

## **Actividad física, composición corporal y capacidad músculo-esquelética en adolescentes escolarizados de Floridablanca, Colombia**

Physical activity, body composition and musculoskeletal capacity of teenage students from Floridablanca, Colombia

Sergio Mauricio Sánchez López<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0003-2616-9229>

Juan Sebastián Montaña Díaz<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-0219-545X>

Luis Hernán García Arenas<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0003-0027-1516>

Juan Carlos Sánchez Delgado<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-7198-6258>

Luis Gabriel Rangel Caballero<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-9904-3008>

<sup>1</sup>Universidad Santo Tomás. Bucaramanga, Colombia

\*Autor para la correspondencia: [sergiopark13@hotmail.com](mailto:sergiopark13@hotmail.com)

### **RESUMEN**

**Introducción:** La inactividad física es un factor de riesgo comportamental asociado a enfermedades crónicas no transmisibles. La composición corporal y la capacidad músculo-esquelética son componentes de la aptitud física orientada a la salud.

**Objetivo:** Determinar la correlación entre la composición corporal y la capacidad músculo-esquelética de la población de estudio.

**Métodos:** Estudio correlacional realizado en 102 estudiantes adolescentes. Las variables se analizaron en medidas de tendencia central o frecuencias según su naturaleza. Se utilizó la prueba T de Student y exacta de Fischer para establecer diferencias estadísticamente significativas entre las variables continuas y categóricas respectivamente. Se calculó coeficiente de Pearson para establecer una posible correlación en las variables de interés. El nivel de significancia fue de  $p \leq 0,05$ .

**Resultados:** El 76,47 % de los participantes no cumple con las recomendaciones de actividad física para la salud. El 16,66 % de los estudiantes presentan sobrepeso/obesidad y el 26,47 % presenta un porcentaje de grasa en riesgo para la salud. El 48,08 % de los adolescentes presentan niveles de fuerza resistencia saludables. Se determinó una

correlación negativa entre el porcentaje de grasa y la fuerza explosiva del tren inferior ( $p = 0,0000$ ), y la fuerza resistencia del tren superior ( $p = 0,0000$ )

**Conclusiones:** La mayoría de los estudiantes son físicamente inactivos, un poco más de la cuarta parte y la mitad de la población de estudio presenta un porcentaje de grasa y niveles de fuerza resistencia del tren superior poco saludables. Se estableció una correlación negativa entre el porcentaje de grasa y los niveles de fuerza de los participantes.

**Palabras clave:** Sobrepeso; obesidad; adolescente; fuerza muscular; actividad motora.

## ABSTRACT

**Introduction:** Physical inactivity is a behavioral risk factor for chronic non-communicable diseases. Body composition and musculoskeletal capacity are component parts of a health-oriented physical condition.

**Objective:** Determine the correlation between body composition and musculoskeletal capacity in the study population.

**Methods:** A correlational study was conducted of 102 teenage students. Variables were analyzed as measures of central tendency or frequencies, depending on their nature. Student's t-test and Fischer's exact test were used to establish statistically significant differences between continuous and categorical variables, respectively. Pearson's coefficient was estimated to establish a possible correlation in the variables of interest. The significance level was  $p \leq 0.05$ .

**Results:** Of the total participants 76.47% do not comply with the recommendations about physical activity for health. 16.66% of the students are overweight / obese and 26.47% have a health-risky fat percentage. 48.08% of the teenagers display healthy resistance strength levels. A negative correlation was determined between fat percentage and explosive strength of the lower body ( $p = 0.0000$ ) and resistance strength of the upper body ( $p = 0.0000$ ).

**Conclusions:** Most of the students are physically inactive. A bit over one fourth and half the study population have unhealthy fat percentages and upper body resistance strength

levels. A negative correlation was established between the fat percentage and the strength levels of participants.

**Key words:** overweight, obesity, teenager, muscular strength, motor activity

Recibido: 13/08/2019

Aceptado: 26/12/2019

## Introducción

La inactividad física es considerada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como un factor de riesgo comportamental asociado a enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT).<sup>(1)</sup> Actualmente el 81 % de los adolescentes en el mundo son físicamente inactivos.<sup>(1)</sup> Bajos niveles de actividad física impactan de manera negativa la aptitud física, debido a que ambos conceptos están ampliamente relacionados.<sup>(2,3,4)</sup>

La aptitud física se define como “una serie de atributos que las personas tienen o alcanzan y que se relacionan con la habilidad de realizar actividad física”.<sup>(4)</sup> La aptitud física es un constructo multi-dimensional que está compuesto por varios atributos o componentes. Para el Instituto de Medicina (IOM por sus siglas en inglés), la aptitud física orientada a la salud presenta cuatro componentes: la composición corporal, la capacidad aeróbica, la capacidad músculo-esquelética y la flexibilidad.<sup>(5)</sup>

