of Chile during a 20-year period

Fernando ALVEAR-VÁSQUEZ<sup>1</sup>, José Francisco GUZMÁN-LUJAN<sup>1</sup>, Ana Belén GUZMÁN<sup>2</sup>, José FUENTES-LÓPEZ<sup>3</sup>, Nicolás VIDAL-FERNÁNDEZ<sup>2</sup>, Rossana GÓMEZ-CAMPOS<sup>2</sup>, Marco COSSIO-BOLAÑOS<sup>2</sup>

1 Universidad de Valencia, Valencia, España.

2 Universidad Católica del Maule, Talca, Chile.

3 Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.

Recibido: 1/mayo/2024. Aceptado: 28/julio/2024.

### RESUMEN

**Introducción:** Los índices antropométricos son herramientas esenciales en la evaluación del estado de salud y pueden ser útiles para analizar los cambios a lo largo del tiempo.

**Objetivo:** Determinar si existen cambios significativos en el índice de masa corporal (IMC) según el estado de madurez (EM) en adolescentes en un intervalo de 20 años.

**Metodología:** Se diseñó un estudio de cohorte en escolares de 11,0 a 17,0 años. La muestra estuvo compuesta de dos cohortes correspondientes al año 1997 y 2017. La selección de la muestra fue de tipo probabilística (aleatoria), para la cohorte de 1997 se seleccionó 939 adolescentes y para el 2017 fueron 1026 adolescentes. Se evaluó el peso y estatura. Se calculó el IMC y EM a partir de variables antropométricas.

**Resultados:** Los adolescentes de ambos sexos de la cohorte 2017 evidenciaron mayor IMC en relación a sus contrapartes de 1997. No hubo diferencias significativas en el EM entre ambas cohortes. La correlación entre el IMC y el EM en hombres aumentó de  $r=0,25$  ( $r^2=0,062$ ) a  $r=0,27$

( $r^2=0,067$ ) en 20 años, mientras tanto, en mujeres fue de  $r=0,19$  ( $r^2=0,036$ ) a  $r=0,26$  ( $r^2=0,070$ ). Esto refleja incrementos del IMC en ambos sexos, aunque ligeramente más en mujeres que en hombres.

**Conclusión:** Este estudio verificó un aumento significativo en el IMC en todos los EM a lo largo de un período de 20 años, con un incremento mayor en mujeres que en hombres. Estos hallazgos resaltan la urgencia de intervenir a esta población para abordar el problema del sobrepeso y la obesidad.

### PALABRAS CLAVE

Tendencia, condición nutricional, madurez biológica, crecimiento.

### ABSTRACT

**Introduction:** Anthropometric indices are essential tools in the assessment of health status and can be useful to analyze changes over time.

**Objective:** To determine if there are significant changes in body mass index (BMI) according to maturity status (MS) in adolescents over a 30-year interval.

**Methodology:** A cohort study was designed in schoolchildren aged 11.0 to 17.0 years. The sample was composed of two cohorts corresponding to the year 1997 and 2017. The sample selection was probabilistic (random), for the 1997 co-

**Correspondencia:**  
Marco Cossio Bolaños  
mcossio1972@hotmail.com

hort 939 adolescents were selected and for 2017 there were 1026 adolescents. Weight and height were assessed. BMI and MS were calculated from anthropometric variables.

**Results:** Adolescents of both sexes in the 2017 cohort evidenced higher BMI relative to their 1997 counterparts. There were no significant differences in MS between the two cohorts. The correlation between BMI and MS in males increased from  $r = 0.25$  ( $r^2 = 0.062$ ) to  $r = 0.27$  ( $r^2 = 0.067$ ) over 20 years, while in females it was from  $r = 0.19$  ( $r^2 = 0.036$ ) to  $r = 0.26$  ( $r^2 = 0.070$ ). This reflects increases in BMI in both sexes, although slightly more in females than in males.

**Conclusion:** This study verified a significant increase in BMI in all MS over a 20-year period, with a greater increase in women than in males. These findings highlight the urgency of intervening in this population to address the problem of overweight and obesity.

## KEY WORDS

Trend, nutritional condition, biological maturity, growth.

## INTRODUCCIÓN

La antropometría implica la medición externa de los rasgos morfológicos de los seres humanos<sup>1</sup>. Esta técnica proporciona importantes indicadores de crecimiento físico, estado nutricional<sup>2</sup>, así como la predicción del estado de madurez a partir de un método práctico y no invasivo que predice años a partir de la velocidad máxima de altura (un valor de compensación de madurez) mediante el uso de variables antropométricas<sup>3,4</sup>.

