

## 32. Salud Humana

### **El consumo de oxígeno elimina el efecto negativo entre la obesidad y el rendimiento académico en 36.870 adolescentes Chilenos**

Hormazábal-Aguayo, Ignacio; García-Hermoso, Antonio

Ignacio.hormazabal@usach.cl; Antonio.garcia.h@usach.cl;

Laboratorio de Ciencias de la Actividad Física, el Deporte y la Salud, Universidad de Santiago de Chile, Chile

#### **Resumen**

**Objetivo:** El objetivo del estudio fue determinar el nivel de consumo de oxígeno necesario por los adolescentes para contrarrestar el efecto adverso de la obesidad sobre el rendimiento académico en adolescentes chilenos.

**Metodología:** La muestra se compone de 36.870 adolescentes participantes en el Sistema de Evaluación de la Calidad Educativa (SIMCE) de Chile y el SIMCE en educación física de los años 2011, 2013 y 2014. La obesidad se definió según el International Obesity Task Force a través del índice de masa corporal (IMC). Se usó el test de Course Navette para calcular indirectamente el consumo de oxígeno relativo al peso (ml/kg/min). Por último, se utilizaron los puntajes en lenguaje y matemáticas a través de pruebas estandarizadas del SIMCE (escala de 0 a 400). Los análisis de regresión y moderación se realizaron utilizando la macro PROCESS 2.16. en IBM SPSS versión 22 utilizando la técnica de Johnson-Neyman.

**Principales resultados:** La muestra final tenía una edad media de  $13,8 \pm 0,7$  años (55,2% niños). El análisis de regresión lineal muestra como el IMC y el consumo de oxígeno se relaciona negativa y positivamente con el rendimiento en ambas asignaturas, respectivamente. La técnica Johnson-Neyman reveló una relación inversa significativa entre la obesidad y el rendimiento académico cuando la capacidad aeróbica de los adolescentes fue superior pero no igual o inferior a 45,3 ml/kg/min (39,1% de la muestra) y 46,4 ml/kg/min (34,1% de la muestra) en lenguaje y matemáticas, respectivamente. En conclusión, aumentar el tiempo dedicado a la educación física en el currículo escolar podría generar beneficios de salud física y mental a través de la mejora de la capacidad aeróbica de los adolescentes.

**Palabras clave:** índice de masa corporal; éxito académico; condición física; capacidad aeróbica

## Introducción

Son varios los trabajos que indican que la obesidad podría tener un efecto perjudicial en el rendimiento académico en adolescentes (Taki et al., 2008). En este sentido, la obesidad ha sido transversal y longitudinalmente asociada de manera inversa con el rendimiento académico en niños y adolescentes en la mayoría de los estudios (García-Hermoso, Esteban-Cornejo, Olloquequi, & Ramírez-Vélez, 2017) (Sardinha et al., 2016), sin embargo, esta influencia podría debilitarse teniendo en cuenta la condición física de los jóvenes.

La condición física ha mostrado beneficios para la salud física y mental (Smith et al., 2014) (Ruiz et al., 2014), así como para el funcionamiento cerebral y ejecutivo durante la juventud (Donnelly et al., 2016). Además, un creciente cuerpo de evidencia sugiere que la condición física puede jugar un papel clave en el rendimiento académico en la juventud, principalmente la capacidad aeróbica y consecuentemente el consumo de oxígeno.

Un estudio previo que utiliza un análisis de mediación sugiere que la condición física puede atenuar o incluso contrarrestar la influencia adversa de la obesidad en el rendimiento académico en adolescentes

(García-Hermoso et al., 2017). Sin embargo, hasta la fecha no existe ningún estudio que haya analizado el efecto moderador del consumo de oxígeno en esta relación.

## Objetivo

El objetivo del estudio fue determinar el nivel de consumo de oxígeno necesario por los adolescentes para contrarrestar el efecto adverso de la obesidad sobre el rendimiento académico en adolescentes chilenos.

## Materiales y Métodos

**Sujetos.** 36.870 adolescentes participantes en el Sistema de Evaluación de la Calidad Educativa (SIMCE) y el SIMCE en educación física de los años 2011, 2013 y 2014 en Chile.

