

ARTÍCULO ORIGINAL

Composición corporal y condición física de escolares colombianos de educación secundaria y media de Ibagué

Constanza Palomino-Devia¹, José Antonio González-Jurado², Carlos Alberto Ramos-Parraci¹

¹ Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia

² Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad Pablo de Olavide, Sevilla, España

Introducción. La composición corporal y otros componentes de la condición física han demostrado ser importantes indicadores de la condición de salud.

Objetivo. Analizar la composición corporal y la condición física de escolares colombianos de educación secundaria y media de las instituciones oficiales de Ibagué, estudiar las diferencias por sexo y edad, y establecer la correlación entre algunas variables.

Materiales y métodos. Participaron 1.253 estudiantes (601 hombres y 652 mujeres), con un rango de edad entre los 10 y los 20 años. Se aplicaron las pruebas físicas de la batería *ALPHA-Fitness* en su versión extendida. Se evaluó el índice de masa corporal (IMC), el perímetro de la cintura y el porcentaje de grasa.

Resultados. Se encontraron diferencias por sexo en las variables estudiadas, con mayor IMC y porcentaje de grasa en las mujeres que en los hombres (20,6 Vs. 19,4 kg/m² y 26,1 Vs. 16,8 %, respectivamente); sin embargo, el perímetro de cintura fue mayor en los hombres (69,6 cm Vs. 67,9 cm), aunque ellos registraron mejor rendimiento en el resto de pruebas físicas ($p < 0,05$). En ambos sexos la edad se asoció con aumentos del IMC ($p < 0,05$) y, en las mujeres, con el porcentaje de grasa ($p < 0,05$), lo que no ocurrió en los hombres, en quienes la edad se asoció inversamente con la grasa corporal ($p < 0,05$). En el resto de las pruebas físicas, la edad se asoció positivamente con el rendimiento en ambos sexos, excepto en el consumo máximo de oxígeno (VO₂ máx). Se hallaron correlaciones entre algunas de las variables estudiadas.

Conclusiones. La adiposidad fue significativamente mayor en las mujeres que en los hombres ($p < 0,05$). Los hombres tuvieron mejores niveles de capacidad aeróbica, musculoesquelética y motora.

Palabras clave: índice de masa corporal; adiposidad; distribución por edad y sexo; prueba de esfuerzo; aptitud física; composición corporal.

doi: <https://doi.org/10.7705/biomedica.v34i2.3455>

Body composition and physical fitness in Colombian high school students from Ibagué

Introduction: Body composition and other components of physical fitness have proved to be important markers of health condition.

Objective: To analyze body composition and physical fitness in Colombian students from public high schools of Ibagué, as well as to study differences between sexes and age groups, and establish correlations between some of the variables.

Materials and methods: The sample consisted of 1,253 students (601 males; 652 females), with an age range of 10-20 years. The *ALPHA-Fitness* test (extended version) was applied. Body Mass Index (BMI), waist circumference and fat percentage were assessed.

Results: Differences between sexes were found in the variables studied, with greater BMI and fat percentage among females (20.6 kg/m² vs. 19.4 kg/m² and 26.1% vs. 16.8%, respectively); however, waist circumference was greater in males (69.6 cm vs. 67.9 cm), who also showed better fitness in the rest of the physical tests ($p < 0.05$). In both sexes, age was associated to increases in BMI ($p < 0.05$), and among females to fat percentage as well ($p < 0.05$); among males it was the opposite, as in them, age was inversely associated to fat percentage ($p < 0.05$). For the rest of the physical tests, age was positively associated to fitness both in men and women, except for maximal oxygen uptake (VO₂ max). Correlations were found between some of the variables studied.

Conclusions: Adiposity was significantly greater in females than in males ($p < 0.05$). Males showed better levels of aerobic, musculoskeletal and motor capacities.

Key words: Body mass index; adiposity; age and sex distribution; exercise test; physical fitness; body composition.

doi: <https://doi.org/10.7705/biomedica.v34i2.3455>

Contribución de los autores:

Constanza Palomino-Devia: trabajo de campo

Todos los autores participaron en todas las fases del desarrollo de este trabajo: concepción y diseño; revisión y búsqueda bibliográfica; tabulación; análisis e interpretación de los datos; redacción y revisión crítica del manuscrito, y aprobación de su versión final.

La búsqueda, difusión y desarrollo de alternativas para disminuir la obesidad en los niños representa un gran desafío. La práctica de ejercicio una vez por semana y un programa nutricional de calidad rigurosamente observado garantizan la eficacia de las intervenciones para el mejoramiento de la composición corporal (1).

La fase final de la infancia es un período crítico en los niños para la aparición y detección de la obesidad, en tanto que, en las niñas, esa fase final es crítica para detectar la obesidad y determinar su incidencia. En este sentido, es necesario considerar las diferencias entre sexos y su importancia en el diseño de programas para el mejoramiento de la composición corporal de los niños (2).

Por otro lado, las autoridades de salud pública y educación han expresado su preocupación con respecto a la obesidad como problema de salud pública, por lo cual un diagnóstico adecuado del sobrepeso y la obesidad es indispensable para obtener los indicadores antropométricos relacionados con la obesidad (3).

En este orden de ideas, el sector educativo y el de salud deberían convertirse en garantes de la promoción, la divulgación y el fomento de programas que incentiven el ejercicio físico como máximo agente promotor de la condición física y el mejoramiento de la salud y la composición corporal, así como de prevención de posibles trastornos (4).

En el contexto educativo, se ha comprobado que el sedentarismo aumenta con la edad, especialmente entre las mujeres, en quienes se observa el abandono de la práctica del ejercicio físico y la renuencia a participar en la clase de educación física (4).

