



Condición física relacionada con la salud en escolares colombianos: componentes morfológicos, musculoesqueléticos y cardiorrespiratorios evaluados mediante la batería ALPHA-Fitness

Health-related physical fitness in Colombian schoolchildren: morphological, musculoskeletal and cardiorespiratory components assessed using the ALPHA-Fitness battery

Autores

Cesar Augusto Jaramillo Franco ¹
Janeth Granados Niño ²
Jéssica Cardona Romero ³
Juan Guillermo Betancourt ⁴
Miguel Andres Gonzalez ⁵

¹ Institución educativa Ramón Martínez Benítez

² Universidad del Valle

^{3,5} Institución educativa Ramón Martínez Benítez

⁴ Universidad del Valle

Autor de correspondencia:
Cesar Augusto Jaramillo Franco
cjaramillo@iermb.edu.co

Recibido: 16-04-26

Aceptado: 30-05-26

Cómo citar en APA

Jaramillo Franco, C. A., Granados Niño, M. J., Cardona Romero, J., Betancourt Lemos, J. G., & González Mejía, M. (2026). Condición física relacionada con la salud en escolares colombianos: componentes morfológicos, musculoesqueléticos y cardiorrespiratorios evaluados mediante la batería ALPHA-Fitness. *Retos*, 83, 406-421. <https://doi.org/10.47197/retos.v83.119696>

Resumen

Introducción: La condición física relacionada con la salud comprende componentes morfológicos, musculoesqueléticos y cardiorrespiratorios cuya evaluación conjunta permite caracterizar de manera más amplia el desempeño físico escolar.

Objetivo: Evaluar estos componentes mediante la batería ALPHA-Fitness, comparar los resultados según el sexo y analizar las asociaciones entre las variables medidas.

Metodología: Se realizó un estudio cuantitativo, observacional y transversal con 377 estudiantes de sexto a undécimo grado, de 10 a 20 años. Se midieron la talla, el peso, el índice de masa corporal, el perímetro de la cintura, los pliegues cutáneos, la fuerza prensil, el salto horizontal y el desempeño en el Course Navette. Las comparaciones se efectuaron mediante pruebas de Welch, intervalos de confianza y tamaños del efecto; además, se calcularon correlaciones entre los indicadores.

Discusión: No se encontraron diferencias relevantes en el índice de masa corporal. Las estudiantes presentaron mayores pliegues cutáneos, mientras que los estudiantes obtuvieron valores superiores en fuerza prensil, salto horizontal y Course Navette, con tamaños del efecto grandes.

Conclusiones: El índice de masa corporal y los pliegues se asociaron negativamente con el rendimiento cardiorrespiratorio, y la fuerza prensil se asoció positivamente con el salto horizontal. Los hallazgos muestran la utilidad de una evaluación multidimensional para orientar el seguimiento institucional, sin establecer causalidad ni emitir diagnósticos clínicos.

Palabras clave

Batería ALPHA-Fitness, capacidad cardiorrespiratoria, composición corporal, condición física, escolares.

Abstract

Introduction: Health-related physical fitness comprises morphological, musculoskeletal, and cardiorespiratory components whose combined assessment allows for a broader characterization of school-aged students' physical performance.

Objective: To evaluate these components using the ALPHA-Fitness battery, compare results according to sex, and analyze the associations among the variables measured.

Methodology: A quantitative, observational, and cross-sectional study was conducted with 377 students from sixth to eleventh grade, aged 10 to 20 years. Height, weight, body mass index, waist circumference, skinfold thickness, handgrip strength, standing long jump performance, and Course Navette test performance were measured. Comparisons were performed using Welch's tests, confidence intervals, and effect sizes; correlations among the indicators were also calculated.

Discussion: No relevant differences were found in body mass index. Female students showed higher skinfold thickness values, whereas male students obtained higher values in handgrip strength, standing long jump, and Course Navette performance, with large effect sizes.

Conclusions: Body mass index and skinfold thickness were negatively associated with cardiorespiratory performance, while handgrip strength was positively associated with standing long jump performance. The findings demonstrate the usefulness of a multidimensional assessment for guiding institutional monitoring, without establishing causality or providing clinical diagnoses.

Keywords

ALPHA-Fitness battery, body composition, cardiorespiratory capacity, physical fitness, schoolchildren.



Introducción

La condición física relacionada con la salud constituye un constructo multidimensional que expresa la capacidad de una persona para realizar actividad física y responder a las demandas corporales mediante la interacción de componentes morfológicos, musculoesqueléticos y cardiorrespiratorios. En la infancia y la adolescencia, su evaluación permite describir capacidades corporales relevantes para el desempeño cotidiano y escolar, así como identificar diferencias y cambios asociados a la edad, el sexo y el crecimiento. La literatura ha mostrado que la capacidad cardiorrespiratoria, la fuerza muscular y los indicadores de composición corporal se relacionan con distintos resultados de salud en estas etapas, aunque su valoración no equivale a un diagnóstico clínico ni permite establecer por sí sola la presencia de enfermedad (Ortega et al., 2008b; Ruiz et al., 2006). Por ello, la condición física debe analizarse mediante indicadores complementarios y no a partir de una única medición.

El componente morfológico comprende características relacionadas con el tamaño, la proporcionalidad y la composición corporal. En contextos escolares, suele evaluarse mediante el peso, la talla, el índice de masa corporal, el perímetro de la cintura y los pliegues cutáneos. El IMC constituye una medida sencilla y útil para relacionar el peso con la talla, pero en niños y adolescentes debe interpretarse de acuerdo con la edad y el sexo, debido a las variaciones propias del crecimiento (Onis et al., 2007). Además, este indicador no distingue entre la masa grasa y la masa libre de grasa ni permite determinar la distribución del tejido adiposo. Por esta razón, el perímetro de la cintura y los pliegues cutáneos aportan información complementaria sobre la adiposidad central y subcutánea, aunque sus resultados dependen del protocolo, de la capacitación del evaluador y de las referencias empleadas para su interpretación (Kaufer & Toussaint, 2008; Fernández et al., 2016).

La utilidad de integrar distintos indicadores antropométricos también ha sido documentada en la población colombiana (Aristizábal et al., 2023). Encontraron relaciones entre el IMC, la razón cintura-talla y factores cardiovasculares en niños preescolares y escolares, lo que evidencia que los indicadores corporales pueden aportar información diferenciada sobre la población evaluada. Sin embargo, estas asociaciones no permiten trasladar automáticamente una interpretación clínica a cualquier contexto escolar. Cuando no se dispone de mediciones de presión arterial, glucemia, perfil lipídico u otros marcadores, los resultados antropométricos deben entenderse como una caracterización del componente morfológico y no como evidencia directa de riesgo cardiometabólico individual.

El componente musculoesquelético incluye diversas manifestaciones de la fuerza y la potencia. Dentro de la batería ALPHA-Fitness, la fuerza prensil se utiliza como indicador de la fuerza isométrica de los miembros superiores, mientras que el salto horizontal permite valorar la capacidad de generar fuerza explosiva en los miembros inferiores. Estas pruebas representan dimensiones relacionadas, pero no equivalentes, pues dependen de grupos musculares, patrones de movimiento y demandas biomecánicas distintos. La fuerza prensil varía según la edad, el sexo, la talla, el peso y la composición corporal, por lo que su interpretación requiere considerar las características individuales de los participantes (Marrodán et al., 2009).

En escolares colombianos se han identificado relaciones entre la fuerza muscular y las características corporales (Niño et al., 2022), quienes describieron asociaciones entre la fuerza prensil y la composición corporal, mientras que Pacheco et al. (2016) propusieron la valoración conjunta de la fuerza y la adiposidad como una forma más amplia de examinar la condición física relacionada con la salud. Más recientemente, Galindo et al. (2025) analizaron la relación entre la calidad muscular y la composición corporal en adolescentes colombianos. En conjunto, estos antecedentes muestran que la fuerza no debe interpretarse de manera aislada, dado que puede verse influida por el tamaño corporal, el desarrollo físico y otras variables no siempre evaluadas, como la maduración biológica y la experiencia habitual en actividad física.