En general, las mediciones antropométricas permiten reflejar el estado general de salud, la adecuación de la dieta, la monitorización del del crecimiento y el desarrollo a lo largo del tiempo<sup>5</sup>. Por el ello, el uso de indicadores antropométricos clásicamente ha sido la piedra angular de la vigilancia nutricional en niños, adolescentes y adultos, aunque, siempre ha sido un tema de debate<sup>6</sup>.

Por ello, las mediciones antropométricas clásicas, como la altura y el peso corporal, se utilizan ampliamente como componentes de medida de la forma corporal<sup>7</sup>. De hecho, la medición del peso y la estatura es una práctica común y fundamental en el ámbito de la salud pública, la pediatría y la nutrición clínica, especialmente en adolescentes<sup>8</sup>.

La combinación de estas dos medidas se refleja en índices antropométricos, como el índice de masa corporal (IMC) o el índice tri-ponderal (ITP), cuyas, medidas sirven para evaluar la adiposidad corporal en los distintos grupos de edad<sup>9</sup>.

En general, los índices antropométricos, como el IMC y el ITP, son herramientas esenciales en la evaluación del estado del peso y el tamaño corporal en personas de todas las edades. Estas medidas proporcionan una forma cuantitativa de

evaluar el estado de salud y pueden ser útiles para analizar los cambios a lo largo del tiempo.

El IMC, al relacionar el peso con la estatura, proporciona una categorización general del estado ponderal de una persona y se utiliza ampliamente como herramienta de detección para identificar posibles problemas de peso, como el sobrepeso y la obesidad<sup>10</sup>. El ITP, por su parte, ofrece una alternativa al IMC y se ha sugerido que puede ser más preciso en la evaluación de la adiposidad corporal y riesgo metabólico en ciertos grupos, como los niños y adolescentes<sup>11,12</sup>.

En esencia, es alentador saber que se han realizado varios estudios en diferentes regiones geográficas del mundo para investigar los cambios seculares del tamaño corporal e índices antropométricos en niños y adolescentes. Estos estudios son de gran importancia ya que proporcionan información valiosa sobre las tendencias en el crecimiento y desarrollo físico de la población juvenil a lo largo del tiempo<sup>13-16</sup>, sin embargo, hasta donde se sabe son nulos los estudios que analicen estos patrones según el estado de madurez. Por lo que se necesita información sobre estas tendencias para analizar los cambios positivos o negativos que se han producido, bajo este contexto entre los años 1997 y 2017 en Chile. Además, algunos estudios efectuados en Chile, en los últimos años han reportado una transición nutricional extremadamente rápida<sup>17-19</sup> y consecuentemente, elevadas prevalencias de obesidad<sup>20</sup>.

Dada esta situación, es razonable esperar que los adolescentes evaluados en 2017 muestren un mayor IMC en comparación con los evaluados en 1997. Estas diferencias podrían reflejar tanto los cambios en los patrones de alimentación y estilo de vida como las políticas de salud pública implementadas a lo largo del tiempo.

Por lo tanto, el objetivo del estudio fue determinar si existen cambios significativos en el IMC según el estado de madurez en adolescentes de una región del centro-sur de Chile en un intervalo de 20 años. Esta información podría ayudar a comprender mejor la evolución de la salud y el estado del peso corporal en una población regional de Chile.

## METODOLOGÍA

### Tipo de estudio y muestra

Se diseñó un estudio de cohorte en adolescentes escolares de ambos sexos con edades entre los 11,0 a 17,0 años. La muestra estuvo compuesta de dos cohortes correspondientes al año 1997 y 2017. Los participantes (ambas cohortes) pertenecían a establecimientos educacionales de cuatro provincias de la región del Maule ubicada en el centro-sur de Chile. (Cauquenes, Curicó, Linares y Talca). Los datos fueron recolectados por el mismo grupo de investigación.

La selección de la muestra fue de tipo probabilística (aleatoria) para las dos cohortes (1997 y 2017). Para la cohorte

1997 el universo fue de 9000 adolescentes (4530 hombres y 4470 mujeres), se seleccionaron 939 adolescentes (10,4%) [471 hombres (5,2%) y 468 mujeres (5,2%)]. Para la cohorte 2017, el universo fue de 9900 adolescentes (5370 hombres y 4530 mujeres), se seleccionaron 1026 adolescentes (10,4%) [555 hombres (5,6%) y 471 mujeres (4,8%)].

Los participantes de ambas cohortes del estudio en general eran escolares pertenecientes a colegios públicos y de zonas urbanas de la región. En Chile generalmente los escolares de colegios públicos pertenecen a una condición socioeconómica media<sup>21</sup>.