En cuanto a la composición corporal, la literatura científica ha podido establecer la importancia de promover la realización de actividad física regular para mejorar la composición corporal.<sup>(3,4,7,8,9,10)</sup> El Índice de Masa Corporal (IMC) y el porcentaje de grasa corporal son dos indicadores de la composición corporal que son conocidos por tener relación con la salud. Con relación al IMC, tener sobrepeso durante la niñez y la adolescencia está asociado con un mayor riesgo de aparición temprana de ECNT.<sup>(11,12)</sup> Infortunadamente la prevalencia de obesidad en el mundo en niños y adolescentes aumentó de manera alarmante, pasando de 11 millones en 1975 a 124 millones en 2016. La cifra del sobrepeso es aún más alta registrando 213 millones en 2016.<sup>(13)</sup> El porcentaje de grasa ha demostrado tener una fuerte relación con los factores de riesgo cardiovascular. Cuanto mayor es el porcentaje de grasa corporal, la prevalencia de factores de riesgo cardiovascular aumenta, particularmente, por encima del 20 % de grasa

corporal en el caso de los muchachos y superior al 30 % de grasa corporal en el caso de las mujeres adolescentes.<sup>(14)</sup>

En cuanto a la capacidad músculo-esquelética, se incluye un amplio rango de dimensiones como la fuerza explosiva y la fuerza resistencia. El IOM, define la fuerza resistencia como la habilidad de un músculo o grupo muscular de realizar repetidas contracciones contra una carga externa constante por un prolongado periodo de tiempo. Por otra parte, la fuerza explosiva se define como la habilidad de generar fuerza rápidamente.<sup>(6)</sup>

Existe evidencia científica para niños, adolescentes y adultos sobre los beneficios para la salud asociados a buenos niveles de fuerza muscular.<sup>(15)</sup> Específicamente en la adolescencia, se ha podido establecer que bajos niveles de fuerza muscular en esta etapa están asociados con la muerte prematura por cualquier causa en un rango similar a algunos factores de riesgo clásicos como el IMC y la presión arterial.<sup>(16)</sup> Altos niveles de fuerza muscular han sido inversa e independientemente asociados con la resistencia a la insulina.<sup>(17)</sup> El estudio HELENA, realizado en 709 adolescentes europeos encontró una asociación negativa entre la capacidad músculo-esquelética y factores de riesgo metabólicos.<sup>(18)</sup> Finalmente y con relación a la composición corporal, se ha podido establecer que los cambios favorables en la fuerza muscular durante la niñez y la adolescencia están asociados con una composición corporal más saludable.<sup>(19,20)</sup>

Valorar la aptitud física en el ámbito escolar es una acción beneficiosa que permite a niños y adolescentes aprender que ellos tienen el control sobre sus comportamientos relacionados con la actividad física y sus efectos en la salud,<sup>(21)</sup> aprendizaje que es fundamental debido a que especialmente la adolescencia es una etapa determinante en el estilo de vida, ya que es precisamente en esta etapa donde los estudios demuestran que las conductas saludables, como por ejemplo la actividad física, se deterioran en el transcurrir de esta etapa.<sup>(22)</sup> Además de lo anterior, esta población en poco tiempo iniciará sus estudios universitarios, etapa en donde infortunadamente, en el contexto latinoamericano, se evidencian altas prevalencias de factores de riesgo comportamentales, superiores a las establecidas en población general,<sup>(23)</sup> estilo de vida que favorece, entre otros factores de riesgo nocivos, el aumento de peso.<sup>(24)</sup>

Teniendo en cuenta lo anterior el objetivo de este estudio fue determinar la correlación entre la composición corporal y los niveles de fuerza de los estudiantes adolescentes de noveno a undécimo grado de una Institución Educativa Privada de Floridablanca, Santander. Los resultados obtenidos de este estudio serán fundamentales para conocer el

estado actual de la población, y de ser necesario, aumentar los niveles de actividad física que permitan niveles de fuerza más saludables y una mejor composición corporal con el fin de proteger a esta población del riesgo cardiovascular futuro.

## Métodos

Se realizó un estudio correlacional cuya muestra estuvo constituida por estudiantes adolescentes de undécimo grado de un colegio privado de Floridablanca, Colombia, durante el período comprendido entre marzo y mayo de 2016. Este estudio fue aprobado por un comité de investigación y se solicitó el asentimiento informado a los participantes del estudio y el consentimiento informado a los padres o madres de los adolescentes evaluados.

Se realizó un muestreo por conveniencia y de un total de 148 estudiantes que integraban los grupos del colegio elegibles para la naturaleza de este estudio, la muestra definitiva estuvo constituida por 102 estudiantes adolescentes de undécimo grado que cumplieron con los criterios de elegibilidad. Fueron incluidos, estudiantes matriculados en la institución educativa en el año lectivo de 2016, que no presentaron riesgo cardiovascular, músculo-esquelético o metabólico (a través del cuestionario Par-Q),<sup>(25)</sup> que firmaran el asentimiento informado y que entregarán el consentimiento informado firmado por su acudiente. Se excluyó a aquellas estudiantes que manifestaran estar en estado de embarazo.