En las Islas Canarias, por ejemplo, los adolescentes han expresado poco interés por la práctica de ejercicio físico matutino, frente a lo cual se decidió aumentar el tiempo efectivo de la clase de educación física en el horario escolar, así como promover actividades físicas y deportivas extracurriculares, y poner en práctica programas permanentes para modificar la disposición juvenil frente al efecto del ejercicio físico (5).

Correspondencia:

Constanza Palomino, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad del Tolima, Barrio Santa Helena, parte alta, Ibagué, Colombia

Teléfono: (578) 277 1212, extensiones 9738 y 9744
cpalominod@ut.edu.co

Recibido: 25/07/16; aceptado: 24/11/16

La escuela, entonces, se convierte en un espacio alternativo para divulgar entre los estudiantes la importancia del deporte y el ejercicio físico, como medios efectivos de prevención de la enfermedad y de promoción de un estilo de vida saludable (6).

En este contexto, mediante el conjunto de pruebas de la batería *ALPHA-Fitness* es posible determinar el índice general de salud cardiovascular en niños entre los 10 y los 12 años de edad, lo cual es un punto de partida veraz y efectivo para establecer marcadores y determinar patrones de condición física (7).

En este sentido, se viene adelantando un trabajo para establecer factores de comparación, registro y evaluación de la práctica de ejercicio físico y la condición física en jóvenes, y para establecer asociaciones (8). Es obvio que los jóvenes con poca inclinación a la práctica de ejercicio físico presentan un peor estado físico, y que ello se relaciona, a su vez, con cambios hormonales, emocionales y de comportamiento (4).

En consecuencia, el objetivo de este estudio fue analizar la composición corporal y la condición física en escolares colombianos de educación secundaria y media de las instituciones oficiales de Ibagué, departamento del Tolima, determinar las diferencias por sexo y edad, y establecer correlaciones entre algunas variables.

Materiales y métodos

Se hizo un estudio descriptivo transversal de 1.253 estudiantes sanos (48 % hombres, 52 % mujeres) entre los 10 y los 20 años de edad ($14,62 \pm 2,01$) matriculados en los grados sexto a once en las instituciones educativas oficiales de Ibagué. Los grupos en cada centro se seleccionaron mediante un muestreo aleatorio estratificado con un error muestral de 0,03 % y un intervalo de confianza de 95 %. La condición física se evaluó mediante las pruebas incluidas en la batería *ALPHA-Fitness*.

Consideraciones éticas

Se solicitó el consentimiento informado a los tutores legales de los participantes y se observaron escrupulosamente los principios de la declaración de Helsinki vigente (9). El estudio fue aprobado por el Comité Ético de la Universidad Pablo de Olavide de Sevilla.

Prueba de Course-Navette

La prueba de Course-Navette, o test de Léger, se utiliza para estimar de forma indirecta el consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx) para valorar

la aptitud cardiorrespiratoria. La prueba ha sido descrita y validada en varias publicaciones (10-14). El consumo máximo de oxígeno fue estimado mediante la siguiente ecuación:

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

donde V corresponde a la velocidad máxima alcanzada y, E, a la edad del sujeto.

Prueba de salto horizontal

Esta prueba, con la cual se evalúa la fuerza explosiva de los miembros inferiores, se utilizó para medir la longitud del salto con una cinta métrica en mm.

Prueba de velocidad y agilidad 4 x 10 m

Con esta prueba se evaluaron la velocidad de movimiento, la agilidad y la coordinación. Los tiempos se registraron mediante dos células fotoeléctricas (Microgate®, Italia) (15).

Prueba de fuerza de presión manual

Esta sirve para medir la fuerza isométrica del tren superior; se utilizó el dinamómetro de mano Jamar Digital® (0-90KG), cuya asa se ajustó según el tamaño de la mano.

Las medidas antropométricas fueron tomadas por el autor principal y un ayudante, ambos con acreditación de nivel 1, siguiendo las indicaciones de la *International Society for the Advancement of Kinanthropometric* (ISAK). Se tomaron las siguientes medidas: masa corporal (kg), estatura (m), perímetro de la cintura (cm) y dos pliegues cutáneos (subescapular y tríceps). El porcentaje de grasa se estimó con las siguientes ecuaciones (16).

Para la estimación de la masa grasa (%) en niñas:

$$\text{masa grasa (\%)} = 1,33 (\text{tríceps} + \text{subescapular}) - 0,013 (\text{tríceps} + \text{subescapular})^2 - 2,5.$$

En niñas, cuando los pliegues del tríceps más el subescapular eran de más de 35 mm: masa grasa (%) = 0,546 (tríceps + subescapular) + 9,7.

En niños en edad prepuberal (estadio 1 en la escala de Tanner): masa grasa (%) = 1,21 (tríceps + subescapular) - 0,008 (tríceps + subescapular)² - 1,7.

En niños en edad puberal (estadios 2, 3 y 4 en la escala de Tanner): masa grasa (%) = 1,21 (tríceps + subescapular) - 0,008 (tríceps + subescapular)² - 3,4.

En niños en edad postpuberal (estadio 5 en la escala de Tanner): masa grasa (%) = 1,21 (tríceps + subescapular) - 0,008 (tríceps + subescapular)² - 5,5.

En niños, cuando el tríceps más el subescapular eran de más de 35 mm: masa grasa (%) = 0,783 (tríceps + subescapular) + 1,7.

El índice de masa corporal se obtuvo mediante la ecuación masa (kg)/talla (m²). Para la masa corporal, se utilizó la báscula FitScan Body Monitor® (BF-679F); la estatura se tomó con un tallímetro en mm. La medición del perímetro y los pliegues se hizo con un pliómetro (*Slim Guide*) y una cinta métrica (cinta BMI Vv4).

