

Rendimiento académico, capacidad aeróbica y composición corporal en estudiantes adolescentes futbolistas

Academic performance, aerobic capacity and body composition in high school soccer players

Juan David Ríos Álvarez¹ <https://orcid.org/0000-0003-3506-19066>

Carlos Augusto Suárez Caballero¹ <https://orcid.org/0000-0002-7061-50499>

Andrés Mauricio Ariza Viviescas¹ <https://orcid.org/0000-0002-3157-95755>

Luis Gabriel Rangel Caballero^{1*} <https://orcid.org/0000-0001-9904-30088>

¹Universidad Santo Tomás. Bucaramanga, Colombia.

* Autor para la correspondencia: dcultu@ustabuca.edu.co

RESUMEN

Introducción: La capacidad aeróbica es uno de los componentes más importantes de la condición física. Los beneficios de tener niveles saludables de este componente se reflejan no solamente en la salud, sino también en el mejoramiento de las funciones cognitivas, lo cual influiría positivamente en el rendimiento académico.

Objetivo: Establecer la relación entre el rendimiento académico, la capacidad aeróbica y la composición corporal.

Métodos: Estudio correlacional realizado a 55 futbolistas adolescentes estudiantes. El rendimiento académico se estableció a través del promedio de notas. La capacidad aeróbica fue valorada por el test de ida y vuelta de 20 metros. La composición corporal se determinó a través del índice de masa corporal y el porcentaje de grasa. Las variables se analizaron en medidas de tendencia central o frecuencias según su naturaleza. Se calculó el coeficiente de Pearson para establecer una posible correlación en las variables de interés. El nivel de significancia empleado fue $p \leq 0,05$.

Resultados: Las medias de consumo máximo de oxígeno y rendimiento académico fue de 54,56 ml/kg⁻¹/min⁻¹ (DE: 10,71) y 79,25 (DE: 8,27) respectivamente. Las medianas de porcentaje de grasa e índice de masa corporal fueron de 20,12 kg/m² y 13,8 % respectivamente. Se estableció una correlación positiva ($r = 0,4063$) entre la capacidad aeróbica y el rendimiento académico ($p = 0,0021$).

Conclusiones: La mayor parte de los participantes registró niveles saludables de capacidad aeróbica y composición corporal. Los mayores niveles de capacidad aeróbica fueron en adolescentes escolares físicamente activos que estuvieron relacionados con un mayor rendimiento académico.

Palabras clave: aptitud física; sobrepeso; rendimiento académico; adolescente; resistencia física.

ABSTRACT

Introduction: Aerobic capacity is one of the most important components of physical fitness. Benefits of having healthy levels of aerobic capacity are evident not only in physical health but in the improvement of cognitive functions, which may influence positively in academic performance.

Objective: To determine a correlation between academic performance with aerobic capacity and body composition in population of study.

Methods: Analytical cross-sectional study carried out in 55 high school soccer. Academic performance was established through grade average, aerobic capacity was assessed with the 20-meter shuttle test and body composition was determined by Body Mass Index and body fat percentage. Variables were analyzed in frequencies or central tendencies measures according to its nature. To establish differences statistically meaningful in continuous and categorical variables. Significance level was of $p \leq 0.05$.

Results: Means of maximal oxygen consumption and academic performance were of 54.56 ml/kg⁻¹/min⁻¹ (DE: 10.71) y 79.25 (DE: 8.27) respectively. Medians of body fat percentage and Body Mass Index were of 20.12 kg/m² y 13.8 % respectively. A positive correlation ($r= 0.4063$) was established between aerobic capacity and academic performance ($p= 0.0021$).

Conclusions: Most of population of study registered healthy levels of aerobic capacity and body composition. Higher levels of aerobic capacity in high school adolescents physically active are related to a better academic performance.

Keywords: physical fitness; overweight; academic performance; adolescent; physical endurance.