Para contactar a los estudiantes, primero se solicitó permiso a las directivas del colegio mediante una carta la cual adjuntaba el protocolo del trabajo de investigación. Una vez fue autorizada la realización del estudio, se realizó una reunión informativa con los estudiantes participantes, se entregó el consentimiento y el asentimiento informado para sus respectivas firmas, y se explicó el diligenciamiento del cuestionario Par-q con el fin que lo contestaran con la ayuda de sus padres.

El día de las valoraciones se revisó que se entregarán los respectivos documentos anteriormente mencionados y finalmente los que cumplieron con los criterios de elegibilidad participaron voluntariamente de las mediciones.

Primero se diligenció la Encuesta Mundial de Salud a Escolares (EMSE)<sup>(26)</sup> para valorar la actividad física, la cual fue aplicada utilizando el método de entrevista directa. Una vez se aplicó la encuesta, se procedió a la valoración de la composición corporal. Estas

mediciones se realizaron con ropa ligera y sin zapatos. Después de la valoración de la composición corporal, se realizó un calentamiento general de 15 minutos que consistía en ejercicios de movilidad articular, activación cardiovascular y estiramientos. Finalmente, se llevó a cabo la valoración de la fuerza explosiva del tren inferior y la fuerza resistencia del tren superior siguiendo los criterios de aplicación que se explicarán a continuación. Un profesional y tres estudiantes de Cultura Física, Deporte y Recreación fueron los encargados de la recolección de la información y realización de las valoraciones de composición corporal y fuerza, los cuales fueron debidamente capacitados y entrenados. Las valoraciones se realizaron en las instalaciones del colegio, en el tiempo de clase de educación física y en presencia del docente de la institución educativa y personal de enfermería.

Para este estudio se aplicó la Encuesta Mundial de Salud a Escolares<sup>(26)</sup> para verificar el cumplimiento de las recomendaciones mundiales de actividad física en esta población, se clasificó a un estudiante en la categoría de *cumple* cuando reportó 5 o más días de actividad física de 60 o más minutos de duración por día a la semana.

La composición corporal fue determinada mediante el IMC y el porcentaje de grasa corporal. Con relación al IMC, se consideraron tres categorías: bajo peso, peso saludable y sobrepeso obesidad según los criterios establecidos por el Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades de los Estados Unidos (CDC por sus siglas en inglés).<sup>(27)</sup> Para determinar el peso se utilizó una báscula TANITA UM-061 (TANITA, Estados Unidos) y para la talla se utilizó un tallímetro SECA 213 (SECA, Alemania).

En cuanto al porcentaje de grasa corporal, se utilizó la técnica de bioimpedancia eléctrica a través del analizador de grasa corporal Omron HBF-306C. Se escogió esta técnica debido a que su validez y aplicabilidad en estudios epidemiológicos ha sido demostrada y se recomienda dentro de los métodos para el estudio del porcentaje de grasa corporal en adolescentes,<sup>(28)</sup> para esta medición se siguieron las instrucciones del manual de este equipo que han sido descritas en el estudio de *Loenneke* y otros.<sup>(29)</sup>

Para determinar los niveles de fuerza explosiva del tren inferior, fue utilizado el test de salto largo sin impulso, debido a su practicidad, eficiencia en términos de tiempo y bajo costo, además de haber demostrado ser un indicador de capacidad musculo-esquelética en adolescentes.<sup>(30)</sup> Se siguieron los criterios establecidos en el manual de instrucciones de la batería ALPHA-Fitness para su valoración y clasificación de los niveles de fuerza explosiva del tren inferior.<sup>(31)</sup>

En cuanto a los niveles de fuerza resistencia del tren superior, fue utilizado el test de flexiones de brazo a 90 °, debido a que no requiere equipo, la mayor parte de niños y adolescentes pueden realizar el movimiento de manera exitosa y ocurren muy pocos puntajes de cero al compararse con otros test para la valoración de la fuerza en el tren superior, además de haber demostrado su validez y confiabilidad.<sup>(2)</sup> Se siguieron los criterios establecidos en el manual de administración de la batería Fitnessgram® para su valoración y clasificación de los niveles de fuerza resistencia del tren superior.<sup>(32)</sup>

Se analizaron otras variables sociodemográficas como el sexo y la edad

### **Análisis de datos**

Se realizó un análisis descriptivo de las características de la población de estudio. Las variables categóricas fueron descritas mediante frecuencias y porcentajes. Para el caso de las variables continuas, se realizó la prueba de Shapiro Wilk para determinar la distribución de los datos y de esta manera, estas variables se expresaron con la media y la desviación estándar cuando presentaron una distribución normal. Cuando las variables continuas no presentaron una distribución normal se presentó la mediana y el rango intercuartílico. Se utilizaron las pruebas de exacta de Fisher y t de Student para determinar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las variables categóricas y entre las variables categóricas y continuas respectivamente. Se realizó la prueba de coeficiente de correlación de Pearson para establecer una relación entre las variables de interés. El nivel de significancia establecido fue de  $p \leq 0,05$ .