Se hizo el análisis descriptivo de los datos con el paquete estadístico IBM SPSS®, versión 23, y se obtuvo la media o la desviación o error estándar, según el caso, diferenciado por grupo de edad y sexo. Los intervalos de confianza de las medias fueron de 95 % como indicadores de la fiabilidad de las mediciones. Para las comparaciones entre grupos, se usó un modelo lineal general multivariante. La significación estadística se estableció con un valor de $p < 0,05$. Para la comparación de medias del IMC, el porcentaje de grasa, el perímetro de cintura, la dinamometría derecha, la dinamometría izquierda, la velocidad, el salto horizontal y el VO_2 máx (variables dependientes) por grupos de edad (variable independiente) diferenciados por sexo, se efectuó el análisis de varianza (ANOVA) de un factor.

En cuanto a las comparaciones *a posteriori*, se emplearon la prueba de Tukey (asumiendo varianzas iguales) y la prueba de Games-Howell (sin asumirlas), seleccionadas con base en el valor del nivel crítico obtenido en la prueba de Levene sobre homogeneidad de varianzas. Los grupos se designaron de la "a" a la "f".

Para comprobar la existencia de diferencias entre las medias de las variables analizadas, se utilizó la prueba t de Student para dos muestras independientes. Por último, para determinar la relación entre las variables de condición física y adiposidad, se empleó el coeficiente de correlación de Pearson (r).

Resultados

En el cuadro 1 se presentan los valores promedios y las diferencias por sexo para las medidas estudiadas de la condición física. Las mujeres presentaron valores significativamente más elevados que los hombres en el índice de masa corporal (20,6 kg/m² frente a 19,4 kg/m²) y el porcentaje de grasa (26,1 frente a 16,8 %). En cuanto al perímetro de cintura, los hombres obtuvieron valores más altos (69,7 cm frente 67,9 cm) ($p < 0,05$) y, además,

alcanzaron mejores niveles de capacidad aeróbica, musculoesquelética y motora, con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

En el cuadro 2 se comparan los resultados de los grupos de edad por sexo. El grupo de hombres de mayor edad (17 a 20 años) obtuvo mejores resultados en el porcentaje de grasa y en todas las variables de condición física, excepto en la capacidad motora y aeróbica, variable en la que se registraron los peores resultados de los cuatro grupos de edad. En todos los grupos de edad de hombres y mujeres, se registraron diferencias en la mayoría de las variables al comparar por pares. En cuanto a la capacidad motora, no se observaron

diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en ninguno de los grupos de hombres, pero sí en el grupo de mujeres de 13 a 14 años (cuadro 2).

Por otro lado, entre los grupos de edad de las mujeres hubo diferencias significativas en las variables indicadoras de la condición física ($p < 0,05$). En términos relativos, la capacidad aeróbica del grupo de menor edad (10 a 12 años) fue significativamente mayor que la del resto de grupos (41,6 ml/kg/minuto) ($p < 0,05$). En las mujeres se observó que, a mayor edad, menor era el consumo máximo de oxígeno (de 13 a 14 años: 37,8 ml/kg/minuto; de 15 a 16 años: 33,9 ml/kg/minuto, y de 17 a 20 años: 31,0 ml/kg/minuto).

Cuadro 1. Niveles de adiposidad y condición física, comparación por sexo

	Todos (n=1253)		Mujeres (n=652)		Hombres (n=601)		p*	Eta ² parcial
	$\bar{X} \pm DE$	IC _{95%} [‡]	$\bar{X} \pm DE$	IC _{95%} [‡]	$\bar{X} \pm DE$	IC _{95%} [‡]		
IMC §	20,0 ± 3,3	19,8- 20,2	20,6 ± 3,4	20,3- 20,8	19,4 ± 3,0	19,2- 19,7	0,000	0,030
% de grasa	21,6 ± 9,0	21,1- 22,1	26,1 ± 7,8	25,5- 26,7	16,8 ± 7,6	16,2- 17,4	0,000	0,266
Cintura (cm)	68,8 ± 7,9	68,3- 69,2	67,9 ± 7,7	67,3- 68,5	69,7 ± 8,0	69,0- 70,3	0,000	0,013
Din der (kg) ^ω	26,0 ± 10,0	25,4- 26,5	21,8 ± 6,7	21,2- 22,3	30,5 ± 10,9	29,7- 31,4	0,000	0,193
Din izq (kg) ^ω	23,7 ± 9,4	23,1- 24,2	19,7 ± 6,3	19,2- 20,2	28,0 ± 10,3	27,1- 28,8	0,000	0,192
Velocidad (s)	12,7 ± 1,9	12,6- 12,8	12,9 ± 1,9	12,8- 13,1	12,5 ± 2,0	12,4- 12,7	0,000	0,010
Salto (cm)	153,6 ± 36,6	151,5-155,6	133,1 ± 25,5	131,2-135,1	175,8 ± 33,9	173,1-178,5	0,000	0,339
VO ₂ máx [¶]	38,2 ± 7,7	37,8- 38,6	36,0 ± 6,5	35,5- 36,5	40,6 ± 8,2	40,0- 41,3	0,000	0,090

*: nivel de significación entre promedios por sexo en el análisis multivariante

‡: media ± desviación estándar e intervalo de confianza de 95 %; §: índice de masa corporal; ^ω: dinamometría derecha o dinamometría izquierda;