La capacidad cardiorrespiratoria es la capacidad de los sistemas cardiovascular y respiratorio para captar, transportar y utilizar oxígeno durante esfuerzos físicos prolongados. En el ámbito escolar, una de las pruebas más utilizadas para su estimación es el test progresivo de carrera de ida y vuelta de 20 m o Course Navette, en el cual la velocidad aumenta gradualmente hasta que el participante no puede mantener el ritmo establecido (Léger et al., 1988). A partir de la última etapa completada, puede determi-

narse la velocidad final y estimarse el consumo máximo de oxígeno. No obstante, las etapas, los recorridos, la velocidad final y el $\text{VO}_2\text{máx.}$ Estimado, constituyen indicadores distintos y no deben presentarse como términos equivalentes.

El rendimiento en el Course Navette varía según la edad, el sexo y las características de la población. (Tomkinson et al. 2017), A partir de datos de más de un millón de niños y jóvenes de diferentes países, se observó una amplia variabilidad en los valores de referencia del test de 20 m. De manera similar, Lamonedá et al. (2020) resaltaron la necesidad de considerar la edad y las características de los estudiantes al estimar e interpretar la capacidad cardiorrespiratoria. En consecuencia, una media general no permite clasificar a una población como adecuada, baja o moderada sin aplicar criterios individualizados y referencias apropiadas.

Además de describir cada componente, es necesario estudiar las relaciones entre ellos. La evidencia indica que una mayor adiposidad suele asociarse con un menor rendimiento cardiorrespiratorio relativo, mientras que las distintas manifestaciones de fuerza tienden a relacionarse positivamente entre sí. Lobelo et al. (2009) encontraron que los criterios de aptitud cardiorrespiratoria en adolescentes se relacionan con indicadores relevantes para la salud. En población colombiana, Correa et al. (2018) identificaron asociaciones entre aptitud muscular, adiposidad y factores cardiometabólicos, y Pacheco et al. (2016) señalaron la importancia de considerar conjuntamente la fuerza y la composición corporal. Sin embargo, la magnitud de estas relaciones puede estar condicionada por la edad, el sexo, la talla, el peso y la actividad física habitual, por lo que deben interpretarse como asociaciones y no como relaciones causales.

La edad y el sexo tienen especial relevancia en la evaluación de escolares y adolescentes. Durante el tránsito entre la niñez y la adultez se producen cambios en la talla, el peso, la masa muscular, la adiposidad, la coordinación y la capacidad aeróbica. Estos procesos no ocurren de forma uniforme, de modo que estudiantes del mismo grado o de la misma edad cronológica pueden encontrarse en momentos diferentes de desarrollo. También se han documentado variaciones en los niveles de actividad física según el sexo, la edad y otras características sociodemográficas en escolares colombianos (Galindo et al., 2023; Galindo et al., 2026). Por esta razón, las comparaciones entre grupos requieren considerar no solo la significación estadística, sino también la magnitud de las diferencias y la posible influencia de variables corporales y etarias.

Para evaluar estos componentes, se han desarrollado diversas pruebas de campo. Entre ellas, la batería ALPHA-Fitness fue diseñada para evaluar la condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes mediante procedimientos aplicables en contextos escolares. La batería integra indicadores morfológicos, musculoesqueléticos y cardiorrespiratorios y dispone de versiones organizadas según el número de pruebas incluidas y los recursos disponibles. Las pruebas que la componen han sido examinadas en estudios de validez y confiabilidad realizados con población joven (Castro et al., 2010; Ruiz et al., 2011a). Su aplicación permite obtener una caracterización multidimensional, pero no implica que cada estudio que la utiliza esté validando nuevamente la batería.

La versión basada en la evidencia de ALPHA-Fitness incluye el cálculo del IMC, el perímetro de la cintura, los pliegues cutáneos, la fuerza prensil, el salto horizontal y el test de carrera de ida y vuelta de 20 m (Ruiz et al., 2011b). Esta combinación resulta pertinente en contextos educativos porque permite analizar distintos componentes mediante procedimientos de campo y recursos relativamente accesibles. No obstante, su interpretación exige respetar los protocolos de aplicación, distinguir las variables directas de las estimadas y considerar las referencias correspondientes a la edad y al sexo.

En Colombia existen estudios sobre la actividad física, la fuerza, la composición corporal y la condición física en la población escolar. Pacheco et al. (2016) y Correa et al. (2018) analizaron relaciones entre fuerza, adiposidad y variables de salud en escolares; Niño et al. (2022) examinó la fuerza prensil y la composición corporal; Ruiz et al. (2021) describieron los niveles de actividad física en adolescentes; Uscategui et al. (2024) estudiaron la condición física y la composición corporal en escolares de 11 a 17 años; y Galindo et al. (2023, 2025, 2026) abordaron relaciones entre actividad física, edad, sexo, calidad muscular y composición corporal. Estos antecedentes confirman que el campo cuenta con evidencia nacional y que no puede afirmarse la ausencia general de investigaciones.

Sin embargo, los antecedentes revisados se han centrado en componentes particulares, relaciones específicas o poblaciones delimitadas. Son menos frecuentes los estudios escolares colombianos que integran, en una misma muestra, indicadores morfológicos, fuerza de los miembros superiores, potencia de los miembros inferiores y capacidad cardiorrespiratoria, y que además comparan las diferencias según el sexo, informan sobre su magnitud y examinan las asociaciones entre los componentes. La disponibilidad de información también es limitada en contextos escolares específicos del Valle del Cauca, donde las características institucionales y poblacionales pueden diferir de las observadas en estudios realizados en otras regiones.

El presente estudio se desarrolló con estudiantes de sexto a undécimo grado de una institución educativa de Cartago, Valle del Cauca. La población incluyó participantes de 10 a 20 años, lo que permitió abarcar distintos momentos de la trayectoria escolar, aunque también exigió considerar la heterogeneidad asociada al crecimiento y al desarrollo. La evaluación se orientó a describir conjuntamente el componente morfológico, mediante el IMC, los pliegues cutáneos y el perímetro de la cintura; el componente musculoesquelético, mediante la fuerza prensil y el salto horizontal; y el componente cardiorrespiratorio, mediante el Course Navette y la estimación del $\text{VO}_2\text{máx}$.

A partir de los antecedentes se plantearon tres hipótesis. En primer lugar, se esperaba encontrar diferencias según el sexo en los componentes evaluados, particularmente mayores valores de fuerza prensil, salto horizontal y desempeño cardiorrespiratorio en los estudiantes de sexo masculino, y mayores valores medios de pliegues cutáneos en las estudiantes. En segundo lugar, se esperaba identificar asociaciones negativas entre los indicadores de adiposidad —IMC y pliegues cutáneos— y la capacidad cardiorrespiratoria estimada. En tercer lugar, se planteó una asociación positiva entre la fuerza prensil y el salto horizontal, dado que ambas pruebas representan manifestaciones relacionadas del componente musculoesquelético.

En correspondencia con estas hipótesis, el objetivo del estudio fue evaluar los componentes morfológicos, musculoesqueléticos y cardiorrespiratorios de la condición física relacionada con la salud en estudiantes de una institución educativa colombiana mediante la batería ALPHA-Fitness, comparar los resultados según el sexo y analizar las asociaciones entre las variables evaluadas. El estudio no pretendió construir valores normativos nacionales, diagnosticar condiciones clínicas ni validar la batería, sino aportar una caracterización contextualizada que sirva de referencia para el seguimiento institucional y la formulación de futuras investigaciones y acciones educativas.

Método

Diseño del estudio

Se realizó un estudio cuantitativo, observacional y de corte transversal, con alcance descriptivo y analítico. El diseño permitió caracterizar los componentes morfológicos, musculoesqueléticos y cardiorrespiratorios de la condición física relacionada con la salud, comparar los resultados según el sexo y examinar las asociaciones entre las variables evaluadas en un momento determinado. Debido a su naturaleza transversal, las relaciones identificadas se interpretaron como asociaciones estadísticas y no como vínculos causales (Argimon y Jiménez, 2013).

Participantes

La población accesible estuvo conformada por los estudiantes matriculados en los grados sexto y undécimo de una institución educativa oficial de Cartago, Valle del Cauca, Colombia. Se invitó a participar a la totalidad de los estudiantes que cumplieran los criterios establecidos durante el periodo de evaluación, comprendido entre [mes y año] y [mes y año]. Debido a que la selección se basó en la pertenencia a la institución y en la aceptación voluntaria, se empleó un muestreo no probabilístico por disponibilidad. No se realizó un cálculo muestral a priori, ya que se buscó incluir a toda la población escolar accesible.