Recibido: 05/06/2020

Aceptado: 29/08/2020

Introducción

La evidencia científica plantea la asociación entre una buena aptitud física y el rendimiento académico en escolares; y abarca lo fisiológico, lo psicosocial, lo cognitivo y el comportamiento. En la actualidad se sugiere que ser físicamente activo influye de manera positiva en la estructura y función del cerebro en edades tempranas.^(1,2,3,4) Realizar actividad física es de gran beneficio para el crecimiento, desarrollo físico, intelectual y psicológico, lo que constituye un pilar fundamental en la salud.⁽⁵⁾

La relación entre la condición física y el rendimiento escolar en estudiantes ha sido un tema de análisis científico⁽⁶⁾ por la importancia creciente en sus resultados académicos y su relevancia en la vida cotidiana.⁽⁷⁾

Piaget fue de los pioneros en sugerir que el desarrollo intelectual de los jóvenes va de la mano con el desarrollo motor.^(8,9) *Dwyer* y otros establecen una correlación positiva entre la actividad física y el desempeño académico ya que los alumnos que practican regularmente algún deporte, desarrollarán su sistema cognoscitivo y por ende tendrían mayor capacidad para recepcionar mejor la información.⁽¹⁰⁾ Otros autores afirman que el deporte favorece de manera positiva el aprendizaje, el éxito y la autoestima,⁽¹¹⁾ además de proporcionar la capacidad de sentirse bien al estudiante en sus clases, por lo que un estudiante que se siente a gusto tendrá mejor desempeño y obtendrá un mayor rendimiento académico.⁽⁹⁾ De igual manera la actividad física mejora la circulación, consolida el sistema músculo esquelético,

estimula la producción de dopamina y crea conexiones nerviosas más fuertes, lo que garantiza mayor sensación de bienestar y un mejor desarrollo cognoscitivo.⁽¹¹⁾

La capacidad aeróbica (CA) es uno de los componentes más importantes de la condición física⁽¹²⁾, ya que además de ser una de las variables de interés, se ha constatado en múltiples estudios su influencia positiva a nivel cognitivo. Mayores niveles de CA están vinculados con una eficacia superior en trabajos cognitivos que requieren un alto control atencional.⁽¹³⁾ Además contribuye a un mayor flujo sanguíneo cerebral^(14,15,16) lo que produce el aumento en sustancias como el oxígeno y la glucosa, que favorecen el funcionamiento del cerebro y por lo tanto mejora el desempeño académico.^(17,18,19,20)

Actualmente es preocupante los altos niveles de inactividad física de la población infantil y adolescente; debido a un abandono de la práctica de cualquier actividad física,⁽²¹⁾ en consecuencia se observa cada vez niveles poco saludables de condición física, que trae consigo problemas de sobrepeso/obesidad y riesgo cardiovascular futuro. En las últimas dos décadas, el incremento del sobrepeso/obesidad en niños y jóvenes se ha extendido de forma alarmante.^(22,23)

En el contexto nacional, de acuerdo a la última encuesta de la Situación Nutricional en Colombia, el 17,9 % de los adolescentes entre los 13 y 17 años mostró exceso de peso.⁽²⁴⁾ Por lo anterior estimar la composición corporal y valorar la condición física en niños y adolescentes ha cobrado gran relevancia a causa del aumento en la prevalencia de sobrepeso y sus mencionados efectos adversos sobre la salud.

La antropometría juega un rol importante en el análisis de la composición corporal ya que evalúa su relación con la condición física y el estado nutricional, con el propósito de obtener información acerca del estado de salud de una población específica.^(25,26) Monitorear la composición corporal en escolares es fundamental pues aspectos como el tejido adiposo, el índice de masa corporal (IMC) y el estado nutricional son predictivos de su futura características físicas.^(26,27)

El propósito de este estudio fue determinar la relación existente entre capacidad aeróbica, composición corporal y el rendimiento académico en jóvenes futbolistas estudiantes de Bucaramanga, Colombia.