**Antropometría.** El peso se midió con una precisión de 0,1 kg y la altura se midió con una precisión de 0,1 cm. El índice de masa corporal (IMC) se calculó como el peso corporal en kilogramos dividido por el cuadrado de la talla en metros. La obesidad se definió según el International Obesity Task Force (Cole & Lobstein, 2012).

**Capacidad aeróbica.** Se usó el test de Course Navette, calculando posteriormente el consumo de oxígeno

relativo al peso según la ecuación de Léger (Leger, Mercier, Gadoury, & Lambert, 1988).

Rendimiento académico. El SIMCE mide los objetivos curriculares nacionales establecidos por el Ministerio de Educación, utilizando una escala de 0 a 400 en las ramas de lenguaje y matemáticas.

Análisis estadístico. Los análisis de regresión y moderación se realizaron utilizando la macro PROCESS 2.16. en IBM SPSS versión 22 utilizando la técnica de Johnson-Neyman. Esta técnica permite evaluar si el consumo de oxígeno modera la relación entre la obesidad y el rendimiento académico determinando la región de significancia. Este análisis se ambos sexos en conjunto.

ajustó por edad, sexo, nivel socioeconómico y año de evaluación del SIMCE.

## Resultados y Discusión

La Tabla 1 muestra las estadísticas sociodemográficas descriptivas de la muestra (media y desviación típica). La muestra final tenía una edad media de  $13,8 \pm 0,7$  años y contenía más niños que niñas (55,2% versus 44,8%). En comparación con los niños, las niñas tenían puntajes más bajos en la capacidad aeróbica y matemáticas. Los análisis preliminares no mostraron interacciones significativas entre las variables de sexo y capacidad aeróbica (todas  $p > 0,1$ ); por lo tanto, todos los análisis se realizaron con

Tabla 1. Características de la muestra por sexo

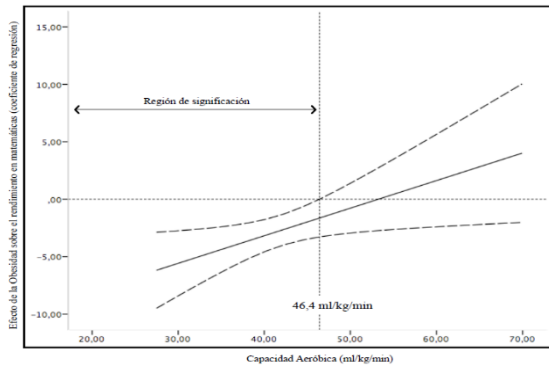
Características	Total (n = 36870)	Niños (n = 19827)	Niñas (n = 17043)	Valor P por sexo
Edad, años, media (DT)	13.8 (0.7)	13.9 (0.8)	13.8 (0.7)	<.001
Peso, kg, media (DT)	57.0 (10.6)	58.3 (11.0)	55.4 (10.0)	<.001
Altura, cm, media (DT)	161.0 (7.9)	164.3 (7.7)	157.0 (6.0)	<.001
IMC, kg/m <sup>2</sup> , media (DT)	21.9 (3.6)	21.5 (3.5)	22.5 (3.7)	<.001
Vueltas, etapa, media (DT)	5.5 (2.5)	6.8 (2.3)	4.0 (1.9)	<.001
Consumo de oxígeno, ml/kg/min, media (DT)	43.9 (6.6)	47.2 (6.0)	39.9 (5.1)	<.001
Lenguaje, puntaje bruto, media (DT)	252.0 (50.9)	246.3 (51.7)	259.0 (49.1)	<.001
Matemáticas, puntaje bruto, media (DT)	261.5 (48.3)	263.3 (47.8)	259.4 (49.0)	<.001