### **Resultados**

La muestra estuvo conformada por 102 estudiantes adolescentes (54 mujeres y 48 hombres) La mediana de edad fue de 16 años con un rango intercuartílico de 0. El 80,39 % de la población se encuentra en la categoría de “peso saludable”. Con relación al cumplimiento de las recomendaciones de actividad física para la salud, el 76,47 % (85 % mujeres, 75 % hombres) de los participantes no cumple con este criterio (Tabla 1).

**Tabla 1** - Características sociodemográficas, antropométricas, de capacidad músculo-esquelética y actividad física de los adolescentes del Instituto Santa Teresita (n = 102).

Características	n	%
<i>Sexo</i>		
Hombre	48	47,06
Mujer	54	52,94
<i>Estado Nutricional*</i>		
Bajo peso	3	2,94
Peso saludable	82	80,39
Sobrepeso/obesidad	17	16,66
<i>Porcentaje de grasa total corporal**</i>		
Muy delgado	5	4,90
“Zona Saludable”	70	68,63
Necesita mejora/Riesgo para la salud	27	26,47
<i>Cumplimiento de las recomendaciones de la OMS sobre actividad física para la salud para adolescentes ***</i>		
No cumple (menos de 5 días de actividad física de ≤ 60 min/d a la semana)	77	76,47
Cumple (de 5 a 7 días de actividad física de ≤ 60 min/d a la semana)	25	23,53
<i>Parámetro</i>	<i>Mediana/Media</i>	<i>RI/DE</i>
Edad	16	0
Talla (cm)	165,49▶	8,53
Peso (kg)	60	20
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	21,3	4
Porcentaje de grasa total corporal (%)	22▶	7,38
Fuerza resistencia del tren superior (repeticiones)	10	17
Fuerza explosiva del tren inferior (cm)	166,46▶	35,07
Días de actividad física de 60 o más min de duración a la semana	3,39▶	1,76

IMC: Índice de Masa Corporal; \*Criterios CDC; \*\*Criterios según Fitnessgram®; \*\*\*Determinado por la Encuesta Mundial de Salud a Escolares EMSE; RI: Rango Intercuartílico, DE: Desviación Estándar, ▶Media.

Los resultados obtenidos al analizar la composición corporal señalan que casi una quinta parte de la población de estudio presenta un IMC que no es saludable de acuerdo a los criterios de la Batería ALPHA-FITNESS. En cuanto al porcentaje de grasa, el 68,63 % de los adolescentes del Instituto Santa Teresita presentan resultados dentro de la “Zona saludable” de acuerdo a los criterios de Fitnessgram® (Tabla2).

**Tabla 2** - Características antropométricas estratificadas por sexo en los adolescentes del Instituto Santa Teresita (n=102)

Características Antropométricas	Mujeres n (%) o Media [DE]/Mediana [RI]	Hombres N (%) o Media [DE]/Mediana [RI]	Valor p
Índice de Masa Corporal (kg/m <sup>2</sup> )	21,21 [2,67]	21,06 [4,15]◀	0,1713
<i>Estado Nutricional *</i>			
Bajo peso	2 (3,70)	1 (2,08)	0,5666
Peso saludable	45 (83,33)	37 (77,08)	
Sobrepeso/obesidad	7 (12,96)	10 (20,83)	
Porcentaje de grasa corporal (%)	25,09 [5,14]	18,52[7,99]	0,0000
<i>Porcentaje de grasa corporal**</i>			
Muy delgado	3 (5,56)	2 (4,17)	0,145

Peso saludable “Zona Saludable”	41 (75,93)	29 (60,42)
Necesita mejora/riesgo para la salud	10 (18,52)	13 (35,42)

\*Según criterios CDC \*\*Según criterios Fitnessgram®, ◀Mediana.

En cuanto a la fuerza explosiva del tren superior, la mitad de la población se encuentra en un nivel medio, alto o muy alto de acuerdo a los criterios de la Batearía ALPHA-FITNESS. Al analizar la fuerza resistencia del tren superior, el 48,08 % de los adolescentes del Instituto Santa Teresita se encuentran en la “zona saludable” según los criterios establecidos por Fitnessgram® (Tabla 3).

**Tabla 3** - Capacidad músculo-esquelética estratificada por sexo en los adolescentes del Instituto Santa Teresita (n = 102).