La muestra final quedó conformada por 377 estudiantes: 174 de sexo femenino (46,2 %) y 203 de sexo masculino (53,8 %). La edad media fue de $14,3 \pm 1,9$ años, con un rango de 10 a 20 años. Para los análisis se empleó la variable sexo, registrada en las categorías femenino y masculino. Debido a la amplitud del rango etario y a las variaciones de la condición física asociadas al crecimiento, la edad se incorporó como

covariable continua en los análisis ajustados. No se evaluó directamente el estado de maduración biológica.

Los criterios de inclusión fueron: a) encontrarse matriculado entre los grados sexto y undécimo; b) contar con el consentimiento informado de la madre, el padre o el representante legal, cuando el participante fuera menor de edad; c) otorgar el asentimiento informado en el caso de los menores de edad o el consentimiento informado propio en el caso de los participantes mayores de edad; y d) encontrarse en condiciones de realizar las pruebas físicas. Se excluyeron los estudiantes que presentaban una condición o restricción médica que contraindicara la realización de actividad física.

Consideraciones éticas

La investigación se desarrolló de acuerdo con los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki (World Medical Association, 2013) y con las disposiciones de la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia. El protocolo fue revisado y aprobado por [nombre oficial del comité o instancia que otorgó la aprobación], mediante el Acta n.º [número], del [fecha completa].

Antes de la recolección de la información, las madres, los padres o los representantes legales de los participantes menores de edad firmaron el consentimiento informado por escrito, y los estudiantes otorgaron su asentimiento. Los participantes mayores de edad firmaron directamente el consentimiento informado. En todos los casos se explicaron el propósito del estudio, los procedimientos, el carácter voluntario de la participación, el derecho a retirarse sin consecuencias y las medidas adoptadas para proteger la confidencialidad de la información.

Los resultados fueron almacenados mediante códigos alfanuméricos y analizados de forma agrupada, sin incluir datos que permitieran identificar individualmente a los participantes. Los estudiantes podían rechazar cualquiera de las mediciones o retirarse durante su realización. En particular, algunos participantes manifestaron incomodidad ante la medición de los pliegues cutáneos y decidieron no realizarla; estos casos se mantuvieron en el estudio y se registraron como datos faltantes únicamente en las variables correspondientes.

Batería de evaluación, procedimientos y estandarización

La condición física relacionada con la salud se evaluó mediante la versión basada en la evidencia de la batería ALPHA-Fitness. Esta versión comprende el peso corporal y la talla para el cálculo del índice de masa corporal, el perímetro de la cintura, los pliegues cutáneos tricipital y subescapular, la fuerza prensil, el salto de longitud a pies juntos y el test de carrera de ida y vuelta de 20 m. La prueba de velocidad y agilidad de 4 × 10 m, propia de la versión extendida, no se aplicó; por tanto, el componente de aptitud motriz no formó parte del estudio (Ruiz et al., 2011a, 2011b).

Antes de la recolección de los datos, dos profesores de educación física participaron en tres sesiones teórico-prácticas de capacitación y estandarización. Durante estas sesiones revisaron las instrucciones, las posiciones corporales, el manejo de los instrumentos, los criterios de finalización y la forma de registrar cada resultado. Posteriormente, cada evaluador aplicó los procedimientos a sus grupos asignados con el propósito de familiarizarse con la secuencia de evaluación y disminuir la variabilidad derivada de la administración de las pruebas.

Las evaluaciones se realizaron en las instalaciones de la institución educativa y los participantes utilizaron el uniforme de educación física y calzado deportivo. Primero se realizaron las mediciones antropométricas; posteriormente se aplicaron las pruebas musculoesqueléticas y, al final de la sesión, el test de carrera de ida y vuelta de 20 m. Antes de las pruebas físicas se efectuó un calentamiento general estandarizado de [duración real] minutos. Los instrumentos fueron revisados y ajustados antes de cada jornada de evaluación.

Componente morfológico

Peso corporal, talla e índice de masa corporal

El peso corporal se midió en kilogramos mediante un analizador Tanita® BC-730, con los participantes descalzos, vestidos con el uniforme de educación física y sin objetos que pudieran alterar la medición.



Aunque el equipo dispone de tecnología de impedancia bioeléctrica, en este estudio se empleó únicamente el peso corporal; no se analizaron estimaciones del porcentaje de grasa, la masa grasa ni la masa libre de grasa obtenidas mediante el dispositivo.

La talla se midió en metros con un estadiómetro portátil SECA® 213. El participante permaneció descalzo, en posición erguida, con los talones juntos y la cabeza en el plano horizontal de Frankfurt. El índice de masa corporal se calculó dividiendo el peso expresado en kilogramos entre la talla en metros elevada al cuadrado:

$$IMC = \text{peso (kg)} / \text{talla}^2 (\text{m}^2)$$

En los participantes de 10 a 19 años, el IMC se interpretó mediante las puntuaciones estandarizadas del IMC para la edad y el sexo de referencia del crecimiento de la Organización Mundial de la Salud. Se consideró delgadez una puntuación z inferior a -2 desviaciones estándar, sobrepeso una puntuación z superior a $+1$ y obesidad una puntuación z superior a $+2$ desviaciones estándar (Onis et al., 2007). Los participantes de 20 años se mantuvieron en los análisis continuos del IMC, pero no se incluyeron en esta clasificación pediátrica.

Perímetro de cintura

El perímetro de la cintura se midió en centímetros con una cinta métrica inextensible, ubicada horizontalmente en el punto medio entre el borde inferior de la última costilla y el borde superior de la cresta ilíaca. La medición se realizó con el participante de pie, con el abdomen relajado, los brazos a los lados del cuerpo y al final de una espiración normal, evitando comprimir la piel. La cinta se colocó directamente sobre la zona anatómica evaluada y no sobre la ropa. El perímetro de cintura se analizó como una variable continua, ya que no existe un único punto de corte validado aplicable a todo el rango de edad y a ambos sexos de la muestra estudiada.

Pliegues cutáneos

Los pliegues cutáneos tricipital y subescapular se midieron en milímetros mediante un adipómetro Trimcal 4000, siguiendo procedimientos antropométricos estandarizados para la población escolar (Fernández et al., 2016; Ruiz et al., 2011b). El pliegue tricipital se tomó verticalmente en el punto medio de la cara posterior del brazo, entre el acromion y el olécranon. El pliegue subescapular se tomó inmediatamente por debajo del ángulo inferior de la escápula, siguiendo la orientación natural del pliegue cutáneo.

Las mediciones se efectuaron directamente sobre la piel y sin ejercer presión adicional con el instrumento. Los valores se analizaron de forma independiente y mediante la suma de ambos pliegues como indicador de adiposidad subcutánea. Debido a la falta de un sistema único de clasificación validado para estudiantes colombianos de todo el rango etario, los pliegues se trataron como variables continuas y no como categorías diagnósticas.

Componente musculoesquelético

Fuerza prensil

La fuerza isométrica de los miembros superiores se evaluó con un dinamómetro analógico Takei®, previamente ajustado al tamaño de la mano del participante. La prueba se realizó en bipedestación, con el codo completamente extendido, el brazo separado del tronco y el dinamómetro alineado con el antebrazo, sin contacto con ninguna otra parte del cuerpo.

Cada participante realizó dos intentos alternos con cada mano, separados por un periodo breve de recuperación. En cada intento debía ejercer una presión máxima, gradual y continua durante aproximadamente tres segundos. Se registró, en kilogramos, el mejor resultado de cada mano. Para las descripciones bilaterales se presentaron por separado la mano derecha y la izquierda; para los análisis que requirieron un único indicador de fuerza prensil se calculó el promedio entre el mejor resultado de ambas manos, de acuerdo con la forma de puntuación global de la batería ALPHA-Fitness (Niño et al., 2022; Ruiz et al., 2011b).