¶: consumo máximo de oxígeno estimado (ml/kg/minuto); Eta²: tamaño del efecto

Cuadro 2. Comparación entre grupos de edad (años)* diferenciados por sexo

Hombres	10-12 (n=96)		13-14 (n=167)		15-16 (n=222)		17-20 (n=116)		p
	$\bar{X} \pm DE$	IC _{95%} [‡]	$\bar{X} \pm DE$	IC _{95%} [‡]	$\bar{X} \pm DE$	IC _{95%} [‡]	$\bar{X} \pm DE$	IC _{95%} [‡]	
IMC §	17,9 ± 2,8 ^{a,b,c}	17,4- 18,5	19,0 ± 2,9 ^{a,d,e}	18,6-19,5	19,8 ± 3,1 ^{b,d}	19,4- 20,2	20,4 ± 2,4 ^{c,e}	20,0- 20,9	0,001
% de grasa	19,6 ± 8,7 ^{a,b}	17,8- 21,4	17,7 ± 7,7 ^c	16,5-18,9	15,8 ± 7,1 ^a	14,9- 16,8	14,9 ± 6,2 ^{b,c}	13,8- 16,1	0,001
Cintura (cm)	66,5 ± 10,4 ^{a,b}	64,4- 68,6	68,2 ± 7,4 ^{c,d}	67,1-69,3	71,0 ± 7,6 ^{a,c}	70,0- 72,0	72,0 ± 5,7 ^{b,d}	70,9- 73,0	0,001
Din der (kg) ^ω	18,9 ± 5,4 ^{a,b,c}	17,8- 20,0	27,6 ± 8,7 ^{a,d,e}	26,2-28,9	34,3 ± 9,3 ^{b,d}	33,0- 35,5	37,3 ± 10,8 ^{a,e}	35,3- 39,3	0,001
Din Izq (kg) ^ω	17,7 ± 5,5 ^{a,b,c}	16,6- 18,8	25,8 ± 8,9 ^{a,d,e}	24,4-27,1	30,6 ± 9,0 ^{b,d,f}	29,4- 31,8	34,5 ± 10,5 ^{c,e,f}	32,6- 36,5	0,001
Velocidad (s)	12,9 ± 2,1	12,5- 13,3	12,5 ± 1,8	12,3-12,8	12,3 ± 1,9	12,0- 12,5	12,7 ± 2,3	12,3- 13,1	0,001
Salto (cm)	150,1 ± 22,6 ^{a,b,c}	145,5-154,7	164,2 ± 31,5 ^{a,d,e}	159,3-169,0	181,8 ± 29,3 ^{b,d,f}	177,9-185,7	202,2 ± 30,9 ^{c,e,f}	196,5-207,9	0,001
VO ₂ máx [¶]	41,6 ± 4,9	40,6- 42,6	41,5 ± 8,9	40,2-42,9	39,9 ± 8,1	38,9- 41,0	39,7 ± 9,4	38,0- 41,5	0,001

Mujeres	10-12 (n=125)		13-14 (n=168)		15-16 (n=266)		17-20 (n=93)		p
	$\bar{X} \pm ES$	IC _{95%} [‡]	$\bar{X} \pm ES$	IC _{95%} [‡]	$\bar{X} \pm ES$	IC _{95%} [‡]	$\bar{X} \pm ES$	IC _{95%} [‡]	
IMC §	18,8 ± 3,1 ^{a,b,c}	18,2- 19,7	20,5 ± 3,3 ^a	20,0- 21,0	21,1 ± 3,3 ^b	20,7- 21,5	21,5 ± 3,5 ^c	20,7- 22,2	0,001
% de grasa	22,6 ± 6,3 ^{a,b,c}	21,5- 23,7	26,2 ± 7,9 ^a	25,0- 27,4	26,7 ± 7,7 ^b	25,8- 27,7	28,4 ± 8,4 ^c	26,7- 30,2	0,001
Cintura (cm)	63,9 ± 7,4 ^{a,b,c}	62,6- 65,3	68,3 ± 7,5 ^a	67,1- 69,4	68,7 ± 7,1 ^b	67,9- 69,6	70,4 ± 8,4 ^c	68,6- 72,1	0,001
Din der (kg) ^ω	16,8 ± 4,2 ^{a,b,c}	16,1- 17,6	22,3 ± 5,7 ^a	21,4- 23,2	23,1 ± 6,3 ^b	23,3- 23,8	23,8 ± 9,2 ^c	21,9- 25,7	0,001
Din izq (kg) ^ω	15,3 ± 4,6 ^{a,b,c}	14,7- 16,3	20,5 ± 5,4 ^a	19,7- 21,4	20,3 ± 5,6 ^b	19,6- 21,0	22,1 ± 8,5 ^c	20,4- 23,9	0,001
Velocidad (s)	13,3 ± 1,8 ^{a,b}	13,0- 13,7	12,9 ± 2,1	12,6- 13,3	12,8 ± 1,8 ^a	12,6- 13,0	12,6 ± 1,7 ^b	12,3- 13,0	0,001
Salto (cm)	127,2 ± 23,0 ^a	123,1-131,3	135,8 ± 26,4 ^a	131,8-139,8	133,2 ± 26,4	130,0-136,4	136,0 ± 23,2	131,3-140,8	0,001
VO ₂ máx [¶]	41,6 ± 4,4 ^{a,b,c}	40,8- 42,3	37,8 ± 6,3 ^{a,d,e}	36,5- 38,8	33,9 ± 5,2 ^{b,d,f}	33,3- 34,5	31,0 ± 6,5 ^{c,e,f}	29,7- 32,3	0,001

‡: media ± desviación estándar e intervalo de confianza de 95 %; §: índice de masa corporal; ^ω: dinamometría derecha o dinamometría izquierda;

¶: consumo máximo de oxígeno (ml/kg/minuto); a^{-f}: grupos entre los que se hallaron diferencias estadísticamente significativas con la prueba de Tukey y la de Games-Howell

Al igual que en los hombres, en las mujeres el IMC fue aumentando con la edad, registrándose en el grupo de 17 a 20 años el mayor valor (21,5 kg/m²). En cuanto al porcentaje de grasa, se observó una tendencia contraria en los hombres con respecto a la edad; así, el grupo de más edad registró 28,4 % frente a 22,6 % en el grupo más joven.