Todos los adolescentes contaban con consentimiento informado firmado por sus padres y/o tutores correspondientes en ambas cohortes, del mismo modo, cada uno de los participantes dieron su consentimiento por escrito. También se contó con la aprobación del Comité de Ética de la Universidad Autónoma de Chile (certificado # 2413) para la cohorte 2017, no hubo registro al respecto para la cohorte de 1997. Ambas cohortes fueron evaluadas de acuerdo a la Declaración de Helsinki para seres Humanos<sup>22</sup>.

Se incluyeron en el estudio a todos los adolescentes escolares cuyos padres autorizaron la participación voluntaria en el mismo y a los adolescentes que estaban dentro del rango de edad establecido (11 y 17 años). Se excluyeron a quienes vivían en zonas rurales de la región y a los que presentaban algún tipo de impedimento físico que dificultara la evaluación antropométrica.

### Técnicas y procedimientos

La edad decimal se calculó con la fecha de nacimiento (día, mes, año) y la fecha en que se tomaron las evaluaciones. Las mediciones antropométricas se evaluaron siguiendo las recomendaciones de Ross & Marfell-Jones<sup>23</sup>. El peso corporal y la estatura se midieron con la menor cantidad de ropa posible (pantalón corto, camiseta y sin zapatos). El peso (kg) se evaluó con una balanza digital de marca Seca con precisión de (100g) y una escala de (0 a 150kg). La estatura (m) se evaluó de acuerdo al plano de Frankfort a través de un estadiómetro de aluminio de marca Seca graduado en milímetros con una escala de (0 a 2,50m). Se calculó el Índice de Masa Corporal ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) a través de la fórmula:  $[\text{IMC}=\text{Peso}(\text{kg})/\text{Estatura}(\text{m})^2]$ .

El estado de madurez (EM) se evaluó a través de las ecuaciones propuestas por Moore et al.<sup>4</sup> para ambos sexos. Las ecuaciones consideran, por ejemplo, la edad cronológica y estatura de pie para su estimación para ambos sexos (Mujeres: Estado de madurez (APVC) =  $-7,709133 + (0,0042232 \times (\text{edad} \times \text{estatura}))$  y para hombres: Estado de madurez (APVC) =  $7,999994 + (0,0036124 \times (\text{edad} \times \text{estatura}))$ ), donde APVC: años de pico de velocidad de crecimiento). Para clasificar el EM, se utilizó la sugerencia descrita por Malina y Koziel<sup>24</sup>, considerando a los adolescentes con maduración promedio

(Púber) dentro de  $-1$  a  $+1$  APVC; inferiores a  $-1$  APVC (Pre púber); y superiores a  $+1$  APVC (Post púber).

### Estadística

La distribución normal de los datos del peso y estatura de ambas cohortes se verificó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Se efectuó los cálculos de estadística descriptiva: promedio, desviación estándar, frecuencias, porcentajes y rango. Las diferencias entre ambas cohortes se efectuaron mediante test t para muestras independientes. Para relacionar las variables en cada cohorte se utilizó el coeficiente de Pearson y para el poder de explicación se utilizó  $R^2$ . Para todos los casos, se adoptó  $p < 0,05$  y los cálculos se efectuaron en planillas de Excel, SPSS 18.0 y en MedCalc 11.1.0.

### RESULTADOS

En la tabla 1 se observa las variables antropométricas y los niveles del estado de madurez en adolescentes de ambos sexos. No hubo diferencias significativas en la edad cronológica y estatura entre ambas cohortes y en ambos sexos ( $p > 0,05$ ). El estado de madurez se mantuvo estable en ambas cohortes y en ambos sexos, no hubo diferencias significativas ( $p > 0,05$ ). En cuanto al peso y el IMC, si hubo diferencias significativas en ambas cohortes, donde los adolescentes de ambos sexos evidenciaron mayor peso e IMC en el año 2017 ( $p < 0,05$ ).

Las comparaciones del IMC según niveles del estado de madurez se observan en la figura 1. Los adolescentes de ambos sexos de la cohorte 1997, reflejan valores significativamente inferiores de IMC en comparación con la cohorte 2017 ( $p < 0,05$ ). En la figura 2, se observa la relación entre el estado de madurez con los valores del IMC de ambas cohortes y ambos sexos. La correlación entre el IMC y el estado de madurez en hombres aumentó de  $r = 0,25$  ( $r^2 = 0,062$ ) a  $r = 0,27$  ( $r^2 = 0,067$ ) en 20 años, mientras tanto, en mujeres fue de  $r = 0,19$  ( $r^2 = 0,036$ ) a  $r = 0,26$  ( $r^2 = 0,070$ ). Esto refleja incrementos del IMC en ambos sexos, aunque ligeramente más en mujeres que en hombres.