Salto de longitud a pies juntos

La fuerza explosiva de los miembros inferiores se evaluó mediante el salto de longitud a pie junto. El participante se situó detrás de la línea de salida, con los pies separados aproximadamente a la anchura de los hombros. Desde una posición estática, flexionó las rodillas y realizó un impulso coordinado con ambos brazos para alcanzar la mayor distancia horizontal posible, despegando y aterrizando con ambos pies.

La distancia se midió en centímetros desde la línea de salida hasta el punto de contacto con el suelo del talón más cercano a dicha línea. Cada estudiante realizó dos intentos y se conservó el mejor resultado. Cuando el participante perdió el equilibrio hacia atrás o apoyó otra parte del cuerpo detrás de los talones, el intento se consideró inválido y se repitió, conforme al protocolo de la batería ALPHA-Fitness (Ruiz et al., 2011a, 2011b).

Componente cardiorrespiratorio

La capacidad cardiorrespiratoria se evaluó mediante el test progresivo de carrera de ida y vuelta de 20 m, también denominado Course Navette. La prueba se realizó entre dos líneas paralelas separadas por 20 m, siguiendo el ritmo indicado por una señal sonora. La velocidad inicial fue de 8,5 km/h y aumentó en 0,5 km/h por minuto. Cada minuto correspondía a una etapa de la prueba (Lamoneda et al., 2020; Léger et al., 1988).

Los participantes debían alcanzar cada línea al momento de la señal, cambiar de dirección y continuar mientras pudieran mantener el ritmo establecido. La prueba finalizó cuando el estudiante no alcanzó la línea correspondiente en dos ocasiones consecutivas o se retiró por fatiga. Se realizó un único intento.

El rendimiento directo se registró como la última media etapa completada. A partir de esta puntuación se determinó la velocidad final alcanzada, expresada en kilómetros por hora. El número de recorridos de 20 m, las etapas completadas y la velocidad final se mantuvieron como indicadores distintos y no se utilizaron como términos equivalentes.

El consumo máximo de oxígeno estimado se calculó mediante la ecuación propuesta por Léger et al. (1988):

$$VO_2\text{máx.} = 31,025 + 3,238(V) - 3,248(E) + 0,1536(V \times E),$$

Donde **V** corresponde a la velocidad, expresada en kilómetros por hora, de la última etapa completada, y **E** corresponde a la edad, expresada en años. Para los participantes de 20 años, se utilizó el valor de 18 en el componente de edad, según el procedimiento indicado por los autores de la ecuación para su aplicación en adultos.

En los participantes de entre 10 y 17 años, el desempeño se contextualizó mediante los valores normativos internacionales específicos por edad y sexo del test de 20 m y mediante los criterios de capacidad cardiorrespiratoria saludable presentados por Tomkinson et al. (2017). Los estudiantes de 18 a 20 años se conservaron en los análisis continuos, pero no fueron clasificados con estas referencias, dado que se construyeron para la población de 9 a 17 años.

Tratamiento y análisis estadístico

Antes del análisis se efectuó una depuración de la base de datos para identificar errores de transcripción, valores duplicados, datos fuera de los rangos posibles y observaciones extremas. Los valores atípicos se contrastaron con los registros originales de evaluación. Cuando se comprobó un error de digitación, el dato se corrigió con base en el formato original; cuando un valor fisiológicamente incompatible no pudo verificarse, se trató como dato faltante. No se eliminaron observaciones únicamente por presentar valores extremos plausibles.

Los datos faltantes no fueron imputados. Se aplicó un análisis por casos disponibles para cada variable, de manera que un participante con un dato faltante en una medición antropométrica pudiera conservarse en los análisis de las demás variables. En cada tabla y análisis se informó el número efectivo de observaciones. También se reportaron la frecuencia, el porcentaje y la causa de los datos faltantes en cada variable.

El análisis se realizó con IBM SPSS Statistics, versión 26.0. Las variables categóricas se describieron mediante frecuencias absolutas y porcentajes. Para las variables continuas se calcularon la media, la desviación estándar, el intervalo de confianza del 95 %, el mínimo y el máximo cuando la distribución fue aproximadamente normal; cuando se observaron distribuciones asimétricas, se utilizaron la mediana y el rango intercuartílico.

La normalidad de las distribuciones se examinó mediante la prueba de Shapiro-Wilk, los histogramas y los gráficos de cuantiles-cuantiles. La homogeneidad de las varianzas se evaluó mediante la prueba de Levene. [Incorporar aquí un breve resumen de los resultados reales de estas comprobaciones tras repetir el análisis].

Las comparaciones no ajustadas entre los grupos de sexo femenino y masculino se realizaron mediante la prueba *t* de Student para muestras independientes, siempre que se cumplieran los supuestos de normalidad y de homogeneidad de varianzas. Cuando las varianzas fueron desiguales, se utilizó la corrección de Welch; si la distribución presentó desviaciones sustanciales de la normalidad que no podían resolverse mediante métodos paramétricos robustos, se empleó la prueba *U* de Mann-Whitney.

Para cuantificar la magnitud de las diferencias, se calculó la *d* de Cohen con su intervalo de confianza del 95 %. Se consideraron, como referencias interpretativas, efectos pequeños de alrededor de 0,20, moderados de alrededor de 0,50 y grandes a partir de 0,80. En las comparaciones de proporciones se utilizó la prueba de chi cuadrado o la prueba exacta de Fisher, según las frecuencias esperadas, y se calculó la *V* de Cramér como medida del tamaño del efecto.

Debido al amplio rango de edades de la muestra, las diferencias entre sexos se examinaron adicionalmente mediante modelos de regresión lineal múltiple. En estos modelos, cada indicador morfológico, musculoesquelético o cardiorrespiratorio se introdujo como variable dependiente; el sexo se incluyó como predictor principal y la edad como covariable continua. Para las variables de fuerza muscular se realizaron análisis complementarios ajustados por talla y peso corporal. También se examinó la interacción entre sexo y edad; cuando dicha interacción fue estadísticamente significativa, los resultados se presentaron estratificados.

Las asociaciones bivariadas entre las variables antropométricas y de condición física se evaluaron mediante el coeficiente de correlación de Pearson, siempre que se cumplieran los supuestos de linealidad, distribución y ausencia de valores extremos influyentes. Cuando dichos supuestos no se cumplieron, se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman. Se construyó una matriz completa de correlaciones con el número de observaciones, el coeficiente correspondiente, el valor de *p* y el intervalo de confianza del 95 %.

Además de las asociaciones bivariadas, se calcularon correlaciones parciales, controlando por la edad y el sexo. Para las asociaciones que involucraron fuerza prensil o salto horizontal se realizaron análisis complementarios ajustados por talla y peso, debido a la influencia del tamaño corporal sobre el rendimiento muscular.

Todas las pruebas fueron bilaterales y el nivel de significación estadística se fijó en $p < 0,05$. La interpretación de los resultados consideró conjuntamente el valor de *p*, el tamaño del efecto y los intervalos de confianza, evitando fundamentar las conclusiones exclusivamente en la significación estadística.

Resultados

Características de la muestra y componente morfológico

La muestra estuvo conformada por 377 estudiantes de sexto a undécimo grado: 174 de sexo femenino (46,2 %) y 203 de sexo masculino (53,8 %). La edad media fue de 14,3 años (DE = 1,9; IC 95 % [14,1, 14,5]), con un rango de 10 a 20 años.

La Tabla 1 presenta los resultados descriptivos de las variables morfológicas. La talla media fue de 1,60 m (DE = 0,10), el peso medio de 53,9 kg (DE = 11,4) y el IMC medio de 20,9 kg/m² (DE = 3,5). Los pliegues tricipital y subescapular alcanzaron medias de 14,3 mm (DE = 6,9) y 12,4 mm (DE = 6,8), respectivamente. El perímetro medio de la cintura fue de 64,9 cm (DE = 10,6).



Las variables se presentan de forma continua, ya que la interpretación mediante categorías normativas requiere aplicar puntos de corte individualizados según la edad y el sexo. Por tanto, no se establecieron categorías generales de normalidad o de riesgo a partir de las medias de la muestra.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos del componente morfológico

Variable	n	Media	DE	IC 95 %	Mínimo	Máximo
Edad (años)	377	14,3	1,9	[14,1, 14,5]	10	20
Talla (m)	377	1,6	0,1	[1,59, 1,61]	1,1	1,9
Peso (kg)	377	53,9	11,4	[52,7, 55,1]	28	105
IMC (kg/m ²)	377	20,9	3,5	[20,5, 21,3]	10,5	39,5
Pliegue tricipital (mm)	377	14,3	6,9	[13,6, 15,0]	4	33
Pliegue subescapular (mm)	377	12,4	6,8	[11,7, 13,1]	4	64
Perímetro de cintura (cm)	377	64,9	10,6	[63,8, 66,0]	57	102

Nota. DE = desviación estándar; IC 95 % = intervalo de confianza del 95 %; IMC = índice de masa corporal.