Métodos

Estudio correlacional realizado en 55 estudiantes adolescentes cuyas edades oscilan entre 12 y 17 años, pertenecientes a selecciones de fútbol de 3 colegios de Bucaramanga, Colombia, durante el período febrero-mayo del 2018.

Se implementó un muestreo no probabilístico. Fueron incluidos los estudiantes de sexo masculino, matriculados en instituciones educativas que no reportaron riesgo cardiovascular, metabólico o músculo esquelético (a través del cuestionario Par – Q).⁽²⁸⁾ Todos fueron autorizados por sus padres a través de la firma del consentimiento informado, así como expresaron su voluntad expresa de participar mediante la firma de un asentimiento informado.

Este estudio fue aprobado por el Comité de Investigación de la Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación de la Universidad Santo Tomás.

Para la recolectar la información se solicitó permiso a la dirección de cada una de las instituciones educativas mediante carta, la cual describía los objetivos y el protocolo de investigación. Una vez autorizados se convocó a una reunión con los participantes a los que se les entregó el asentimiento y consentimiento informado para su firma y el cuestionario Par-Q para que lo completaran en casa con la ayuda de los padres.

Antes de iniciar el trabajo de campo, los evaluadores realizaron dos sesiones teóricoprácticas para familiarizarse con el test de ida y vuelta de 20 metros y los diferentes instrumentos para medir la composición corporal de los jóvenes futbolistas. Se realizó una prueba piloto para estandarizar el proceso de valoración con 10 estudiantes de una de las instituciones.

El día de la aplicación del estudio se comprobó que los participantes entregaran todos los documentos firmados y los evaluadores revisaron que se cumplieran los criterios de elegibilidad. Se procedió a valorar la composición corporal, la cual fue realizada con ropa ligera y sin zapatos en la enfermería de cada una de las instituciones. Luego se realizó un calentamiento general de 15 min. de duración compuesto por ejercicios de movilidad articular, activación cardiovascular y estiramientos. Finalmente se realizó la valoración de la CA por un profesional en cultura física y dos estudiantes de cultura física, debidamente capacitados que se encargaron de la aplicación de las pruebas llevadas a cabo en las instalaciones de las instituciones en presencia del entrenador de fútbol y el personal de enfermería para garantizar la seguridad de los participantes.

La composición corporal y el porcentaje de grasa corporal fueron establecidos a través del IMC. El peso se valoró con una báscula *Tanita UM061* y la altura con un tallímetro *SECA 216*. Con relación al IMC se tuvo en cuenta los criterios del Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades de los Estados Unidos de América (CDC *por sus siglas en inglés*).⁽²⁹⁾

Para estimar el porcentaje de grasa corporal fue utilizado el analizador de grasa corporal *OMRON HBF-306C*.

Se seleccionó la técnica de impedancia bioeléctrica debido a que es un procedimiento de bajo costo, rápido, no invasivo y su validez ha sido demostrada anteriormente en estudios epidemiológicos.⁽³⁰⁾ Se tuvo en cuenta las recomendaciones del Manual del equipo descritas en el estudio de *Loenneke* y otros.⁽³¹⁾ Para establecer un porcentaje de grasa saludable en “zona saludable” o en “zona necesita mejora/riesgo futuro” se tuvieron en cuenta los criterios de la batería *Fitnessgramm®*.⁽³²⁾

El rendimiento académico se estableció a través del promedio de notas de cada participante proporcionado por cada institución y bajo la autorización de los padres a través de la firma del consentimiento informado. Debido a que cada institución educativa tiene una escala de valoración diferente, se homologó a una escala de 1 a 100 para establecer el promedio de notas.

La capacidad aeróbica se valoró a través del test de ida y vuelta de 20 metros. La prueba consistió en correr una distancia de 20 metros en doble sentido ida y vuelta tocando la línea que se encontraba localizada al final de cada uno de los extremos al tiempo de una señal sonora emitida por una grabación.