Componente	Mujeres n (%) o Media [DE]/Mediana [RI]	Hombres n (%) o Media [DE]/Mediana [RI]	Valor p
<i>Fuerza explosiva del tren inferior (cm)</i>	143,08 [21,88]	192,44 [28,00]	0,0000
<i>Fuerza explosiva del tren inferior (Criterios ALPHA FITNESS)*</i>			
Muy bajo	10 (18,52)	13 (27,08)	
Bajo	14 (25,93)	14 (29,17)	0,533
Medio	17 (31,48)	6 (12,50)	
Alto	7 (12,96)	8 (16,67)	
Muy Alto	6 (11,11)	7 (14,58)	
<i>Fuerza resistencia del tren superior (repeticiones)</i>	5 [8] ◀	21,35 [13,51]	0,0000
<i>Fuerza resistencia del tren superior (Criterios Fitnessgram®)*</i>			
Zona Saludable	20 (37,04)	24 (50,00)	0,132
Fuera de la Zona Saludable	34 (62,96)	24 (50,00)	

◀Mediana.

Se determinó una correlación negativa, con diferencias estadísticamente significativas entre el porcentaje de grasa y la fuerza explosiva del tren inferior ( $p = 0,0000$ ), y la fuerza resistencia del tren superior ( $p = 0,0000$ ) (Tabla 4).

**Tabla 4** - Descripción del coeficiente de correlación de Pearson entre la composición corporal y los niveles de fuerza en los estudiantes del Instituto Santa Teresita (n = 102).

Característica	Fuerza Explosiva del Tren inferior (cm)		Fuerza Resistencia del Tren Superior (Repeticiones)	
	Coeficiente r de Pearson	Valor p	Coeficiente r de Pearson	Valor p
IMC	- 0,0509	0,6243	-0,1360	0,1774
Porcentaje de grasa (%)	-0,5509	0,0000	-0,5572	0,0000

## Discusión

A partir de este estudio se pudieron establecer no solo los niveles de actividad física, composición corporal y fuerza en estudiantes adolescentes de un colegio de Floridablanca, Colombia, sino también se pudo determinar una correlación negativa entre el porcentaje de grasa corporal y los niveles de fuerza explosiva y fuerza resistencia.

Con relación a la inactividad física, el 76,47 % de los adolescentes participantes de este estudio, no cumple con las recomendaciones mundiales de actividad física para la salud de la OMS. Estos resultados son inferiores a la prevalencia global de inactividad física en población adolescente (81 %)<sup>(1)</sup> y la prevalencia establecida en una serie de estudios realizados en Suramérica en los cuales se determinó la actividad física mediante encuestas EMSE, Colombia (85 %),<sup>(33)</sup> Argentina (87,6 %),<sup>(34)</sup> Chile (85,2 %),<sup>(35)</sup> Bolivia (76,8 %).<sup>(36)</sup> Los resultados anteriormente mencionados tanto en este estudio como en los realizados en Suramérica muestran altas prevalencias de inactividad física en población adolescente lo cual representa una alarma para gobiernos e instituciones educativas y justifican el fomento de iniciativas que incrementen los niveles de actividad física de la población infantil y adolescente, como por ejemplo, el aumento en la intensidad horaria semanal de educación física en los colegios.

Respecto a la composición corporal, el 16,66 % de la población de estudio registró sobrepeso/obesidad. Estos resultados son inferiores a los registrados en tres estudios en adolescentes argentinos (26,6 %)<sup>(37)</sup>, adolescentes españoles (28,48 %)<sup>(38)</sup> y adolescentes colombianos (18 %)<sup>(39)</sup>. En cuanto al porcentaje de grasa corporal, los resultados de este estudio muestran que el 26,47 % de los adolescentes participantes registro un porcentaje que no es saludable. Una posible explicación al hecho que un poco más de la cuarta parte de los adolescentes participantes presente un porcentaje de grasa corporal poco saludable, son los bajos niveles de actividad física registrados por la población de estudio. Una composición corporal poco saludable es el resultado de un desequilibrio energético entre la ingesta calórica y el gasto energético, aunque la obesidad es una enfermedad

multifactorial, solo el 2-3 % de los casos se debe a factores genéticos, endocrinos, metabólicos o ambientales, por lo tanto un estilo de vida poco activo se convierte en un aspecto de relevancia.<sup>(40)</sup> Con relación a la asociación entre actividad física y porcentaje de grasas corporal, numerosos estudios sugieren que la actividad física vigorosa esta inversamente asociada con porcentajes más bajos de grasa corporal.<sup>(41, 42,43)</sup>

En cuanto a la capacidad músculo-esquelética, los resultados de este estudio muestran bajos niveles de esta capacidad en los adolescentes participantes. Con relación a la fuerza explosiva, el 50 % de la población de estudio presentó bajos niveles, en el caso de la fuerza resistencia el porcentaje de niveles poco saludables fue superior alcanzando el 56,95 %. Teniendo en cuenta que niveles saludables de capacidad musculo esquelética están inversamente asociados con un menor riesgo cardiovascular futuro<sup>(44)</sup> y que estudios longitudinales han establecido que los niveles de fuerza muscular registrados durante la adolescencia parecieran ser predictivos de los niveles futuros en la adultez<sup>(45)</sup> resulta preocupante que la mitad de los participantes en este estudio presente niveles bajos de esta capacidad. Nuevamente, una explicación a este hallazgo puede ser los bajos niveles de actividad física de la población de estudio.