### DISCUSIÓN

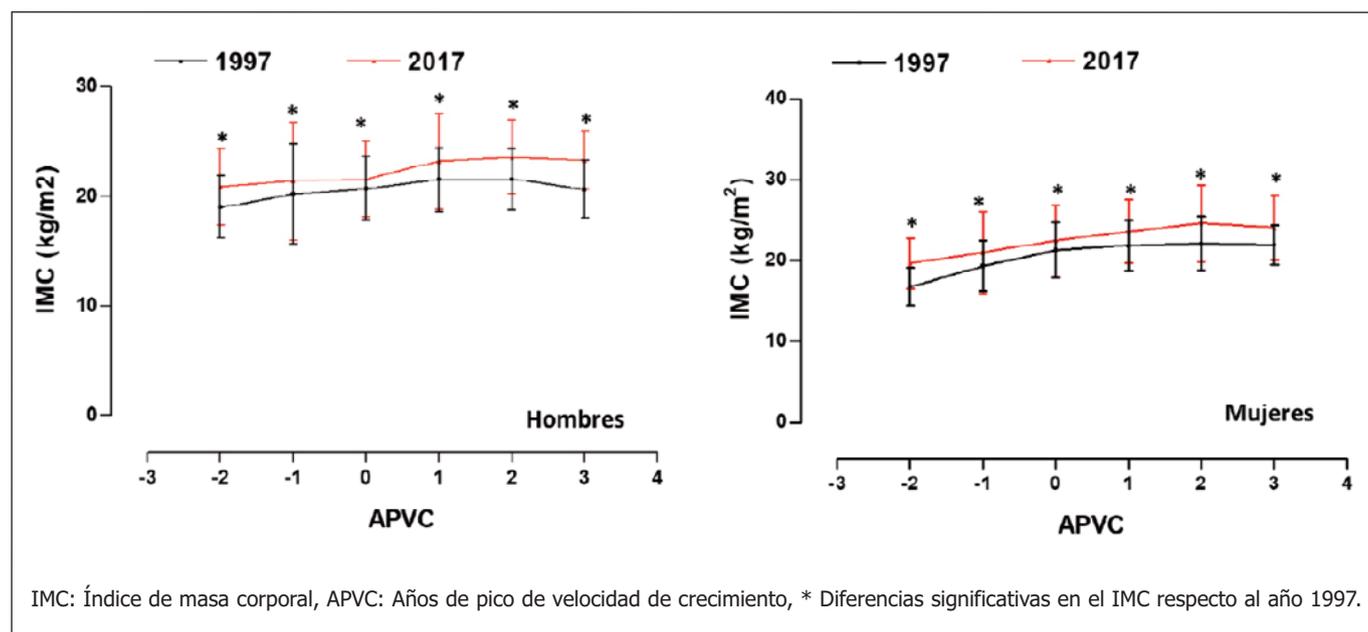
Este estudio tuvo como objetivo determinar si existe cambios significativos en el IMC según el estado de madurez en adolescentes de una región de Chile. Los resultados indican que hubo cambios significativos en el IMC en todos los APVC (estados de madurez) y en ambos sexos en la población regional de Chile durante un período de 20 años.

Este hallazgo refleja tendencias globales en el aumento del peso corporal. Pues varios estudios a nivel internacional han evidenciado incrementos significativos a lo largo de diferentes períodos de tiempo<sup>25,26</sup>, incluso, en los últimos años, algunos

**Tabla 1.** Características antropométricas y estado de madurez de adolescentes chilenos de 1997 y 2017

Variables	Hombres							Mujeres						
	1997			2017			p-valor	1997			2017			p-valor
	n	Media	DE	n	Media	DE		n	Media	DE	n	Media	DE	
Edad (años)		14,1	2,0		14,0	2,1	0,320		13,9	2,0		13,9	2,2	0,560
<b>Antropometría</b>														
Peso (kg)		55,1	12,4		60,0	15	0,001		52,3	9,8		57,2	13,0	0,001
Estatura (cm)		162,1	12,2		163,7	12	0,050		155,4	7,5		155,9	7,8	0,250
IMC (kg/m <sup>2</sup> )		20,8	3,2		22,2	4,1	0,001		21,6	3,2		23,4	4,5	0,001
<b>E. Madurez</b>														
Pre púber (APVC)	119	-2,0	0,6	141	-1,9	0,6	0,182	36	-1,4	0,4	44	-1,6	0,3	0,260
Púber (APVC)	153	0,2	0,6	190	0,1	0,6	0,126	149	0,1	0,6	141	0,1	0,5	>0,99
Post púber (APVC)	199	1,9	0,6	224	2,0	0,6	0,078	283	2,5	0,8	286	2,6	0,9	0,162

DE: Desviación estándar, E: Estado, IMC: Índice de masa corporal, APVC: años de pico de velocidad de crecimiento.