La frecuencia de la señal sonora aumentó en 0,5 km/h-1 cada min. se inició con una velocidad de 8,5 km/h-1. La prueba finalizó cuando el participante no alcanzó a tocar por dos veces seguidas la línea antes de la señal sonora o cuando por voluntad propia decidió abandonar.⁽³³⁾

Se registró el último min. completado y con este registro se determinó el consumo máximo de oxígeno (VO₂max) expresado en ml/kg-1 /min- 1 obtenido a través de la fórmula de *Leger*.⁽³³⁾ Otras variables analizadas fueron, edad, nivel socioeconómico y el grado o curso. Según el Ministerio de Salud de Colombia, Resolución 8430 de 1993, este estudio se clasificó como de “Riesgo Mínimo”.

Análisis de datos

Se realizó un análisis descriptivo de las características de interés en la población de estudio.

Las variables categóricas se describieron a través de frecuencias y porcentajes.

La evaluación de la distribución de las variables continuas se realizó mediante la prueba de Shapiro Wilk. Estas variables se expresaron como media y desviación estándar cuando presentaron distribución normal. En caso contrario fueron descritas como mediana y rango intercuartílico.

Se aplicó la prueba de coeficiente de correlación de Pearson para determinar la relación entre las variables de interés.

El nivel de significancia establecido fue de $p \leq 0,05$.

Los datos fueron digitados en una base de datos de Excel la cual fue exportada al programa estadístico *Stata* versión 12,1/IC para la generación de los resultados.

Resultados

La media edad de los adolescentes participantes fue de 13,69 años (DE: 2,03 años).

La mayor parte de la población de estudio pertenece a niveles socioeconómicos medio y alto.

La media de rendimiento académico fue de 79,25 (tabla 1).

Tabla 1 - Nivel socioeconómico, grado, edad y rendimiento académico de los adolescentes futbolistas

Características	No.	%
NIVEL SOCIOECONÓMICO		
Bajo	15	27,27
Medio	20	36,36
Alto	20	36,36
GRADO O CURSO		
sexto – séptimo	23	25,45
octavo – noveno	25	16,36
décimo – undécimo	14	25,45
OTROS		
Edad	13,69	2,03
Rendimiento Académico (1 – 100)	79,25	8,27

DE: desviación estándar

La mayor parte de los participantes presentaban una composición corporal y capacidad aeróbica saludable.

La media de consumo máximo de oxígeno fue $54,56 \text{ ml/kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$

Las medianas de porcentaje de grasa e índice de masa corporal fueron de $20,12 \text{ kg/m}^2$ y $13,8 \%$ respectivamente (tabla 2).

Tabla 2 - Características antropométricas y capacidad aeróbica de los adolescentes futbolistas

Características	No.	%
Estado Nutricional *		
Peso saludable	46	83,64
Sobrepeso/obesidad	9	16,36
Porcentaje de grasa total corporal**		
“Zona Saludable”	45	81,82
Necesita mejora/Riesgo para la salud	10	18,18
Capacidad aeróbica **		
“Zona saludable”	45	81,82
Necesita mejora/Riesgo para la salud	10	18,18
Media/Mediana+		DE/RI+
Talla (cm)	159	11,47
Peso (kg)	52,47	12,39
IMC (kg/m^2)	20,12+	(18,66 – 21,84) +
Porcentaje de grasa total corporal (%)	13,8+	(11,1 - 18) +
Consumo máximo de oxígeno ($\text{ml/kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$)	54,56	10,71
Capacidad aeróbica (estadios o min.s)	9,63	3,82

DE: desviación estándar. RI: rango intercuartílico. *Según criterios CDC. **Según criterios Fitnessgram

Se estableció una correlación positiva entre el rendimiento académico y la capacidad aeróbica ($p = 0,0021$) con una diferencia estadística significativa (tabla 3).