En el cuadro 3 se comparan las diferencias de las medias entre sexos y para cada grupo de edad. Con dichos datos se determinaron las diferencias estadísticamente significativas en cuanto al porcentaje de grasa ($p < 0,05$) entre hombres y mujeres, en los grupos de edad de 13 a 20 años y de 10 a 12 años, siendo mayor el nivel de adiposidad en las mujeres en todos los grupos de edad. También, se apreció que esta diferencia entre sexos aumentó con la edad y fue de 3,0 % en el grupo de 10 a 12 años, hasta alcanzar 13,5 % en el grupo de 17 a 20 años.

Con respecto al IMC, se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre sexos en todos los grupos de edad ($p < 0,05$), siendo siempre mayores los valores en las mujeres de todos los grupos de edad. Con respecto al perímetro de cintura, se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre sexos en los grupos de edad de 10 a 12 años y de 15 a 16 años ($p < 0,05$), siendo mayor el perímetro de cintura en los hombres en todos los grupos de edad.

En cuanto a la condición física, se encontraron diferencias significativas entre hombres y mujeres en todos los grupos de edad y en todas las variables, excepto en la velocidad en los grupos de 10 a 12 años ($p = 0,072$), de 13 a 14 años ($p = 0,061$) y de 17 a 20 años ($p = 0,791$), y en el VO₂ máx en el grupo de edad de 10 a 12 años ($p > 0,05$). Salvo en la velocidad en los grupos de 17 a 20 años y el VO₂ máx en los de 10 a 12 años, los rendimientos

registrados en las pruebas físicas fueron mejores en los hombres que en las mujeres en todos los grupos de edad (cuadro 3). Asimismo, se observó que estas diferencias en la condición física (dinamometría y salto horizontal) entre los sexos aumentaron con la edad.

En el cuadro 4 se observa que, utilizando el coeficiente de Pearson, se encontró una correlación media positiva entre el IMC y el porcentaje de grasa ($r = 0,55$; $p = 0,000$), y entre el índice de masa corporal y el perímetro de cintura ($r = 0,73$; $p = 0,000$), así como una correlación positiva entre la fuerza de la dinamometría derecha y la dinamometría izquierda ($r = 0,91$; $p = 0,000$), la cual aumentó de manera proporcional en cada variable. En el caso del porcentaje de grasa y el salto horizontal, se evidenció una correlación negativa media ($r = -0,51$; $p = 0,000$), es decir, a mayor porcentaje de grasa, menor longitud en el salto horizontal. En cuanto a los niveles críticos (significativos) de las variables mencionadas, se encontró una asociación lineal (significativos: 0,000). Por otra parte, la velocidad no se correlacionó con el IMB ($p = 0,09$), el VO₂ máx ($p = 0,40$), ni con el porcentaje de grasa ($p = 0,34$).

Discusión

El análisis de los resultados permitió determinar la adiposidad y la condición física de los estudiantes de educación secundaria y media de Ibagué, así como las diferencias entre sexos y grupos de edad, y las correlaciones entre las variables.

Los valores de IMC y el porcentaje de grasa coincidieron, por ejemplo, con los de un estudio en el que se compararon hombres y mujeres de 12 a 17 años, y en el que se encontró mayor adiposidad en las mujeres que en los hombres (17); asimismo, en otro estudio los resultados reportados fueron similares en cuanto al peso y el porcentaje de grasa (18).

Cuadro 3. Comparación de las diferencias de las medias entre sexos en cada grupo de edad

	10-12 años (n=221)			13-14 años (n=335)			15-16 años (n=488)			17-20 años (n=209)		
	D \bar{X} \pm EE	IC _{95%} [§]	p*	D \bar{X} \pm EE	IC _{95%} [§]	p*	D \bar{X} \pm EE	IC _{95%} [§]	p*	D \bar{X} \pm EE	IC _{95%} [§]	p*
IMC [§]	0,9 \pm 0,4	0,06-1,7	0,034	1,4 \pm 0,3	0,7-2,1	0,000	1,3 \pm 0,3	0,7-1,9	0,000	1,0 \pm 0,4	0,2-1,9	0,013
% de grasa	3,0 \pm 1,00	1,0-5,0	0,003	8,5 \pm 0,8	6,7-10,2	0,000	10,9 \pm 0,7	9,6-12,2	0,000	13,5 \pm 1,0	11,5-15,5	0,000
Cintura (cm)	-2,5 \pm 1,2	-4,9-(-0,2)	0,035	0,08 \pm 0,8	-1,5-1,7	0,917	-2,3 \pm 0,7	-3,6-(-1,0)	0,001	-1,6 \pm 1,0	-3,5-0,3	0,105
Din der (kg) ^ω	-2,1 \pm 0,6	(-3,4)-(-0,8)	0,001	-5,3 \pm 0,8	-6,9-(-3,7)	0,000	-11,2 \pm 0,7	-12,6-(-9,8)	0,000	-13,5 \pm 1,4	-16,3-(-10,8)	0,000
Din izq (kg) ^ω	-2,1 \pm 0,7	-3,5-(-0,8)	0,002	-5,2 \pm 0,8	-6,8-(-3,6)	0,000	-10,3 \pm 0,7	-11,6-(-9,0)	0,000	-12,4 \pm 1,3	-15,1-(-9,8)	0,000
Velocidad (s)	0,5 \pm 0,2	-0,04-1,0	0,072	0,4 \pm 0,2	-0,01-0,8	0,061	0,5 \pm 0,2	0,2-0,9	0,002	-0,08 \pm 0,3	-0,6-0,5	0,791
Salto (cm)	-22,9 \pm 3,1	-29,0-(-16,8)	0,000	-28,3 \pm 3,1	-34,6-(-22,1)	0,000	-48,6 \pm 2,5	-53,6-(-43,6)	0,000	-66,2 \pm 3,9	-73,8-(-58,6)	0,000
VO ₂ Máx [†]	-0,003 \pm 0,6	-1,3-1,2	0,964	-3,7 \pm 0,8	-5,4-(-2,1)	0,000	-6,0 \pm 0,6	-7,2-(-4,8)	0,000	-8,7 \pm 1,1	-11,0-(-6,5)	0,000