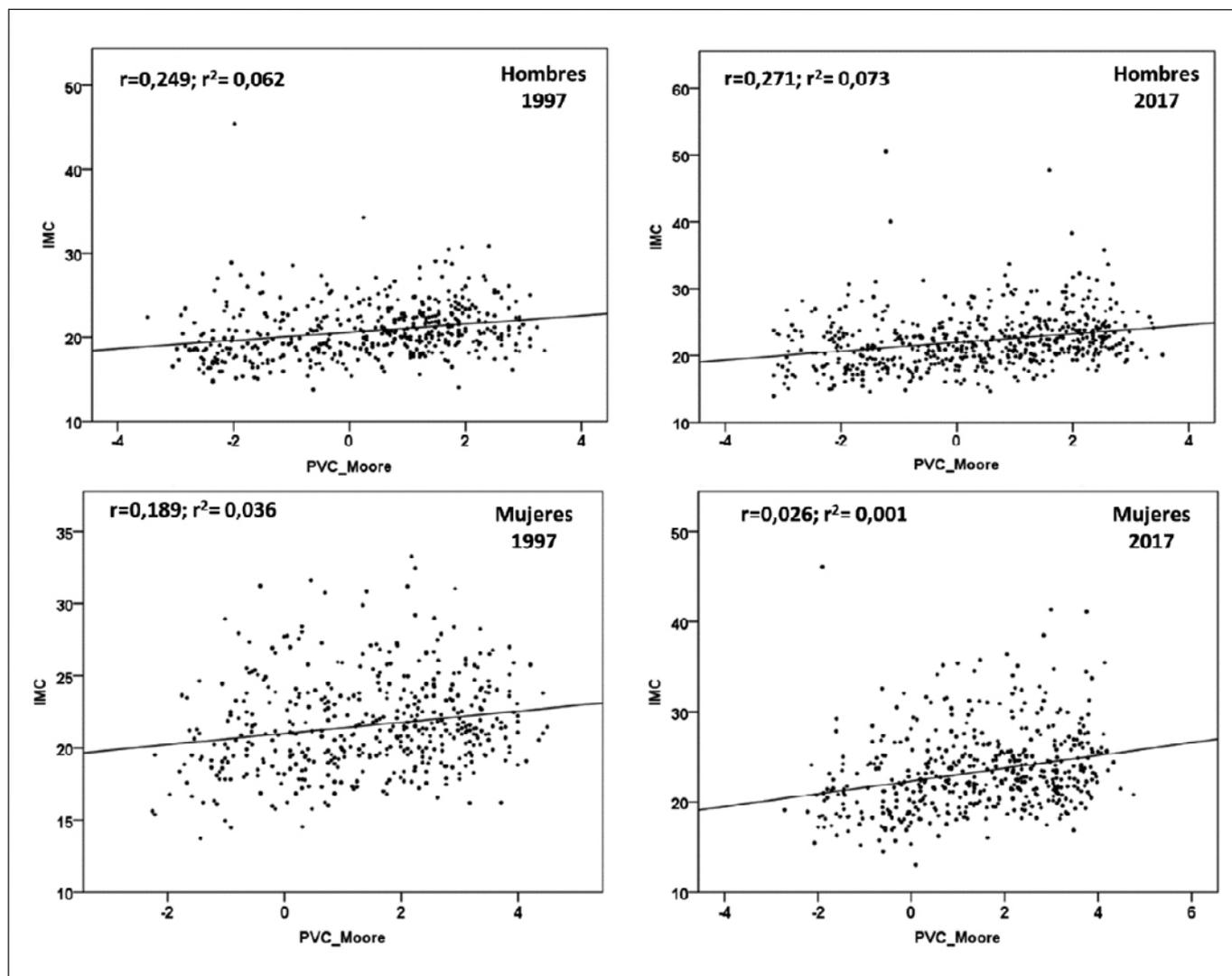
**Figura 1.** Comparación del IMC en dos cohortes (1997 y 2017) según estado de madurez (APVC) en adolescentes de ambos sexos

estudios efectuados en Chile han reportado incrementos positivos del IMC y la adiposidad corporal<sup>27-29</sup>.