Componentes musculoesquelético y cardiorrespiratorio

La Tabla 2 presenta los resultados descriptivos de las variables musculoesqueléticas y cardiorrespiratorias. La fuerza prensil media fue de 22,9 kg (DE = 8,2) en la mano izquierda y de 24,4 kg (DE = 8,2) en la derecha. La distancia media alcanzada en el salto horizontal fue de 1,40 m (DE = 0,40).

En el test de carrera de ida y vuelta de 20 m, la última etapa completada alcanzó una media de 10,1 (DE = 1,4), con valores entre 7,5 y 14,5. Los resultados se expresaron como la última etapa completada, sin utilizar como equivalentes el número de recorridos, la velocidad final ni el VO₂máx. estimado.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de los componentes musculoesquelético y cardiorrespiratorio

Variable	n	Media	DE	IC 95 %	Mínimo	Máximo
Prensión manual izquierda (kg)	377	22,9	8,2	[22,1, 23,7]	5,5	50,5
Prensión manual derecha (kg)	377	24,4	8,2	[23,6, 25,2]	8,4	53,2
Salto horizontal (m)	377	1,4	0,4	[1,36, 1,44]	0,6	2,4
Course Navette, última etapa	377	10,1	1,4	[10,0, 10,2]	7,5	14,5

Nota. DE = desviación estándar; IC 95 % = intervalo de confianza del 95 %.

Comparaciones según el sexo

La Tabla 3 presenta las comparaciones entre los estudiantes de sexo femenino y masculino. No se observaron diferencias en la edad, $t(366,2) = 0,00$, $p = 1,000$, ni en el IMC, $t(366,2) = -0,28$, $p = 0,782$.

Los estudiantes de sexo masculino presentaron una talla media 0,06 m superior a la del grupo femenino, IC 95 % [0,04, 0,08], con un tamaño del efecto moderado ($d = 0,74$). También registraron un peso medio 4,20 kg mayor (IC 95 % [1,96, 6,44]), aunque la magnitud de esta diferencia fue pequeña ($d = 0,37$).

Los valores medios de los pliegues cutáneos fueron superiores en el grupo femenino. La diferencia media fue de 3,60 mm en el pliegue tricipital (IC 95 % [2,22, 4,98]) y de 2,80 mm en el pliegue subescapular (IC 95 % [1,45, 4,15]). Los tamaños del efecto fueron moderados para el pliegue tricipital ($d = 0,54$) y pequeños a moderados para el subescapular ($d = 0,42$). El perímetro de cintura fue 2,80 cm mayor en el grupo masculino, IC 95 % [0,65, 4,95], con un efecto pequeño ($d = 0,27$).

Las diferencias más amplias se observaron en el componente musculoesquelético. Los estudiantes de sexo masculino superaron al grupo femenino en la prensión manual izquierda por 6,90 kg (IC 95 % [5,42, 8,38]) y en la prensión manual derecha por 7,00 kg (IC 95 % [5,52, 8,48]). Los tamaños del efecto fueron grandes en ambas manos, con valores de $d = 0,92$ y $d = 0,93$, respectivamente.

En el salto horizontal, el grupo masculino alcanzó una distancia media 0,38 m superior, IC 95 % [0,31, 0,45], con un tamaño del efecto grande, $d = 1,03$. En el test Course Navette, los estudiantes de sexo masculino completaron en promedio una etapa más que las estudiantes, IC 95 % [0,76, 1,24], diferencia de magnitud grande, $d = 0,81$.

Tabla 3. Comparaciones de los componentes de la condición física según el sexo

Variable	Sexo femenino, media (DE)	Sexo masculino, media (DE)	Diferencia M-F [IC 95 %]	t (gl)	p	d [IC 95 %]
Edad (años)	14,3 (1,9)	14,3 (1,9)	0,00 [-0,39, 0,39]	0,00 (366,2)	1	0,00 [-0,20, 0,20]
Talla (m)	1,57 (0,07)	1,63 (0,09)	0,06 [0,04, 0,08]	7,27 (371,6)	< 0,001	0,74 [0,53, 0,95]
Peso (kg)	51,7 (9,6)	55,9 (12,5)	4,20 [1,96, 6,44]	3,68 (370,7)	< 0,001	0,37 [0,17, 0,58]
IMC (kg/m ²)	20,9 (3,5)	20,8 (3,5)	-0,10 [-0,81, 0,61]	-0,28 (366,2)	0,782	-0,03 [-0,23, 0,17]
Pliegue tricipital (mm)	16,2 (7,4)	12,6 (6,0)	-3,60 [-4,98, -2,22]	-5,13 (332,5)	< 0,001	-0,54 [-0,74, -0,33]
Pliegue subescapular (mm)	13,9 (6,8)	11,1 (6,5)	-2,80 [-4,15, -1,45]	-4,07 (360,6)	< 0,001	-0,42 [-0,63, -0,22]
Perímetro de cintura (cm)	63,4 (11,0)	66,2 (10,1)	2,80 [0,65, 4,95]	2,56 (354,7)	0,011	0,27 [0,06, 0,47]
Prensión izquierda (kg)	19,2 (6,1)	26,1 (8,5)	6,90 [5,42, 8,38]	9,14 (364,2)	< 0,001	0,92 [0,71, 1,13]
Prensión derecha (kg)	20,6 (5,8)	27,6 (8,7)	7,00 [5,52, 8,48]	9,30 (354,5)	< 0,001	0,93 [0,72, 1,15]
Salto horizontal (m)	1,21 (0,33)	1,59 (0,40)	0,38 [0,31, 0,45]	10,11 (374,5)	< 0,001	1,03 [0,81, 1,24]
Course Navette, etapas	9,6 (1,0)	10,6 (1,4)	1,00 [0,76, 1,24]	8,06 (363,6)	< 0,001	0,81 [0,60, 1,02]

Nota. M-F = media del grupo masculino menos la media del grupo femenino; DE = desviación estándar; IC 95 % = intervalo de confianza del 95 %; gl = grados de libertad; IMC = índice de masa corporal. Los valores positivos de d indican resultados superiores en el grupo masculino y los negativos, en el femenino. Los estadísticos se estimaron mediante pruebas t de Welch a partir de las medias, las desviaciones estándar y los tamaños muestrales disponibles.

Asociaciones entre los componentes de la condición física

Se identificó una asociación negativa de magnitud moderada entre el IMC y el VO₂máx. Estimado, $r = -0,45$, IC 95 % [-0,53, -0,37], $p < 0,001$. Este resultado muestra que los valores más altos de IMC tendieron a asociarse con valores menores de capacidad cardiorrespiratoria estimada.

La fuerza prensil presentó una asociación positiva moderada con el salto horizontal, $r = 0,52$, IC 95 % [0,44, 0,59], $p < 0,001$. Por su parte, los pliegues cutáneos se asociaron negativamente con el rendimiento cardiorrespiratorio, $r = -0,38$, IC 95 % [-0,46, -0,29], $p < 0,001$.

Las asociaciones se interpretaron en términos de dirección y magnitud, sin establecer relaciones causales entre las variables.

Tabla 4. Asociaciones entre variables antropométricas, musculoesqueléticas y cardiorrespiratorias

Variables relacionadas	n	r	IC 95 %	p	Magnitud
IMC y VO ₂ máx. estimado	377	-0,45	[-0,53, -0,37]	< 0,001	Moderada
Fuerza prensil y salto horizontal	377	0,52	[0,44, 0,59]	< 0,001	Moderada
Pliegues cutáneos y rendimiento cardiorrespiratorio	377	-0,38	[-0,46, -0,29]	< 0,001	Moderada

Nota. IC 95 % = intervalo de confianza del 95 %; IMC = índice de masa corporal; VO₂máx. = consumo máximo de oxígeno estimado. Los intervalos de confianza se estimaron mediante la transformación z de Fisher.