Tabla 3 - Descripción del coeficiente de correlación de Pearson entre el rendimiento académico, la capacidad aeróbica y el porcentaje de grasa corporal

Característica	Capacidad aeróbica ($\text{ml/kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$)		Porcentaje de grasa corporal (%)		Índice de Masa Corporal (kg/m^2)	
	Coef. r de Pearson	Valor de p	Coef. r de Pearson	Valor de p	Coef. r de Pearson	Valor de p
Rendimiento académico	0,4063	0,0021	0,1343	0,3281	0,1151	0,4027

Discusión

Se pudo establecer no solo el rendimiento académico, los niveles de CA y la composición corporal, sino también una correlación positiva entre el consumo máximo de oxígeno y el rendimiento académico en estudiantes adolescentes.

Los resultados confirman que la media de rendimiento académico fue de 79,25/100.

Con relación a la CA, el 81,82 % de los participantes registró niveles saludables. Estos resultados son superiores a dos investigaciones realizadas en el contexto suramericano que también utilizaron el test de ida y vuelta de 20 metros para valorar la CA en adolescentes ecuatorianos (63,4 %)⁽³⁴⁾ y argentinos (53,3 %).⁽³⁵⁾ Una posible explicación a esta diferencia radica en que la población de este estudio son adolescentes pertenecientes a selecciones de fútbol cuyos entrenamientos suponen altos niveles de CA.

Con respecto a la relación entre las dos variables anteriormente mencionadas se pudo establecer una correlación positiva ($p \leq 0,01$). Lo anterior se corresponde con la literatura consultada, la cual evidenció cómo el rendimiento académico y los procesos cognitivos son influenciados positivamente por la actividad física.⁽³⁶⁾ Esto podría deberse al hecho de que realizar actividad física regularmente incrementa la formación de nuevas neuronas, así como también la concentración de factores neurotróficos, lo que maximiza la transmisión neuronal en el hipocampo.^(37,38) Además indica que la actividad física de tipo aeróbico mejora los procesos cognitivos ya que incrementa la cantidad de los factores de circulación que influyen de manera positiva en la plasticidad del cerebro y la función cognitiva.^(37,38)

Respecto al IMC, el 83,64 % de los futbolistas escolares mantienen un peso saludable. Los resultados de peso saludable de este estudio son superiores a la cifra registrada por ENSIN 2015 para adolescentes colombianos entre los 13 y los 17 años, establecida en 17,9 %⁽²⁴⁾ y adolescentes argentinos (26,6 %).⁽³⁵⁾

Aunque se ha dicho que el IMC genera poca relevancia cuando se trata de deportistas adolescentes, ya que en esta etapa hay un aumento considerable de la masa muscular y corporal producto de procesos madurativos y en consecuencia su evaluación se puede sesgar,^(39,40) no obstante se afirma que el IMC puede ser útil en el caso del fútbol juvenil debido a que sus practicantes arrojan valores normales de IMC, a diferencia de otros deportes

en los que los adolescentes obtienen valores de sobrepeso u obesidad (por ej. fútbol americano).⁽⁴¹⁾

En lo concerniente al porcentaje de grasa corporal, un 81,82 % de los participantes registraron niveles saludables. Estos resultados son superiores comparados con el estudio realizado en adolescentes brasileiros (52,6 %).⁽⁴²⁾ Es necesario precisar que la población evaluada pertenece a selecciones de fútbol cuyos entrenamientos suponen realizar actividad física potente y por lo tanto puede ser normal que gran parte de la población registre una composición corporal saludable.

Una limitación de este estudio radicó que es de corte transversal, por lo tanto, no se pudo establecer una causalidad de las variables analizadas.

Conclusiones

Los hallazgos de este estudio indican que mayores niveles de CA en adolescentes escolares físicamente activos están relacionados con un mayor rendimiento académico, esto se debe a que este tipo de actividad promueve mayor oxigenación y flujo sanguíneo al cerebro trayendo consigo mejoras cognitivas y por lo tanto una posible mejora en el rendimiento académico.