§: diferencias de medias \pm error estándar e intervalo de confianza de 95 %; §: índice de masa corporal; ω: dinamometría derecha o dinamometría izquierda; †: consumo máximo de oxígeno (ml/kg/minutos)

Cuadro 4. Correlaciones entre variables

		IMC §	% de grasa	Cintura (cm)	Velocidad (s)	Din der (kg) ω	Din izq (kg) ω	Salto (cm)	VO ₂ máx ¶
IMC §	<i>r</i> [*]	1	0,550**	0,734**	-0,047	0,209**	0,214**	-0,107**	-0,203**
	Sig.		0,000	0,000	0,096	0,000	0,000	0,000	0,000
% de grasa	<i>r</i> [*]	0,550**	1	0,401**	0,027	-0,254**	-0,224**	-0,511**	-0,372**
	Sig.	0,000		0,000	0,343	0,000	0,000	0,000	0,000
Cintura (cm)	<i>r</i> [*]	0,734**	0,401**	1	-0,056*	0,335**	0,348**	0,084**	-0,087**
	Sig.	0,000	0,000		0,046	0,000	0,000	0,003	0,002
Velocidad (s)	<i>r</i> [*]	-0,047	0,027	-0,056*	1	-0,070*	-0,071*	-0,084**	-0,024
	Sig.	0,096	0,343	0,046		0,014	0,012	0,003	0,405
Din der (kg) ω	<i>r</i> [*]	0,209**	-0,254**	0,335**	-0,070*	1	0,912**	0,518**	0,086**
	Sig.	0,000	0,000	0,000	0,014		0,000	0,000	0,002
Din izq (kg) ω	<i>r</i> [*]	0,214**	-0,224**	0,348**	-0,071*	0,912**	1	0,488**	0,088**
	Sig.	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000		0,000	0,002
Salto (cm)	<i>r</i> [*]	-0,107**	-0,511**	0,084**	-0,084**	0,518**	0,488**	1	0,348**
	Sig.	0,000	0,000	0,003	0,003	0,000	0,000		0,000
VO ₂ máx¶	<i>r</i> [*]	-0,203**	-0,372**	-0,087**	-0,024	0,086**	0,088**	0,348**	1
	Sig.	0,000	0,000	0,002	0,405	0,002	0,002	0,000	

Ж: correlación de Pearson; **: la correlación es significativa a un nivel de 0,01 (bilateral); *: la correlación es significativa a un nivel de 0,05 (bilateral); §: índice de masa corporal; ω: dinamometría derecha o dinamometría izquierda; ¶: consumo máximo de oxígeno (ml/kg/minuto); Sig.: nivel de significación

En un estudio reciente llevado a cabo en adolescentes brasileños de ambos sexos con una media de edad de 12,8 años, se encontró un IMC más alto que el registrado en este estudio; debe anotarse, además, que el número de participantes en los dos estudios fue similar: 1.081 en Brasil y 1.253 en Colombia (19). Por otro lado, en un estudio realizado en 1.348 adolescentes daneses entre los 11 y los 14 años, los resultados del IMC fueron muy similares en hombres y mujeres de la misma edad, sin embargo, el perímetro de la cintura fue menor que el del grupo de adolescentes evaluados en el estudio mencionado (20).

En otro estudio de 72 escolares de 10 a 12 años, se encontraron un IMC y un porcentaje de grasa más altos que los del presente estudio (7), y en uno con 697 estudiantes de 12 a 19 años en Río de Janeiro, el IMC de hombres y mujeres fue más alto en comparación con los datos del presente estudio, en tanto que el porcentaje de grasa y el perímetro de cintura fueron menores tanto en hombres como en mujeres (21). De la misma manera, el IMC fue semejante en una investigación en la que se evaluaron 195 adolescentes de 14 a 18 años (22).

En cuanto a las variables relacionadas con el rendimiento físico, también se han hallado diferencias entre los sexos, obteniéndose mayores niveles en los chicos que en las chicas en el salto horizontal, la velocidad de carrera y la potencia aeróbica, resultados que no son de extrañar, pues habitualmente los chicos suelen mostrar mejor rendimiento en las pruebas relacionadas con la potencia muscular o aeróbica, como se comprobó en un estudio llevado

a cabo en jóvenes entre los 10 y los 18 años, en el cual los varones registraron valores mayores de VO₂ máx (11). Estos resultados coinciden con los de otros estudios (23,24).