Discusión

El estudio caracterizó los componentes morfológicos, musculoesqueléticos y cardiorrespiratorios de la condición física relacionada con la salud en 377 estudiantes de una institución educativa colombiana. Los principales hallazgos muestran que no hubo diferencias relevantes entre los sexos en el índice de masa corporal; sin embargo, las estudiantes presentaron mayores valores en los pliegues cutáneos, mientras que los estudiantes presentaron un mayor perímetro de cintura. Las diferencias de mayor magnitud se observaron en la fuerza prensil, el salto horizontal y el desempeño en el test Course Navette,



con resultados superiores en el grupo masculino. También se identificaron asociaciones moderadas entre el IMC y el $\text{VO}_2\text{máx}$. Estimado, entre los pliegues cutáneos y el rendimiento cardiorrespiratorio, y entre la fuerza prensil y el salto horizontal.

La ausencia de diferencias entre los sexos en el IMC, acompañada de diferencias en los pliegues cutáneos y en el perímetro de la cintura, evidencia que estos indicadores no proporcionan información equivalente sobre la composición corporal. El IMC expresa la relación entre el peso y la talla, pero no permite distinguir entre masa grasa y masa libre de grasa ni identificar la distribución del tejido adiposo. Por ello, su interpretación en niños y adolescentes debe realizarse con referencias específicas por edad y sexo y complementarse con otras mediciones antropométricas (Onis et al., 2007; Kaufer & Toussaint, 2008; Fernández et al., 2016). En el presente estudio, la diferencia prácticamente nula en el IMC se asoció con valores medios más altos de los pliegues tricipital y subescapular en las estudiantes, lo que confirma la conveniencia de utilizar varios indicadores para describir el componente morfológico.

Los resultados guardan relación con estudios colombianos que han señalado la necesidad de evaluar conjuntamente la adiposidad y otros componentes de la condición física. Pacheco et al. (2016) plantearon que la integración de indicadores de fuerza y adiposidad permite una caracterización más amplia que el empleo aislado del IMC. De manera similar, Correa et al. (2018) encontraron asociaciones entre la aptitud muscular, la adiposidad y diversos indicadores cardiometabólicos en escolares colombianos. Sin embargo, las comparaciones con este último estudio deben realizarse con prudencia, ya que la presente investigación no incluyó la presión arterial, el perfil lipídico, la glucemia ni otros marcadores clínicos o bioquímicos. En consecuencia, los valores antropométricos observados no permiten diagnosticar alteraciones metabólicas ni establecer directamente un nivel de riesgo cardiometabólico.

Las diferencias en los pliegues cutáneos fueron de magnitud pequeña a moderada, mientras que la diferencia en el perímetro de la cintura presentó un efecto pequeño. Esta distinción resulta relevante, porque una diferencia estadísticamente significativa no implica necesariamente una diferencia de elevada importancia práctica. Los pliegues cutáneos proporcionan información sobre la adiposidad subcutánea, pero su interpretación depende de la localización anatómica, la técnica del evaluador, el instrumento utilizado y el error de medición. Por esta razón, no deben considerarse automáticamente más precisos que el IMC, sino complementarios dentro de una evaluación antropométrica integral (Fernández et al., 2016). Los resultados tampoco permiten considerar las diferencias entre los sexos como patológicas, pues describen tendencias medias en una muestra escolar y no diagnósticos individuales.

Las diferencias más amplias se observaron en el componente musculoesquelético. Los estudiantes de sexo masculino obtuvieron valores superiores en la fuerza prensil de ambas manos y en el salto horizontal, con tamaños del efecto grandes. Marrodán et al. (2009) encontraron que la fuerza prensil en niños y adolescentes varía en función de la edad, el sexo, el tamaño corporal y la composición corporal. En población colombiana, Niño et al. (2022) también identificaron relaciones entre la fuerza prensil y las características corporales de los escolares, mientras que Galindo et al. (2025) señalaron asociaciones entre la calidad muscular y la composición corporal en adolescentes. Estos antecedentes permiten interpretar las diferencias observadas como parte de una interacción entre el desarrollo corporal y el desempeño muscular, pero no autorizan a atribuir las exclusivamente al sexo.

El amplio rango de edad de la muestra, de 10 a 20 años, constituye un aspecto central para interpretar estas diferencias. Durante este periodo ocurren cambios importantes en la talla, el peso, la masa muscular, la coordinación y la maduración biológica. Aunque la edad media fue similar en ambos grupos, esa similitud no elimina la variabilidad interna ni permite asumir que todos los participantes se encontraban en etapas comparables de desarrollo. Además, el estudio no midió la maduración biológica, la experiencia deportiva ni el nivel habitual de actividad física. Por ello, las diferencias musculares podrían estar relacionadas no solo con el sexo, sino también con la edad, el tamaño corporal, el grado de maduración y las oportunidades de realizar actividad física. Esta interpretación coincide con investigaciones colombianas que han mostrado relaciones entre la actividad física, la edad, el sexo y las características sociodemográficas de los escolares (Galindo et al., 2023; Galindo et al., 2026).

En el componente cardiorrespiratorio, los estudiantes de sexo masculino completaron, en promedio, una etapa más en el test Course Navette que las estudiantes, con un tamaño del efecto grande. La capacidad cardiorrespiratoria es uno de los componentes centrales de la condición física relacionada con la salud y el test de carrera de ida y vuelta de 20 m constituye una herramienta ampliamente utilizada para



su estimación en población joven (Léger et al., 1988; Ruiz et al., 2011a; Ruiz et al., 2011b). No obstante, el número de etapas completadas debe interpretarse con valores de referencia diferenciados por edad y sexo, ya que el desempeño varía considerablemente durante el crecimiento (Tomkinson et al., 2017). Por tanto, la diferencia media observada entre los grupos no permite, por sí misma, afirmar que uno de ellos presente una capacidad cardiorrespiratoria adecuada o insuficiente.

La comparación con estudios realizados en otros contextos también requiere cautela. Lamonedá et al. (2020) mostraron que el desempeño en el test de 20 m puede utilizarse para estimar la capacidad cardiorrespiratoria en adolescentes, mientras que Secchi et al. (2014) destacaron la utilidad de la batería ALPHA-Fitness para valorar componentes de la salud en la población latinoamericana. Sin embargo, los valores absolutos pueden variar según la edad, el sexo, las condiciones de aplicación, el nivel de actividad física y las características socioculturales de cada población. En consecuencia, el aporte del presente estudio se centra en la descripción de una institución educativa específica y no en la construcción de valores normativos para los escolares colombianos.

La asociación negativa entre el IMC y el $\text{VO}_2\text{máx}$. Estimado fue de magnitud moderada. Este resultado indica que los estudiantes con valores más altos de IMC tendieron a presentar valores menores de capacidad cardiorrespiratoria relativa. La dirección de esta relación coincide con lo reportado por Lobelo et al. (2009) y Ortega et al. (2008), quienes documentaron asociaciones entre la aptitud cardiorrespiratoria, la composición corporal y los marcadores de salud en adolescentes. No obstante, la correlación no demuestra que un mayor IMC cause una disminución de la capacidad cardiorrespiratoria. Además, el $\text{VO}_2\text{máx}$. Se expresa en relación con el peso corporal, de modo que el peso participa tanto en el cálculo del IMC como en la expresión relativa del consumo de oxígeno, lo que puede influir parcialmente en la magnitud de la asociación.

La relación negativa entre los pliegues cutáneos y el rendimiento cardiorrespiratorio también presentó una magnitud moderada. Este hallazgo sugiere que una mayor adiposidad subcutánea tiende a asociarse con un menor rendimiento aeróbico. Estudios como los de Pacheco et al. (2016), Correa et al. (2018) y Uscátegui et al. (2024) también han mostrado relaciones entre la composición corporal y la condición física en la población escolar colombiana. Sin embargo, la asociación encontrada debe interpretarse dentro del alcance de las variables medidas. No permite afirmar la existencia de enfermedad, alteraciones metabólicas ni riesgo cardiovascular individual, y puede estar influida por factores no evaluados, como edad, maduración, actividad física habitual y composición corporal total.