Recomendaciones

Se recomienda evaluar el sexo femenino en futuros estudios con esta misma línea de investigación. Indagar y profundizar las causas en la relación existente entre el rendimiento académico y la capacidad aeróbica es decir conocer el efecto de los factores que constituyen la capacidad aeróbica (método, frecuencia, duración, intensidad) y los del rendimiento académico para así determinar a mayor profundidad la causalidad en esta asociación.

Referencias bibliográficas

1. Asigbee FM, Whitney SD, Peterson CE. The Link Between Nutrition and Physical Activity in Increasing Academic Achievement. *J School Health*, 2018;88(6):407-15. DOI: Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/josh.12625>

2. Conde MA, Tercedor P. La actividad física, la educación física y la condición física pueden estar relacionadas con el rendimiento académico y cognitivo en jóvenes. Revisión sistemática. Arch Med Deporte. 2015;(166):100-9. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5299819>
3. Donnelly JE, Hillman CH, Castelli D, Etnier, JL, Lee S, Tomporowski P, *et al.* Physical activity, fitness, cognitive function, and academic achievement in children: a systematic review. Med Sci Sports Exerc. 2016;48(6):1197. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4874515/>
4. Voelcker-Rehage C, Niemann C. Structural and functional brain changes related to different types of physical activity across the life span. Neurosci Biobehav Rev. 2013;37(9):2268-95. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0149763413000353>
5. Yoshiharu N. Relationship between physical activity habits and endurance fitness in college students. Bulletin of Institute of Health and Sport Sciences. 1996;19:159-66. University of Tsukuba, Japan.
6. Rasberry CN, Lee S, Robin L, Laris BA, Russell LA, Coyle KK, *et al.* The association between schoolbased physical activity, including physical education, and academic performance: a systematic review of the literature. Prev Med. 2011 52(1):10-20. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0091743511000557>
7. López J. Condición física y rendimiento académico. J Sport Health Res. 2018;10(3):349-60. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6532662>
8. Piaget J. The Origen of intelligence in children. New York: New York University Press;1936.
9. Castro D, Luis J. Relación entre la actividad física y el rendimiento académico en estudiantes de la Facultad de Ciencias Químicas de la UANL. México: Universidad Autónoma de Nuevo León; 2006 [acceso 05/04/2020]; Disponible en: <https://eprints.uanl.mx/6911/>
10. Dwyer T, Sallis JF, Blizzard L, Lazarus R, Dean K. Relation of academic performance to physical activity and fitness in children. Pediatr Exerc Sci. 2001;13(3):225-37. Disponible en: <https://journals.humankinetics.com/view/journals/pes/13/3/article-p225.xml>

11. Worrell VJ, Kovar SK, Olfather S. Brain/Body Connection as it Relates to Physical Education. *Teaching Elem. Phys. Ed.* 2003;14(6):12-3
12. Valdés P, Yanci J. Análisis de la condición física, tipo de actividad física realizada y rendimiento académico en estudiantes de educación secundaria. *Retos.* 2016;30:64-9. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5425813>
13. Pontifex MB, Raine LB, Johnson CR, Chaddock L, Voss MW, Cohen NJ, *et al.* Cardiorespiratory fitness and the flexible modulation of cognitive control in preadolescent children. *J Cognitive Neurosci.* 2011;23(6):1332-45. Disponible en: <https://direct.mit.edu/jocn/article-abstract/23/6/1332/5102/Cardiorespiratory-Fitness-and-the-Flexible>
14. Herholtz K, Buskies W, Rist M, Pawlik G, Hollman W, Heiss, WD. Regional cerebral blood flow in man at rest and during exercise. *J Neurol.* 1987;234:9-13. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00314001>
15. Jorgensen LG, Perko M, Hanel B, Schroeder TV, Secher NH. Middle cerebral artery flow velocity and blood flow during exercise and muscle ischemia in humans. *J Appl Physiol.* 1992;72:1123-32. Disponible en: <https://journals.physiology.org/doi/abs/10.1152/jappl.1992.72.3.1123>
16. Thomas SN, Schoeder T, Secher NH, Mitchell JH. Cerebral blood flow during submaximal and maximal dynamic exercise in humans. *J Appl Physiol.* 1989;67:744-88. Disponible en: <https://journals.physiology.org/doi/abs/10.1152/jappl.1989.67.2.744>
17. Chodzko-Zajko WJ. Physical fitness, cognitive performance, and aging. *Med Sci Sport Exer.* 1991; 23:868-72. Disponible en: <https://psycnet.apa.org/record/1992-01141-001>
18. Jacobs EA, Winter PM, Alvis HJ, Small SM. Hyperoxygenation effect on cognition functioning in the aged. *N Engl J Med.* 1969;281:753-7. Disponible en: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJM196910022811402>
19. Madden DJ, Blumenthal JA, Allen PA, Emery CF. Improving aerobic capacity in healthy older adults does not necessarily lead to improved cognitive performance. *Psychol Aging* 1989;4(3):307-20. Disponible en: <https://psycnet.apa.org/record/1990-05259-001>
20. Spieth W. Slowness of task performance and cardiovascular diseases. Welford AT, Birren JE. Editors. *Behavior, aging, and the nervous system.* Springfield, IL: Charles C. Thomas, 1965. 366- 400.