Uno de los hallazgos más importantes de este estudio fue la correlación inversa establecida entre el porcentaje de grasa corporal y los niveles tanto de fuerza explosiva del tren inferior como de la fuerza resistencia del tren superior con diferencias estadísticamente significativas. Estos resultados van en línea con la literatura científica donde se han determinado correlaciones inversas entre la fuerza muscular y el porcentaje de grasa.<sup>(46,47)</sup>

Una de las limitaciones de este estudio es que los resultados obtenidos provienen de estudiantes de una sola institución educativa, sin embargo, los hallazgos pueden contribuir a proporcionar información sobre la actividad física, fuerza muscular y composición corporal en estudiantes adolescentes en el contexto local, lo cual representa un punto de partida ya que son escasos los estudios realizados específicamente sobre fuerza muscular en adolescentes del área metropolitana. Otra limitación identificada por los autores es que la información sobre actividad física proporcionada por el cuestionario EMSE fue autoreportada por los participantes, razón por la cual los resultados podrían presentar los sesgos que este método presenta.

En conclusión, una cuarta parte de la población presenta una composición corporal no saludable, la mitad de los adolescentes participantes registra bajos niveles de fuerza explosiva y fuerza resistencia además de reportar altos niveles de inactividad física. Se

estableció una correlación inversa entre los niveles de fuerza y el porcentaje de grasa corporal con diferencias estadísticamente significativas.

Los resultados anteriormente mencionados demuestran la imperiosa necesidad de promover el incremento de los niveles de actividad física de los estudiantes participantes, aumentando los espacios para la realización de ejercicio físico en el contexto escolar, promoviendo el transporte activo al colegio (caminando o en bicicleta) y generando estrategias que vinculen a la familia en franjas extraescolares. Se recomienda en cualquiera de los dominios de realización de actividad física, el incremento específicamente de minutos de actividad física de intensidad vigorosa y de fortalecimiento óseo, las cuales podrían ser más efectivas para mejorar la composición corporal y la condición física de la población de estudio y de esta manera realizar un esfuerzo en conjunto entre el colegio y las familias para proteger a los adolescentes del riesgo cardiovascular futuro.

### Referencias Bibliográficas

1. World Health Organization. Global status report on non-communicable diseases 2014. Ginebra: WHO Library Cataloguing-in-Publication Data; 2014.
2. Plowman SA, Meredith MD. Fitnessgram/Activitygram Reference Guide (4<sup>th</sup> Edition). Dallas, TX: The Cooper Institute; 2013.
3. Collings PJ, Westgate K, Väistö J, Wijndaele K, Atkin AJ, Haapala EA, *et al.* Cross-sectional associations of objectively-measured physical activity and sedentary time with body composition and cardiorespiratory fitness in mid-childhood: the PANIC study. *Sports Med.* 2017;47(4):769-80.
4. Leppänen MH, Henriksson P, Delisle Nyström C, Henriksson H, Ortega FB, Pomeroy J, *et al.* Longitudinal physical activity, body composition, and physical fitness in preschoolers. *Med Sci Sports Exerc.* 2017; 49(10):2078-85.
5. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public health reports.* 1985;100(2):126-31.
6. Institute of Medicine. Fitness Measures and Health Outcomes in Youth. Washington DC: The National Academies Press; 2012.