Este aumento en el IMC puede atribuirse a una serie de factores, como cambios en la alimentación y la nutrición, aumento del sedentarismo, fácil acceso a los alimentos procesados y al-

tos en calorías, mejoramiento del nivel socioeconómico, del estilo de vida y las opciones de salud de la población<sup>30-32</sup>.

Un IMC elevado es un factor de riesgo de enfermedades no transmisibles como la diabetes, las enfermedades cardiovasculares y los trastornos musculoesqueléticos, lo que re-



**Figura 2.** Relación entre los valores del IMC con el estado de madurez (APVC) en adolescentes de ambos sexos

sulta en una disminución dramática de la calidad y la esperanza de vida<sup>33</sup>.

Por ello, es necesario fomentar una alimentación equilibrada y la práctica regular de ejercicio físico, así como la educación sobre la importancia del mantenimiento de un peso corporal adecuado desde la adolescencia<sup>34</sup>.

De hecho, en un país como Chile, donde el aumento de la prevalencia de sobrepeso en niños y adolescentes es casi el 40% y de obesidad alrededor del 31%<sup>35,19</sup> es plausible que el IMC haya aumentado en los últimos 20 años.

También cabe resaltar que, en Chile en las últimas décadas, se han producido cambios importantes en las condiciones socioeconómicas de la población, por lo que el crecimiento económico, la urbanización y la globalización han modificado profundamente el modo de vivir de los chilenos<sup>36</sup>. Estos cambios pueden haber contribuido a las tendencias observadas en

este estudio, por lo que es necesario desarrollar estrategias de salud pública que aborden los determinantes sociales de la salud y promuevan entornos que favorezcan estilos de vida saludables para los adolescentes.

En general, el aumento del sobrepeso y la obesidad en niños y adolescentes es un problema de salud pública importante que puede tener consecuencias a largo plazo para la salud de la población. Estas tendencias están causando graves problemas de salud pública y en muchos países amenazan la viabilidad de la prestación de atención sanitaria básica<sup>37</sup>, aumenta también el riesgo de enfermedades crónicas como la diabetes tipo 2, enfermedades cardíacas y ciertos tipos de cáncer<sup>38</sup>.

Estas enfermedades pueden requerir tratamientos prolongados y costosos, y pueden tener un impacto negativo en la calidad de vida de los adolescentes estudiados. Esto implica no solo tratar las enfermedades una vez que se desarrollan,

sino también implementar estrategias de prevención que promuevan estilos de vida saludables y opciones de salud positivas desde edades tempranas.

El estudio presenta algunas limitaciones que tienen que ver con las medidas antropométricas recolectadas en las dos cohortes. Por ejemplo, no fue posible evaluar medidas de adiposidad corporal como pliegues cutáneos y circunferencia del abdomen, además, no fue posible recolectar información sobre los niveles de actividad física. Esta información hubiera contribuido en discutir mejor los hallazgos de este estudio. Por ello, es necesario que futuros estudios incluyan en sus diseños estas variables. También el estudio presenta algunas fortalezas, estas tienen que ver que es un estudio que abarca la región central de Chile, presenta un tamaño de muestra grande y la selección de la muestra fue probabilística en ambas cohortes.

## CONCLUSIONES

Este estudio verificó un aumento significativo en el IMC en todos los estados de madurez en adolescentes a lo largo de un período de 20 años, con un incremento mayor en mujeres que en hombres. Estos hallazgos resaltan la urgencia de intervenir a esta población de adolescentes para abordar el problema del sobrepeso y la obesidad. Se sugiere que, en el corto plazo, es necesario implementar medidas concretas y específicas para enfrentar este desafío de salud pública como programas de actividad física, así como intervenciones relacionadas con la dieta, la educación y el apoyo psicológico para lograr resultados óptimos en la salud y el bienestar de los adolescentes.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a ANID-PFCHA/Doctorado Becas Chile/2020- folio 72210418, por la beca otorgada a Fernando Alvear.