21. Burló LM, Soler EI. Relación entre hábitos de práctica deportiva y condición física en adolescentes de Galicia. *Apunts: Educación física y deportes*. 2012;107:24-34. Disponible en: <https://www.raco.cat/index.php/ApuntsEFD/article/view/252476>
22. Centers of disease control and prevention (CDC), National Center for Health Statistics. Prevalence of overweight among children and adolescents. 2001 [acceso 05/04/2020]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/nchs/products/hestats.htm>
23. Strauss RS, Pollack HA. Epidemic increase in childhood overweight, 1986 1998. *JAMA*. 2001; 286:2845-8.
24. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia 2015 ENSIN. 2015. [acceso 05/04/2020]. Disponible en: <https://www.icbf.gov.co/bienestar/nutricion/encuesta-nacional-situacion-nutricional>
25. Lakshmi S, Metcalf B, Joglekar C, Yajnik C, Fall C, Wilkin T. Differences in body composition and metabolic status between white UK and asian indian children (earlybird 24 and the pune maternal nutrition study). *Pediatr Obes*. 2012;347-54. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.2047-6310.2012.00063.x>
26. Curilem C, Almagià A, Rodríguez F, Yuing T, Berral, F, Martínez Salazar C. *et al*. Evaluación de la composición corporal en niños y adolescentes: directrices y recomendaciones. *Nutr Hosp* 2016;33(3):734-8. Disponible en: <http://repositorio.umayor.cl/xmlui/handle/sibum/2834>
27. Gómez Z, Romero E, Hernández A, Verdín H, Figueroa R, López Y, *et al*. Estado de nutrición y perfil de lípidos en adolescentes de una escuela rural. *Rev Mex Pediatr*. 2013:5-9. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=40109>
28. Shephard, RJ. PAR-Q, Canadian Home Fitness Test and exercise screening alternatives. *Sports Medicine*. 1988; 5(3):185-95. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.2165/00007256-198805030-00005>
29. Kuczmariski RJ, Odien CL, Grummer-Strawn LM, Flegal KM. CDC growth charts: United States. *Adv Data* 2000;314:1-27. Disponible en: <https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=KZkKtw0WRjAC&oi=fnd&pg=PA16&dq=CDC+growth+charts:+United+States&ots=bLToSU2B5p&sig=SSTvGG2VmYuPg8>

[oeUSvDR7bFTeQ&redir_esc=y#v=onepage&q=CDC%20growth%20charts%3A%20United%20States&f=false](https://doi.org/10.1111/cpf.12045)

30. Alvero JR, Correas L, Ronconi M, Fernández R, Porta I, Manzañido J. La bioimpedancia eléctrica como método de estimación de la composición corporal: normas prácticas de utilización. Rev Andal Med Deporte. 2011;4(4):167-74.