7. García-Hermoso A, Saavedra JM, Ramírez-Vélez R, Ekelund U, Del Pozo-Cruz B. Reallocating sedentary time to moderate-to-vigorous physical activity but not to light-intensity physical activity is effective to reduce adiposity among youths: a systematic review and meta-analysis. *Obes Rev.* 2017; 18(9):1088-95.
8. Boyle T, Vallance JK, Buman MP, Lynch BM. Reallocating time to sleep, sedentary time, or physical activity: associations with waist circumference and body mass index in breast cancer survivors. *Cancer Epidemiol Biomark Prev.* 2017; 26(2):254-60.
9. Collings PJ, Brage S, Bingham DD, Costa S, West J, McEachan RRC, Wright J, Barber SE. Physical activity, sedentary time, and fatness in a biethnic sample of young children. *Med Sci Sports Exerc.* 2017; 49(5):930-8.
10. Dalene KE, Anderssen SA, Andersen LB, Steene-Johannessen J, Ekelund U, Hansen BH, Kolle E. Cross-sectional and prospective associations between physical activity, body mass index and waist circumference in children and adolescents. *Obes Sci Pract.* 2017; <https://doi.org/10.1002/osp4.114>
11. Must A, Jacques PF, Dallal GE, Bajema CJ, and Dietz, WH. Long-term morbidity and mortality of overweight adolescents. A follow-up of the Harvard Growth Study of 1922 to 1935. *N Engl J Med.* 1992;327:1350-55.
12. Abdullah A, Wolfe R, Stoelwinder JU *et al.* The number of years lived with obesity and the risk of all-cause and cause-specific mortality. *Int J Epidemiol.* 2011;40:985-96
13. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128·9 million children, adolescents, and adults. *Lancet* 2017; 390:26-7.
14. Going SB, Lohman TG, Cussler EC, Williams DP, Morrison JA, Horn PS. Percent body fat and chronic disease risk factors in U.S. children and youth. *American Journal of Preventive Medicine* 2011, 41(4 Suppl 2), S77-86.
15. Artero EG, Lee D-C, Lavie CJ, Espana-Romero V, Sui X, Church TS, *et al.* Effects of muscular strength on cardiovascular risk factors and prognosis. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention* 2012, 32, 351-8.
16. Ortega FB, Silventoinen K, Tynelius P, Rasmussen F. Muscular strength in male adolescents and premature death: cohort study of one million participants. *British Medical Journal*, 2017. 345, e7279.

17. Benson AC, Torode ME, Singh MA. Muscular strength and cardiorespiratory fitness is associated with higher insulin sensitivity in children and adolescents. *Int J Pediatr Obes.* 2006; 1:222-31
18. Artero EG, Ruiz JR, Ortega FB, España-Romero V, Vicente-Rodríguez G, Molnár D, *et al.* Muscular fitness is independently associated with metabolic risk in adolescents: The HELENA study. *International Journal of Obesity* 2011, 35, S151-S168.
19. Mason C, Brien SE, Craig CL, Gauvin L, Katzmarzyk PT. Musculoskeletal fitness and weight gain in Canada. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 2007;39:38-43.
20. Ruiz JR, Castro-Pinero J, Artero EG, Ortega FB, Sjostrom M, Suni J, *et al.* Predictive validity of health-related fitness in youth: a systematic review. *Br J Sports Med* 2009; 43 (12): 909-23.
21. Welk, GJ. The role of physical activity assessments for school-based physical activity promotion. *Measurement in Physical Education and Exercise Science* 2008, 12, 184-206.
22. Rodrigo MJ, Máiquez ML, García M, Mendoza R, Rubio A, Martínez A, *et al.* Relaciones padres-hijos y estilos de vida en la adolescencia. *Psicothema*, 2004 16(2), 203-10.
23. Rangel Caballero LG, Gamboa Delgado EM, Murillo López AL. Prevalencia de factores de riesgo comportamentales modificables asociados a enfermedades no transmisibles en estudiantes universitarios latinoamericanos: una revisión sistemática. *Nutr Hosp* 2017;34:1185-97
24. Deforche B, Van Dyc, D, Deliens T, De Bourdeaudhuij, I. Changes in weight, physical activity, sedentary behaviour and dietary intake during the transition to higher education: a prospective study. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 2015 12(1), 16
25. Shephard, RJ. PAR-Q, Canadian Home Fitness Test and exercise screening alternatives. *Sports Medicine*, 1988 5(3), 185-95.
26. Organización Mundial de la Salud. La Encuesta Mundial de Salud a Escolares (GSHS) Objeto y Metodología. 2018. [acceso: 23/02/2018]. Available from: <http://www.who.int/ncds/surveillance/gshs/methodology/es/>
27. Kuczmarski RJ, Odien CL, Grummer-Strawn LM, Flegal KM. CDC growth charts: United States. *Adv Data* 2000; 314:1-27
28. Jaeger A, Barón A. Uso de la bioimpedancia eléctrica para la estimación de la composición corporal en niños y adolescentes. *Anales Venezolanos de Nutrición* 2009; 22 (2): 105-10.