En el presente estudio, se encontró que en los hombres, el IMC aumentó con la edad, en tanto que el porcentaje de grasa disminuyó significativamente. En la potencia aeróbica, en cambio, se evidenció un comportamiento contrario, pues el grupo de mayor edad obtuvo los valores más bajos, con diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de 13 a 14 años, de 15 a 16 y de 17 a 20. En un estudio similar, el VO₂ máx mostró una evolución con la edad diferente a la de este estudio (25), pero es importante aclarar que se utilizó otra prueba.

En otro estudio de 264 adolescentes españoles, se evidenciaron mejores resultados en el VO₂ máx y el salto horizontal (8); en las mujeres, la única cualidad condicional en la que se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de edad fue en la potencia aeróbica, siendo el grupo más joven el que registró los mejores resultados; además, se apreció claramente la tendencia a registrar un menor VO₂ máx a medida que aumentaba la edad. En un estudio publicado en el 2014, se reportó que esta cualidad mejoraba con la edad, sin embargo, la edad y el número de participantes fue significativamente menor que en el presente trabajo (26).

En cuanto a los indicadores de adiposidad, se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre las mujeres según la edad, ya que

cuanto más jóvenes eran, menor fue el IMC, lo cual coincide con lo reportado en otras investigaciones llevadas a cabo en mujeres jóvenes (27). Si bien el IMC tuvo el mismo comportamiento en ellas que en los hombres, el porcentaje de grasa evolucionó en sentido contrario al de los hombres, es decir, fue mayor en las mujeres de más edad, resultados que coinciden con los de este estudio (28).

En los resultados se puede apreciar que los niveles de adiposidad de los chicos fueron menores que los de las chicas en todos los grupos de edad, es decir, el IMC y el porcentaje de grasa en ellos fueron menores que en ellas, lo cual coincide con lo reportado en los estudios llevados a cabo en muestras de adolescentes de 10 a 12 años (3) y de 10 a 17 años (29). En cuanto al porcentaje de grasa, estas diferencias entre sexos tienden a ser mayores a medida que aumenta la edad (10-12 años: 3,0%; 13-14 años: 8,5%; 15-16 años: 10,9%, y 17-20 años: 13,5%), siendo estadísticamente significativas en todos los grupos de edad ($p < 0,05$). En un estudio llevado a cabo en adolescentes brasileños, también se reportaron diferencias relevantes entre chicos y chicas en la suma de pliegues subcutáneos (19).

En cuanto a la condición física, los hombres presentaron mejores resultados en todas las variables condicionales y en todos los grupos de edad, excepto en la velocidad en el grupo de 17 a 20 años; se hallaron notables diferencias significativas en la velocidad de desplazamiento, el salto horizontal y la capacidad aeróbica ($p < 0,05$).

En conclusión, al comparar entre sexos, los resultados indicaron que las mujeres tuvieron un mayor porcentaje de grasa y una menor capacidad aeróbica, musculoesquelética y motora que los hombres.

Otra variable que se debe considerar es la evolución con respecto a la edad y por sexos, pues, a mayor edad, mayor fue el grado de desarrollo de la condición física en los hombres y en las mujeres, excepto en el VO_2 máx. También, se pudo comprobar que los porcentajes de grasa variaron: en las mujeres aumentaron con la edad, en tanto que en los hombres tendieron a disminuir a medida que aumentaba la edad.

Se puede concluir que la condición física en los hombres fue mejor que en las mujeres, independientemente del grupo etario. Los índices de porcentaje de grasa en las mujeres superaron los de los hombres, y lo contrario se observó en el IMC, el cual tendió a ser igual en los diversos grupos de edad.

Conflicto de intereses

Los autores manifiestan no haber tenido ningún conflicto de intereses en ninguna de las fases de este estudio.

Financiación

El estudio no requirió financiamiento.

Referencias

1. **Brandão de Albuquerque Filho NJ, Mendes Rebouças G, Ferreira Matos VA, Clemente de Mello Salgueiro C, Knackfuss MI, Jefferson de Medeiros H.** Effect of concurrent training on body composition and lipid profile in overweight adolescents. *J Exerc Physiol Online*. 2014;17:34-44.
2. **Leitão R, Rodrigues LP, Neves L, Carvalho GS.** Changes in adiposity status from childhood to adolescence: A 6-year longitudinal study in Portuguese boys and girls. *Ann Hum Biol*. 2011;38:520-8. <https://doi.org/10.3109/03014460.2011.571220>
3. **Padilla J.** Relación del índice de masa corporal y el porcentaje de grasa corporal en jóvenes venezolanos. *Revista Iberoamericana de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*. 2014;3:27-33.
4. **Burlò LM, Soler EI.** Relación entre hábitos de práctica deportiva y condición física en adolescentes de Galicia. *Apunts: Educació Física Esports*. 2012;107:24-34. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2012/1\).107.02](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2012/1).107.02)
5. **Valdivielso MN, García RO, Hernández MN, López EL, Ojeda EB, Caballero JA.** Compromiso de los adolescentes de Canarias con un estilo de vida físicamente activo y saludable. *Retos*. 2012;21:30-3.
6. **Vašíčková J, Górna-Lukasik K, Groffik D, Frömel K, Skalík K, Svozil Z, et al.** Knowledge in adolescent girls and boys related to physically active and healthy lifestyle. *Acta Univ Palacki Olomuc Gymn*. 2012;42:27-33. <https://doi.org/10.5507/ag.2012.003>
7. **Mayorga-Vega D, Merino-Marbán R, Rodríguez-Fernández E.** Relación entre la capacidad cardiorespiratoria y el rendimiento en los tests de condición física relacionada con la salud incluidos en la batería ALPHA en niños de 10-12 años. *Cultura, Ciencia y Deporte*. 2013;22:41-7. <https://doi.org/10.12800/ccd.v8i22.222>
8. **Becerra CA, Reigal RE, Hernández-Mendo A, Martín-Tamayo I.** Relaciones de la condición física y la composición corporal con la autopercepción de salud. *Rev Int Cienc Deporte*. 2013;9:305-18. <https://doi.org/10.5232/ricyde2013.03401>
9. **Ruggiero M.** Declaración de Helsinki, principios y valores bioéticos en juego en la investigación médica con seres humanos. *Revista Colombiana de Bioética*. 2011;6:125-44.
10. **Liu NY, Plowman SA, Looney MA.** The reliability and validity of the 20-meter shuttle test in American students 12 to 15 years old. *Res Q Exerc Sport*. 1992;63:360-5. <https://doi.org/10.1080/02701367.1992.10608757>
11. **Silva G, Oliveira NL, Aires L, Mota J, Oliveira J, Ribeiro JC.** Calculation and validation of models for estimating VO_2 max from the 20-m shuttle run test in children and adolescents. *Archives of Exercise in Health & Disease*. 2012;3:145-52.