El análisis de regresión lineal muestra como el IMC se relaciona negativamente con el rendimiento en matemáticas en ambas asignaturas (lenguaje,  $B = -25,9$  –  $p < 0.001$ ; matemáticas,  $B = -22,3$  –  $p = 0.001$ ). Por su parte, la capacidad aeróbica se relaciona positivamente con el

rendimiento en matemáticas también en ambas asignaturas (lenguaje,  $B = 44,1$  –  $p < 0.001$ ; matemáticas,  $B = 63,7$  –  $p < 0.001$ ). La técnica Johnson-Neyman reveló una relación inversa significativa entre la obesidad y el rendimiento académico cuando el consumo de oxígeno de los

adolescentes fue superior pero no igual o inferior a 45,3 ml/kg/min (39,1% de la muestra) y 46,4 ml/kg/min (34,1% de la muestra) en lenguaje y matemáticas, respectivamente (Figura 1).

A)



B)

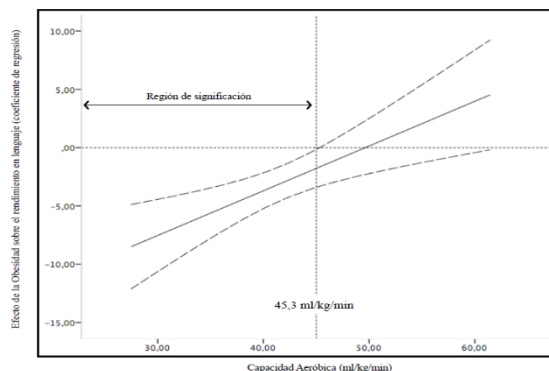


Figura 1. Estimación de la pendiente de regresión e intervalo de confianza del 95% para la relación entre la obesidad y rendimiento en matemáticas, lenguaje y consumo de oxígeno.

## Discusión

El presente trabajo muestra que la capacidad aeróbica, concretamente el consumo de oxígeno medido indirectamente con el test de Course Navette, condiciona la relación negativa entre la obesidad y el rendimiento académico en adolescentes Chilenos. Específicamente, parece que niveles superiores a 45 ml/kg/min de consumo de oxígeno podría eliminar los efectos nocivos de esta adiposidad sobre el rendimiento académico en lenguaje y

matemáticas en ambos sexos e independientemente del estatus socioeconómico.

La evidencia experimental en neurociencia indica que la composición corporal no saludable puede obstaculizar el aprendizaje y el rendimiento académico (Taki et al., 2008). Por ejemplo, las reducciones de materia gris en la corteza prefrontal, una región del cerebro involucrada en el control cognitivo, parecen ocurrir de una manera dependiente de la dosis con un IMC elevado (Taki et al., 2008).

Se han sugerido varias explicaciones para el papel moderador de la capacidad aeróbica basada en aspectos de neurociencia:

1. La capacidad aeróbica parece estar relacionada con la angiogénesis en la corteza motora y aumenta el flujo sanguíneo, mejorando la vascularización cerebral que podría afectar el rendimiento cognitivo (Hillman, Erickson, & Kramer, 2008).
2. Se ha demostrado que este parámetro de condición física desempeña un papel importante en la memoria espacial, el volumen del hipocampo y la integridad de la sustancia blanca (Adkins, Boychuk, Remple, & Kleim, 2006).

3. Recientemente se ha demostrado que la capacidad aeróbica se asocia de forma independiente con un mayor volumen de materia gris de numerosas estructuras cerebrales corticales y subcorticales, y que éstas, a su vez, se relacionan con un mejor rendimiento académico (Esteban-Cornejo et al., 2017).

La principal limitación del presente estudio es su diseño de corte transversal, que no permite ninguna inferencia de temporalidad o posibles relaciones causales. Además, es posible que la correlación entre el rendimiento académico, la obesidad y la buena forma física esté mediada por variables no incluidas en este estudio (por ejemplo, educación materna, la actividad física, etc.)

### Conclusiones

Un nivel óptimo de consumo de oxígeno podría eliminar los efectos nocivos de la obesidad sobre el rendimiento académico. Por lo tanto, aumentar el tiempo dedicado a la educación física en el currículo escolar podría generar beneficios de salud física y mental (Arday et al., 2014). Además, los programas de actividad física basados en la escuela podría ser una estrategia efectiva para mejorar la capacidad aeróbica (Pozuelo-Carrascosa, García-Hermoso, Álvarez-Bueno, Sánchez-López, & Martínez-Vizcaino,

2017) y, en consecuencia, para el desarrollo académico exitoso posterior.