29. 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
30. Castro-Pinero J, Ortega FB, Artero EG, Girela-Rejon MJ, Mora J, Sjostrom M, *et al.* Assessing muscular strength in youth: usefulness of standing long jump as a general index of muscular fitness. *J Strength Cond Res.*2010; 24 (7): 1810-7
31. Universidad de Granada (UGR). Batería ALPHA-Fitness: Test de campo para la evaluación de la condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes. 2018 [acceso: 25/04/2019]. Disponible en:  
<http://www.ugr.es/~cts262/ES/documents/MANUALALPHA-Fitness.pdf>
32. Meredith M Welk G *Fitnessgram-Activitygram Test Administration Manual.* Human Kinetics: Champaign, IL, USA, 2007.
33. Piñeros M, Pardo C. Actividad física en adolescentes de cinco ciudades colombianas: resultados de la Encuesta Mundial de Salud a Escolares. *Revista de Salud pública.* 2010;12:903-14.
34. Ministerio de Salud Argentina. Encuesta Mundial de Salud Escolar Resultados de 2007. Argentina. Buenos Aires: OPS; 2007. [acceso: 15/05/2019] disponible en:  
[http://www.who.int/ncds/surveillance/gshs/2007\\_GSHS\\_Report\\_ARG\\_ES.pdf](http://www.who.int/ncds/surveillance/gshs/2007_GSHS_Report_ARG_ES.pdf)
35. Organización Mundial de la Salud. Global School-based Student Health Survey Chile2013 Fact Sheet. 2013. [acceso: 15/05/2019] disponible en:  
[http://www.who.int/ncds/surveillance/gshs/2013\\_Chile\\_GSHS\\_fact\\_sheet.pdf](http://www.who.int/ncds/surveillance/gshs/2013_Chile_GSHS_fact_sheet.pdf)
36. Organización Panamericana de la Salud. Encuesta Global de Salud Escolar (GSHS) - Bolivia 2012. La Paz: OMS; 2013. [acceso: 15/05/2019] disponible en:  
[http://www.who.int/ncds/surveillance/gshs/Bolivia\\_2012\\_GSHS\\_Report.pdf](http://www.who.int/ncds/surveillance/gshs/Bolivia_2012_GSHS_Report.pdf)
37. Secchi JD, García GC, 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), 132-44.
38. Valverde PR, De Los Santos FR, Rodríguez CM. Diferencias de sexo en imagen corporal, control de peso e Índice de Masa Corporal de los adolescentes españoles. *Psicothema.* 2010; 22(1), 77-83
39. Mojica GT, Poveda JG, Pinilla MI, Lobelo F. Sobrepeso, inactividad física y baja condición física en un colegio de Bogotá, Colombia. *Archivos latinoamericanos de nutrición.* 2008; 58(3), 265-73.

40. Moreno M. Definición Y Clasificación De La Obesidad. *Rev med clin condes*. 2012; 23: 124-8.
41. Gutin B, Yin Z, Humphries MC, Barbeau P. Relations of moderate and vigorous physical activity to fitness and fatness in adolescents. *Am J Clin Nutr*. 2005; 81:746-50
42. Abbott RA, Davies PS. Habitual physical activity and physical activity intensity: their relation to body composition in 5.0-10.5-y-old children. *Eur J Clin Nutr*. 2004; 58: 285-91.
43. Ruiz JR, Rizzo NS, Hurtig-Wennlöf A, Ortega FB, Wärnberg J, Sjöström M. Relations of total physical activity and intensity to fitness and fatness in children: the European Youth Heart Study. *Am J Clin Nutr*. 2006; 84:299-303
44. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Sjoström M. Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *Int J Obes (Lond)* 2008; 32 (1): 1-11.
45. Mikkelsen LO, Nupponen H, Kaprio J, Kautiainen H, Mikkelsen M, Kujala UM. Adolescent flexibility, endurance strength, and physical activity as predictors of adult tension neck, low back pain, and knee injury: a 25 year follow up study. *Br J Sports Med* 40:107-113, 2006.
46. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ. Physical activity, physical fitness, and overweight in children and adolescents: evidence from epidemiologic studies. *Endocrinología y Nutrición (English Edition)*. 2013; 60(8): 458-69.
47. Artero EG, Espana-Romero V, Ortega FB, Jimenez-Pavon D, Ruiz JR, Vicente-Rodriguez G. Health-related fitness in adolescents: underweight, and not only overweight, as an influencing factor. The AVENA study. *Scand J Med Sci Sports*. 2010; 20:418-27

### **Conflicto de intereses**

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

### **Contribuciones de los autores**

*Sergio Mauricio Sánchez López:* Redacción del artículo (apartado de introducción), trabajo de campo (aplicación del instrumento de recolección de la información), tabulación de encuestas en base de datos de Excel y revisión final del documento.

*Juan Sebastián Montaña Díaz:* Redacción del artículo (apartado de introducción), trabajo de campo (aplicación del instrumento de recolección de la información), tabulación de encuestas en base de datos de Excel y revisión final del documento.

*Luis Hernán García Arenas:* Redacción del artículo (apartado de introducción), trabajo de campo (aplicación del instrumento de recolección de la información), tabulación de encuestas en base de datos de Excel y revisión final del documento.

*Juan Carlos Sánchez Delgado:* Redacción del artículo (apartado de resultados y análisis estadístico), revisión final del documento.

*Luis Gabriel Rangel Caballero:* Redacción del artículo (apartado de introducción, discusión y referencias bibliográficas), trabajo de campo (aplicación del instrumento de recolección de la información), tabulación de encuestas en base de datos de Excel, revisión final del documento y envío del artículo a revista.