## REFERENCIAS

1. Ulijaszek SJ, Kerr DA. Anthropometric measurement error and the assessment of nutritional status. *British Journal of Nutrition*. 1999;82(3):165-77. doi:10.1017/S0007114599001348
2. Gibson, Rosalind S. Principles of nutritional assessment. Oxford university press, USA, 2005.
3. Mirwald RL, Baxter-Jones AD, Bailey DA, Beunen GP. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Med Sci Sports Exerc*. 2002;34(4):689-694. doi:10.1097/00005768-200204000-00020
4. Moore SA, McKay HA, Macdonald H, et al. Enhancing a Somatic Maturity Prediction Model. *Med Sci Sports Exerc*. 2015;47(8):1755-1764. doi:10.1249/MSS.0000000000000588
5. Fryar CD, Gu Q, Ogden CL, Flegal KM. Anthropometric Reference Data for Children and Adults: United States, 2011-2014. *Vital Health Stat 3 Anal Stud*. 2016;(39):1-46.
6. Lelijveld N, Benedict RK, Wrottesley SV, et al. Towards standardised and valid anthropometric indicators of nutritional status in middle childhood and adolescence. *Lancet Child Adolesc Health*. 2022;6(10):738-746. doi:10.1016/S2352-4642(22)00196-1
7. Hwaung P, Heo M, Kennedy S, et al. Optimum waist circumference-height indices for evaluating adult adiposity: An analytic review. *Obes Rev*. 2020;21(1):e12947. doi:10.1111/obr.12947
8. Madden AM, Smith S. Body composition and morphological assessment of nutritional status in adults: a review of anthropometric variables. *J Hum Nutr Diet*. 2016;29(1):7-25. doi:10.1111/jhn.12278
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. doi:10.20945/2359-399700000206
10. Khanna D, Peltzer C, Kahar P, Parmar MS. Body Mass Index (BMI): A Screening Tool Analysis. *Cureus*. 2022;14(2):e22119. Published 2022 Feb 11. doi:10.7759/cureus.22119
11. Peterson CM, Su H, Thomas DM, et al. Tri-Ponderal Mass Index vs Body Mass Index in Estimating Body Fat During Adolescence. *JAMA Pediatr*. 2017;171(7):629-636. doi:10.1001/jamapediatrics.2017.0460
12. Wang X, Dong B, Ma J, Song Y, Zou Z, Arnold L. Role of tri-ponderal mass index in cardio-metabolic risk assessment in children and adolescents: compared with body mass index. *Int J Obes (Lond)*. 2020;44(4):886-894. doi:10.1038/s41366-019-0416-y
13. Freedman DS, Srinivasan SR, Valdez RA, Williamson DF, Berenson GS. Secular increases in relative weight and adiposity among children over two decades: the Bogalusa Heart Study. *Pediatrics*. 1997;99(3):420-426. doi:10.1542/peds.99.3.420
14. Kimm SY, Barton BA, Obarzanek E, et al. Racial divergence in adiposity during adolescence: The NHLBI Growth and Health Study. *Pediatrics*. 2001;107(3):E34. doi:10.1542/peds.107.3.e34
15. Nagel G, Wabitsch M, Galm C, et al. Secular changes of anthropometric measures for the past 30 years in South-West Germany. *Eur J Clin Nutr*. 2009;63(12):1440-1443. doi:10.1038/ejcn.2009.86
16. Guimarey LM, Castro LE, Torres MF, et al. Secular changes in body size and body composition in schoolchildren from La Plata City (Argentina). *Anthropol Anz*. 2014;71(3):287-301. doi:10.1127/0003-5548/2014/0364
17. Albala C, Vio F, Kain J, Uauy R. Nutrition transition in Latin America: the case of Chile. *Nutr Rev*. 2001;59(6):170-176. doi:10.1111/j.1753-4887.2001.tb07008.x
18. Vio F, Albala C, Kain J. Nutrition transition in Chile revisited: mid-term evaluation of obesity goals for the period 2000-2010. *Public Health Nutr*. 2008;11(4):405-412. doi:10.1017/S136898000700050X
19. Mujica-Coopman MF, Navarro-Rosenblatt D, López-Arana S, Corvalán C. Nutrition status in adult Chilean population: economic, ethnic and sex inequalities in a post-transitional country. *Public Health Nutr*. 2020;23(S1):s39-s50. doi:10.1017/S1368980019004439