### Bibliografía

- Adkins, D. L., Boychuk, J., Remple, M. S., & Kleim, J. A. (2006). Motor training induces experience-specific patterns of plasticity across motor cortex and spinal cord. *Journal of applied physiology*, 101(6), 1776-1782.
- Arday, D., Fernández-Rodríguez, J., Jiménez-Pavón, D., Castillo, R., Ruiz, J., & Ortega, F. (2014). A Physical Education trial improves adolescents' cognitive performance and academic achievement: the EDUFIT study. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 24(1), e52-e61.
- Cole, T. J., & Lobstein, T. (2012). Extended international (IOTF) body mass index cut-offs for thinness, overweight and obesity. *Pediatric obesity*, 7(4), 284-294.
- Donnelly, J. E., Hillman, C. H., Castelli, D., Etnier, J. L., Lee, S., Tomporowski, P., . . . Szabo-Reed, A. N. (2016). Physical activity, fitness, cognitive function, and academic achievement in children: a systematic review. *Medicine and science in sports and exercise*, 48(6), 1197.
- Esteban-Cornejo, I., Cadenas-Sanchez, C., Contreras-Rodriguez, O., Verdejo-Roman, J., Mora-Gonzalez, J., Migueles, J. H., . . . Catena, A. (2017). A whole brain volumetric approach in overweight/obese children: Examining the association with different physical fitness components and academic performance. The ActiveBrains project. *NeuroImage*, 159, 346-354.
- García-Hermoso, A., Esteban-Cornejo, I., Olloquequi, J., & Ramírez-Vélez, R. (2017). Cardiorespiratory fitness and muscular strength as mediators of the influence of fatness on academic achievement.

- The Journal of pediatrics*, 187, 127-133. e123.
- Hillman, C. H., Erickson, K. I., & Kramer, A. F. (2008). Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nature reviews neuroscience*, 9(1), 58.
- Leger, L. A., Mercier, D., Gadoury, C., & Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of sports sciences*, 6(2), 93-101.
- Pozuelo-Carrascosa, D. P., García-Hermoso, A., Álvarez-Bueno, C., Sánchez-López, M., & Martínez-Vizcaino, V. (2017). Effectiveness of school-based physical activity programmes on cardiorespiratory fitness in children: a meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Sports Med*, bjsports-2017-097600.
- Ruiz, J. R., Huybrechts, I., Cuenca-García, M., Artero, E. G., Labayen, I., Meirhaeghe, A., . . . González-Gross, M. (2014). Cardiorespiratory fitness and ideal cardiovascular health in European adolescents. *Heart*, heartjnl-2014-306750.
- Sardinha, L. B., Marques, A., Minderico, C., Palmeira, A., Martins, S., Santos, D. A., & Ekelund, U. (2016). Longitudinal relationship between cardiorespiratory fitness and academic achievement. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(5), 839-844.
- Smith, J. J., Eather, N., Morgan, P. J., Plotnikoff, R. C., Faigenbaum, A. D., & Lubans, D. R. (2014). The health benefits of muscular fitness for children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Sports medicine*, 44(9), 1209-1223.
- Taki, Y., Kinomura, S., Sato, K., Inoue, K., Goto, R., Okada, K., . . . Fukuda, H. (2008). Relationship between body mass index and gray matter volume in 1,428 healthy individuals. *Obesity*, 16(1), 119-124.

### **Agradecimientos**

Los autores agradecen al Ministerio de Educación de Chile y a la Agencia de Calidad Educativa por los datos utilizados en este estudio. Todos los resultados de este estudio son responsabilidad exclusiva de los autores y no reflejan necesariamente los puntos de vista del proyecto SIMCE, el Ministerio de Educación de Chile, la Agencia de Calidad Educativa de Chile o el Gobierno de Chile.