12. **Batista MB, Cyrino ES, Arruda M, Dourado AC, Coelho-E-Silva MJ, Ohara D, et al.** Validity of equations for estimating VO₂ peak from the 20-M shuttle run test in adolescents aged 11-13 years. *J Strength Cond Res.* 2013;27:2774-81. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3182815724>
13. **Ernesto C, Martins da Silva F, Pereira LA, De Melo GF.** Cross validation of different equations to predict aerobic fitness by the shuttle run 20 meters test in Brazilian students. *J Exerc Physiol Online.* 2015;18:46-55.
14. **Ruiz JR, Silva G, Oliveira N, Ribeiro JC, Oliveira JF, Mota J.** Criterion-related validity of the 20-m shuttle run test in youths aged 13-19 years. *J Sports Sci.* 2009;27:899-906. <https://doi.org/10.1080/02640410902902835>
15. **Ruiz J, España V, Castro J, Artero E, Ortega F, Jiménez D, et al.** Batería ALPHA-Fitness: test de campo para la evaluación de la condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes. *Nutr Hosp.* 2011;26:1210-4.
16. **Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, van Loan MD, et al.** Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol.* 1998;60:709-23.
17. **Belarmino Dantas MG, De Oliveira Morais PA, Da Silva TFA, Carvalho FO, Schwingel PA.** Association between indicators of corporal adiposity and cardiovascular risk factors among Brazilian adolescents. *J Exerc Physiol Online.* 2013;16:69-78.
18. **Ureña-Bonilla P, Blanco-Romero L, Salas-Cabrera J.** Calidad de vida, indicadores antropométricos y satisfacción corporal en un grupo de jóvenes colegiales. *Retos.* 2015; 27:62-6.
19. **Silva DA, Teixeira DM, De Oliveira G, Petroski EL, De Farias JM.** La condición física aeróbica en adolescentes del sur de Brasil: asociación con aspectos sociodemográficos, estilo de vida y el estado nutricional. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte.* 2016;9:17-22.
20. **Christiansen LB, Toftager M, Boyle E, Kristensen PL, Troelsen J.** Effect of a school environment intervention on adolescent adiposity and physical fitness. *Scand J Med Sci Sports.* 2013;23:381-9. <https://doi.org/10.1111/sms.12088>
21. **Schultz-Straatmann V, Veiga GV.** Cardiorespiratory fitness, physical activity, and indicators of adiposity in Brazilian adolescents. *Human Movement.* 2015;16:64-70. <https://doi.org/10.1515/humo-2015-0028>
22. **Dowd K, Hannigan A, Purtil H, Macken AP, Harrington D, Kelly SM, et al.** The development of activity profiles in adolescent females and their association with adiposity. *Pediatr Exerc Sci.* 2016;28:109-16. <https://doi.org/10.1123/pes.2015-0081>
23. **Black NE, Vehrs PR, Fellingham GW, George JD, Hager R.** Prediction of VO max in children and adolescents using exercise testing and physical activity questionnaire data. *Res Q Exerc Sport.* 2016;87:89-100. <https://doi.org/10.1080/02701367.2015.1124969>
24. **Grao-Cruces A, Nuviala A, Fernández-Martínez A.** Valoración del programa Escuelas Deportivas: composición corporal, actividad física y capacidad aeróbica en adolescentes. *Retos.* 2015;27:105-8.
25. **Domínguez-Montes JA, Sánchez-Medina U, Rodríguez-Rosell D, González-Badillo JJ.** Variables antropométricas y de rendimiento físico en niños y niñas de 10-15 años de edad. *RETOS. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación.* 2015;27:86-92.
26. **Torres-Luque G, Carpio E, Sánchez AL, Zagalaz-Sánchez ML.** Niveles de condición física de escolares de educación primaria en relación a su nivel de actividad física y al género. *Retos.* 2014;25:18-22.
27. **Puterman E, Prather AA, Epel ES, Loharuka S, Adler NE, Laraia B, et al.** Exercise mitigates cumulative associations between stress and BMI in girls age 10 to 19. *Health Psychol.* 2015;35:191-4. <https://doi.org/10.1037/hea0000258>
28. **Chortane SG, Saad HB, Ounls OB, Zouhal H, Gazzah M, Tabka Z.** Masa libre de gordura de niños saludables norteafricanos con 8-16 años de edad. *Fitness & Performance Journal.* 2009;4:237-46. <https://doi.org/10.3900/fpj.8.4.237.s>
29. **Minatto G, Petroski EL, Silva DA.** Aptitud física relacionada con la salud en adolescentes brasileños de una pequeña ciudad de colonización germánica. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte.* 2016;9:67-74.