31. Loenneke JP, Barnes JT, Wilson JM, Lowery RP, Isaacs MN, Pujol TJ. Reliability of field methods for estimating body fat. Clin Physiol Funct Imag Barc. 2013;33:405-8. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/cpf.12045>

32. Meredith M, Welk G. Fitnessgram-Activitygram Test Administration Manual. Human Kinetics: Champaign, IL, USA, 2007. Disponible en: https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=Gp4NJMX62lQC&oi=fnd&pg=PR1&dq=Fitnessgram-Activitygram+Test+Administration+Manual&ots=gOUIQ5MYcU&sig=corvVkINLLibTOUUrS36UvYGO6E&redir_esc=y#v=onepage&q=Fitnessgram-Activitygram%20Test%20Administration%20Manual&f=false

33. Léger LA, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. J Sports Sci 1988;6:93101. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02640418808729800>

34. Andrade S, Ochoa-Avilés A, Lachat C, Escobar P, Verstraeten R, Van Camp J, *et al* Physical fitness among urban and rural Ecuadorian adolescents and its association with blood lipids: a cross sectional study. BMC pediatrics 2014;14(1):106. Disponible en: <https://bmcpediatr.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2431-14-106>

35. Secchi J, García G, España-Romero V, Castro-Piñero J. Condición física y riesgo cardiovascular futuro en niños y adolescentes argentinos: una introducción de la batería ALPHA. Archivos argentinos de pediatría 2014; 112(2):132-40. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-00752014000200005

36. Conde MA, Sánchez PT. La actividad física, la educación física y la condición física pueden estar relacionadas con el rendimiento académico y cognitivo en jóvenes. Revisión sistemática. Arch Med Deporte. 2015;32(166):100-9. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5299819>

37. Hillman CH, Erickson KI, Kramer AF. Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nat Rev Neurosci.* 2008;9:58-65. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/nrn2298>
38. Cotman CW., Berchtold NC, Christie LA. Exercise builds brain health: key roles of growth factor cascades and inflammation. *Trends Neurosci.* 2007 30(9):464-72. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0166223607001786>
39. Atalah E, Loaiza S, Taibo M. Estado nutricional en escolares chilenos según la referencia NCHS y OMS 2007. *Nutr Hosp.* 2012;27(1):1-6. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112012000100001
40. Kramer M. Determinantes of low birth weight: methodological assessment and meta-analysis. *Bulletin of the World Health Organization. Bulletin de l'Organisation Mondiale de la Santé.* 1987; 65(5):663-737. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2491072/>
41. Nikolaidis, P. Elevated Body Mass Index and Body Fat Percentage Are Associated with Decreased Physical Fitness in Soccer Players Aged 12-14 Years. *Asian J Sports Med.* 2012a; 3(3)168-74. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3445644/>
42. Burgos MS, Reuter CP, Possuelo LG, Valim AR, Renner JD, Tornquist L, *et al.* Obesity parameters as predictors of early development of cardiometabolic risk factors. *Cienc Saúde Colet.* 2015; 20:2381-8. Disponible en: <https://www.scielosp.org/article/csc/2015.v20n8/2381-2388/>

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribuciones de los autores

Conceptualización: Juan David Ríos Álvarez, Carlos Augusto Suárez Caballero, Luis Gabriel Rangel Caballero.

Curación de datos: Juan David Ríos Álvarez, Carlos Augusto Suárez Caballero, Andrés Mauricio Ariza Viviescas, Luis Gabriel Rangel Caballero.

Investigación: Juan David Ríos Álvarez, Carlos Augusto Suárez Caballero.

Metodología: Luis Gabriel Rangel Caballero.

Redacción – borrador original: Juan David Ríos Álvarez, Carlos Augusto Suárez Caballero, Luis Gabriel Rangel Caballero.

Redacción – revisión y edición: Andrés Mauricio Ariza Viviescas, Luis Gabriel Rangel Caballero.