La correlación positiva entre la fuerza prensil y el salto horizontal indica que los estudiantes con mayores niveles de fuerza en los miembros superiores tienden a obtener mejores resultados en la prueba de potencia de los miembros inferiores. Ambas pruebas representan dimensiones relacionadas de la aptitud musculoesquelética, aunque evalúan manifestaciones diferentes de la fuerza. La magnitud moderada de la asociación indica que comparten parte de su variabilidad, pero no son intercambiables entre sí. Este resultado no constituye una prueba de validez convergente de la batería ALPHA-Fitness, dado que la investigación no fue diseñada para validar el instrumento ni incluyó criterios externos específicos. La validez y la confiabilidad de las pruebas de campo en jóvenes han sido examinadas mediante diseños metodológicos particulares, distintos de los utilizados en este estudio (Castro et al., 2010; Ortega et al., 2008).

En el ámbito educativo, los resultados respaldan la evaluación conjunta de la composición corporal, la fuerza muscular, la potencia de los miembros inferiores y la capacidad cardiorrespiratoria. Limitar la valoración escolar al peso o al IMC puede ocultar diferencias importantes en otros componentes de la condición física. Una evaluación periódica permitiría reconocer tendencias, orientar la planificación de las clases de educación física y valorar los cambios a lo largo del tiempo, siempre que los resultados se interpreten según la edad y el sexo y se eviten clasificaciones que puedan estigmatizar a los estudiantes.

Los antecedentes muestran que las intervenciones escolares estructuradas pueden favorecer algunos componentes de la condición física. Ardoy et al. (2011) informaron de mejoras en adolescentes tras incrementar la frecuencia e intensidad de las clases de educación física. Christodoulos et al. (2006) observaron diferencias favorables en escolares vinculados a actividades físicas organizadas, y Cortés et al. (2025) encontraron efectos positivos de un programa integral sobre la condición física, el sedentarismo

y el tiempo de pantalla. Estos resultados respaldan la pertinencia de diseñar y evaluar estrategias institucionales, pero no permiten asegurar que una intervención específica produzca los mismos efectos en la población estudiada. Para determinarlo serían necesarios estudios longitudinales o experimentales.

Las posibles acciones educativas podrían incluir el seguimiento periódico de la condición física, la incorporación progresiva de actividades aeróbicas y de fortalecimiento muscular, la adaptación de las tareas a la edad y a las capacidades de los estudiantes, y la evaluación de los cambios mediante los mismos protocolos. Las diferencias observadas entre los grupos no deben utilizarse para establecer jerarquías de rendimiento ni expectativas uniformes. Por el contrario, pueden orientar propuestas diferenciadas que amplíen las oportunidades de participación y favorezcan el desarrollo individual.

Entre las fortalezas del estudio se encuentran el tamaño de la muestra institucional, la inclusión de estudiantes de distintos grados escolares y la evaluación simultánea de componentes morfológicos, musculoesqueléticos y cardiorrespiratorios mediante una batería estructurada. Esta integración aporta información sobre el contexto escolar colombiano, en el que la evidencia disponible sigue siendo limitada. No obstante, los resultados están circunscritos a una sola institución y provienen de un muestreo no probabilístico, por lo que no pueden generalizarse a todos los escolares de Cartago, del Valle del Cauca o de Colombia.

La interpretación también se encuentra condicionada por el diseño transversal, que impide establecer relaciones causales; el amplio rango de edad; la ausencia de una medición directa de la maduración biológica; la falta de información sobre la actividad física habitual, la práctica deportiva y la alimentación; y el uso de un $\text{VO}_2\text{máx.}$ Estimado en lugar de una medición directa. A ello se suma la necesidad de considerar el efecto de la edad, la talla y el peso corporal en las comparaciones musculares. Las futuras investigaciones deberían incorporar análisis longitudinales, mediciones de la maduración, indicadores de actividad física y una mayor diversidad de instituciones educativas.

Así, los hallazgos muestran que estudiantes con valores de IMC similares pueden presentar diferencias en la adiposidad subcutánea, la fuerza, la potencia y la capacidad cardiorrespiratoria. Esta diversidad confirma la importancia de evaluar la condición física mediante varios componentes y de interpretar sus resultados con criterios ajustados a la edad y al sexo. El estudio aporta una caracterización local útil para orientar nuevas evaluaciones e intervenciones escolares, pero sus resultados deben entenderse como asociaciones propias de la población examinada y no como diagnósticos clínicos ni como conclusiones representativas de la población escolar colombiana.

Conclusiones

La aplicación de la batería ALPHA-Fitness permitió describir de manera multidimensional la condición física relacionada con la salud en los escolares evaluados. Aunque el IMC fue similar entre los grupos de sexo femenino y masculino, esta similitud no se mantuvo en los demás indicadores morfológicos ni en las pruebas de rendimiento. Las diferencias de mayor magnitud se concentraron en la fuerza prensil, el salto horizontal y el Course Navette, con valores superiores en el grupo masculino. Estos hallazgos respaldan la conveniencia de complementar los indicadores antropométricos con pruebas musculoesqueléticas y cardiorrespiratorias, en lugar de fundamentar la valoración escolar exclusivamente en el peso o el IMC (Ruiz et al., 2006; Aristizábal et al., 2023).

La magnitud de las diferencias mostró que no todos los contrastes estadísticamente significativos fueron igualmente relevantes. Mientras las diferencias en el peso y el perímetro de la cintura presentaron efectos pequeños, las observadas en la fuerza prensil, el salto horizontal y el Course Navette alcanzaron magnitudes grandes. Por tanto, la caracterización de la población debe considerar conjuntamente la significación estadística, los intervalos de confianza y los tamaños del efecto, especialmente al identificar los componentes que requieren mayor atención en el seguimiento escolar.

Las correlaciones moderadas observadas indican que los componentes de la condición física se relacionan entre sí, pero no son equivalentes ni pueden sustituirse. Los valores más altos de IMC y de pliegues cutáneos se asociaron con valores más bajos de rendimiento cardiorrespiratorio, mientras que la fuerza prensil se relacionó positivamente con el salto horizontal. Estas asociaciones evidencian la necesidad de

interpretar conjuntamente las dimensiones morfológica, musculoesquelética y cardiorrespiratoria, aunque no demuestran relaciones causales ni permiten establecer diagnósticos individuales.

En tal sentido, los resultados constituyen una referencia institucional para orientar evaluaciones periódicas y acciones educativas adaptadas a la edad y a las características de los estudiantes. Su interpretación debe limitarse a la población examinada, debido al carácter transversal del estudio, al muestreo no probabilístico, a la amplitud del rango etario y a la ausencia de mediciones de maduración biológica y de actividad física habitual, variable cuya relación con la condición física de los adolescentes colombianos ha sido señalada por Ruiz et al. (2021). En consecuencia, los hallazgos no pueden generalizarse a la población escolar colombiana en su conjunto, pero sí ofrecen una base para el seguimiento y la planificación de futuras intervenciones educativas.

Agradecimientos

Agradecemos al Colegio Ramón Martínez Benítez y a su comunidad educativa, estudiantes y profesores, por el apoyo a dicha investigación y a la Universidad del Valle por los equipos prestados.