20. GBD 2015 Obesity Collaborators, Afshin A, Forouzanfar MH, et al. Health Effects of Overweight and Obesity in 195 Countries over 25 Years. *N Engl J Med*. 2017;377(1):13-27. doi:10.1056/NEJMoa1614362
21. Cossio-Bolaños M, Vasquez P, Luarte-Rocha C, Sulla-Torres J, Gómez Campos R. Assessment of self-perception of physical fitness and proposal for standards among Chilean adolescent students: the EAPAF study. Evaluación de la autopercepción de la aptitud física y propuesta de normativas en adolescentes escolares chilenos: estudio EAPAF. *Arch Argent Pediatr*. 2016;114(4):319-328. doi:10.5546/aap.2016.eng.319
22. Asociación Médica Mundial. Declaración de Helsinki de la AMM - Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. 48ª Asamblea General, Somerset West, Sudáfrica. 1996. Disponible en: [https://www.wma.net/wp-content/uploads/2024/05/DoH-Oct\\_1996\\_S.pdf](https://www.wma.net/wp-content/uploads/2024/05/DoH-Oct_1996_S.pdf)
23. Ross WD, Marfell-Jones MJ. Kinanthropometry. In J. D. MacDougall, H. A. Wenger, & H. J. Geeny (Eds.), *Physiological testing of elite athlete*. Human Kinetics. 1991; 223:308-314.
24. Malina RM, Kozielec SM. Validation of maturity offset in a longitudinal sample of Polish boys. *J Sports Sci*. 2014;32(5):424-437. doi:10.1080/02640414.2013.828850
25. Patalay P, Gage SH. Changes in millennial adolescent mental health and health-related behaviours over 10 years: a population cohort comparison study. *Int J Epidemiol*. 2019;48(5):1650-1664. doi:10.1093/ije/dyz006
26. Blundell E, De Stavola BL, Kellock MD, et al. Longitudinal pathways between childhood BMI, body dissatisfaction, and adolescent depression: an observational study using the UK Millenium Cohort Study [published correction appears in *Lancet Psychiatry*. 2024 Feb;11(2):e3]. *Lancet Psychiatry*. 2024;11(1):47-55. doi:10.1016/S2215-0366(23)00365-6
27. Gatica-Mandiola P, Vargas-Vitoria R, Jirón Amaro O, et al. Cambios en la adiposidad corporal de adolescentes escolares (1997-2007). *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*. 2013; 33(3):23-29. doi:10.12873/333bodyfat
28. Herrera JC, Lira M, Kain J. Vulnerabilidad socioeconómica y obesidad en escolares chilenos de primero básico: comparación entre los años 2009 y 2013. *Revista chilena de Pediatría*. 2017;88(6):736-743. doi:http://dx.doi.org/10.4067/S0370-41062017000600736
29. East P, Delker E, Blanco E, et al. BMI Trajectories from Birth to 23 Years by Cardiometabolic Risks in Young Adulthood. *Obesity (Silver Spring)*. 2020;28(4):813-821. doi:10.1002/oby.22754
30. Agrawal P, Gupta K, Mishra V, Agrawal S. Effects of sedentary lifestyle and dietary habits on body mass index change among adult women in India: findings from a follow-up study. *Ecol Food Nutr*. 2013;52(5):387-406. doi:10.1080/03670244.2012.719346
31. Fox A, Feng W, Asal V. What is driving global obesity trends? Globalization or "modernization"? *Global Health*. 2019;15(1):32. Published 2019 Apr 27. doi:10.1186/s12992-019-0457-y
32. Kerkadi A, Sadig AH, Bawadi H, et al. The Relationship between Lifestyle Factors and Obesity Indices among Adolescents in Qatar. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(22):4428. Published 2019 Nov 13. doi:10.3390/ijerph16224428
33. Lin X, Li H. Obesity: Epidemiology, Pathophysiology, and Therapeutics. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2021;12:706978. Published 2021 Sep 6. doi:10.3389/fendo.2021.706978
34. Oukheda M, Bouaouda K, Mohtadi K, et al. Association between nutritional status, body composition, and fitness level of adolescents in physical education in Casablanca, Morocco. *Front Nutr*. 2023;10:1268369. Published 2023 Nov 7. doi:10.3389/fnut.2023.1268369
35. MINSAL (Ministerio de Salud, Gobierno de Chile). Encuesta Nacional de Salud de Chile 2016-2017. 2018. Recuperado de [http://inta.cl/wp-content/uploads/2018/01/ENS-2016-17\\_PRIME ROSRESULTADOS-1.pdf](http://inta.cl/wp-content/uploads/2018/01/ENS-2016-17_PRIME ROSRESULTADOS-1.pdf)
36. Kain J, Uauy R, Lera L, Taibo M, Espejo F, Albala C. Evolución del estado del estado nutricional de escolares chilenos de 6 años (1987-2003) [Evolution of the nutritional status of six years old Chilean children (1987-2003)]. *Rev Med Chil*. 2005;133(9):1013-1020. doi:10.4067/s0034-98872005000900003
37. Raj M, Kumar RK. Obesity in children & adolescents. *Indian J Med Res*. 2010;132(5):598-607.
38. Scully T, Ettela A, LeRoith D, Gallagher EJ. Obesity, Type 2 Diabetes, and Cancer Risk. *Front Oncol*. 2021;10:615375. Published 2021 Feb 2. doi:10.3389/fonc.2020.615375