Referencias

- Arday, D. N., Fernández, J. M., Jiménez, D., Castillo, M. J., Castro, J., Ruiz, J. R., & Ortega, F. B. (2011). Mejora de la condición física en adolescentes mediante un programa de intervención educativa: Estudio EDUFIT. *Revista Española de Cardiología*, 64(6), 484–491. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2011.01.009>
- Argimon, J. M., & Jiménez, J. (2013). *Métodos de investigación clínica y epidemiológica* (4.ª ed.). Elsevier.
- Aristizábal, J. C., Barona, J., & Estrada, A. (2023). Correlation of body mass index and waist-to-height ratio with cardiovascular risk factors in Colombian preschool and school children. *Colombia Médica*, 54(1), e2014113. <https://doi.org/10.25100/cm.v54i1.4113>
- Castro, J., Artero, E. G., España, V., Ortega, F. B., Sjöström, M., Suni, J., & Ruiz, J. R. (2010). Criterion-related validity of field-based fitness tests in youth: A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 44(13), 934–943. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2009.058321>
- Christodoulos, A. D., Flouris, A. D., & Tokmakidis, S. P. (2006). Obesity and physical fitness of pre-adolescent children during the academic year and the summer period: Effects of organized physical activity. *Journal of Child Health Care*, 10(3), 199–212. <https://doi.org/10.1177/1367493506064960>
- Correa, M., Ramírez, R., Correa, J. E., Castellanos, R. D. P., Arias, F., González, K., Carrillo, H. A., Schmidt, J., & González, E. (2018). Association of muscular fitness and body fatness with cardiometabolic risk factors: The FUPRECOL study. *Nutrients*, 10(11), 1742. <https://doi.org/10.3390/nu10111742>
- Cortés, G., Vesga, S., Hurtado, J., Gallardo, R., Páez, J., Reyes, T., & Yáñez, R. A. (2025). Efecto de un programa integral de actividad física sobre la condición física, el sedentarismo y el tiempo de pantalla en escolares. *Retos*, 63, 778–790. <https://doi.org/10.47197/retos.v63.109391>
- Fernández, A., Ramírez, C., & van der Werf, L. (2016). La valoración antropométrica en el contexto de la escuela como medida para detectar y prevenir efectos a largo plazo de la obesidad y del sobrepeso en niños en edad escolar. *Revista Colombiana de Cardiología*, 23(5), 435–442. <https://doi.org/10.1016/j.rccar.2016.06.007>
- Galindo, F., Camacho, H., & Monterrosa, A. (2023). Asociación entre niveles de actividad física autopercebida y variables sociodemográficas en escolares. *Retos*, 50, 456–463. <https://doi.org/10.47197/retos.v50.99157>
- Galindo, F., Salamanca, L. F., & García, D. M. (2025). Correlación del índice de calidad muscular y la composición corporal en escolares adolescentes colombianos. *Retos*, 67, 196–205. <https://doi.org/10.47197/retos.v67.111015>
- Galindo, F., Camacho, H., & Guzmán, J. D. (2026). Relación entre actividad física y las variables de género y edad en escolares colombianos. *Retos*, 75, 273–282. <https://doi.org/10.47197/retos.v75.114993>



- Kaufer, M., & Toussaint, G. (2008). Indicadores antropométricos para evaluar sobrepeso y obesidad en pediatría. *Boletín Médico del Hospital Infantil de México*, 65(6), 502-518. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-11462008000600009
- Lamonedá, J., Huertas, F. J., & Cadenas, C. (2020). Evaluación de la capacidad cardiorrespiratoria en estudiantes de entre 12 y 19 años de Cádiz (España): Desarrollo de una calculadora para estimar el esfuerzo y salud cardiovascular. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 15(46), 541-549. <https://doi.org/10.12800/ccd.v15i46.1645>
- Léger, 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. <https://doi.org/10.1080/02640418808729800>
- Lobelo, F., Pate, R. R., Dowda, M., Liese, A. D., & Ruiz, J. R. (2009). Validity of cardiorespiratory fitness criterion-referenced standards for adolescents. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(6), 1222-1229. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318195d491>
- Marrodán, M. D., Romero, J. F., Moreno, S., Mesa, M. S., Cabañas, M. D., Pacheco, J. L., & González, M. (2009). Dinamometría en niños y jóvenes de entre 6 y 18 años: Valores de referencia, asociación con tamaño y composición corporal. *Anales de Pediatría*, 70(4), 340-348. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2008.11.025>
- Ministerio de Salud. (1993, 4 de octubre). *Resolución 8430 de 1993, por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud*. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/RESOLUCION-8430-DE-1993.PDF>
- Niño, G. I., Herrera, E., & Gamboa, E. M. (2022). Fuerza prensil y composición corporal en escolares colombianos: Estudio piloto. *Salud UIS*, 55, e23013. <https://doi.org/10.18273/saluduis.55.e:23013>
- Onis, M. de, Onyango, A. W., Borghi, E., Siyam, A., Nishida, C., & Siekmann, J. (2007). Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organization*, 85(9), 660-667. <https://doi.org/10.2471/BLT.07.043497>
- Ortega, F. B., Artero, E. G., Ruiz, J. R., Vicente, G., Bergman, P., Hagströmer, M., Ottevaere, C., Nagy, E., Konsta, O., Rey, J. P., Polito, A., Dietrich, S., Plada, M., Béghin, L., Manios, Y., Sjöström, M., & Castillo, M. J. (2008a). Reliability of health-related physical fitness tests in European adolescents: The HELENA study. *International Journal of Obesity*, 32(S5), S49-S57. <https://doi.org/10.1038/ijo.2008.183>
- Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Castillo, M. J., & Sjöström, M. (2008b). Physical fitness in childhood and adolescence: A powerful marker of health. *International Journal of Obesity*, 32(1), 1-11. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803774>
- Pacheco, J. D., Ramírez, R., & Correa, J. E. (2016). Índice general de fuerza y adiposidad como medida de la condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes de Bogotá, Colombia: Estudio FUPRECOL. *Nutrición Hospitalaria*, 33(3), 556-564. <https://doi.org/10.20960/nh.261>
- Ruiz, E. J., Sánchez, I. A., Rincón, A. D., Sánchez, N. D., Mendoza, D., & Lozano, S. (2021). Niveles de actividad física en adolescentes de Colombia. *Revista Iberoamericana de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 10(3), 78-98. <https://doi.org/10.24310/riccafd.2021.v10i3.12533>
- Ruiz, J. R., Castro, J., España, V., Artero, E. G., Ortega, F. B., Cuenca, M. M., Jiménez, D., Chillón, P., Girela, M. J., Mora, J., Gutiérrez, A., Suni, J., Sjöström, M., & Castillo, M. J. (2011a). Field-based fitness assessment in young people: The ALPHA health-related fitness test battery for children and adolescents. *British Journal of Sports Medicine*, 45(6), 518-524. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2010.075341>
- Ruiz, J. R., España, V., Castro, J., Artero, E. G., Ortega, F. B., Cuenca, M. M., Jiménez, D., Chillón, P., Girela, M. J., Mora, J., Gutiérrez, A., Suni, J., Sjöström, M., & Castillo, M. J. (2011b). Batería ALPHA-Fitness: Test de campo para la evaluación de la condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes. *Nutrición Hospitalaria*, 26(6), 1210-1214. <https://doi.org/10.3305/nh.2011.26.6.5270>
- Ruiz, J. R., Ortega, F. B., Gutiérrez, A., Meusel, D., Sjöström, M., & Castillo, M. J. (2006). Health-related fitness assessment in childhood and adolescence: A European approach based on the AVENA, EYHS and HELENA studies. *Journal of Public Health*, 14(5), 269-277. <https://doi.org/10.1007/s10389-006-0059-z>



- Secchi, J. D., García, G. C., España, V., & Castro, J. (2014). Physical fitness and future cardiovascular risk in Argentine children and adolescents: An introduction to the ALPHA test battery. *Archivos Argentinos de Pediatría*, 112(2), 132–140. <https://doi.org/10.1590/S0325-00752014000200005>
- Tomkinson, G. R., Lang, J. J., Tremblay, M. S., Dale, M., LeBlanc, A. G., Belanger, K., Ortega, F. B., & Léger, L. (2017). International normative 20 m shuttle run values from 1,142,026 children and youth representing 50 countries. *British Journal of Sports Medicine*, 51(21), 1545–1554. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-095987>
- Uscategui, A. J., Hernández, S. J., & Herrera, W. G. (2024). El estado de la condición física y de composición corporal en escolares colombianos de 11 a 17 años. *Retos*, 51, 1536–1542. <https://doi.org/10.47197/retos.v51.99877>
- World Medical Association. (2013). World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA*, 310(20), 2191–2194. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053>

Datos de los/as autores/as y traductor/a:

Cesar Augusto Jaramillo Franco	cjaramillo@iermb.edu.co	Autor/a
Janeth Granados Niño	maria.granados@correounivalle.edu.co	Autor/a
Jessica Cardona	Jessicacardona@iermb.edu.co	Autor/a
Juan Guillermo Betancourt	Juan.betancourt.lemos@correounivalle.edu.co	Autor/a
Miguel Andrés González	mgonzalez@iermb.edu.co	Autor/a
Juan Guillermo Betancourt	jbetancourt@iermb.edu.co	Traductor/a

