

Biomédica 2016;36:343-53
doi: <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v36i3.3148>

ARTÍCULO ORIGINAL

Análisis de la adiposidad y la condición física en escolares colombianos

Constanza Palomino-Devia¹, Fernando Manuel Otero-Saborido², José Antonio González-Jurado²

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. El índice de masa corporal y la condición física son indicadores de un estilo de vida saludable.

Objetivo. Analizar el grado de adiposidad y la condición física en estudiantes de instituciones educativas públicas de Armenia, Colombia, y estudiar las diferencias por sexo y edad.

Materiales y métodos. Participaron 1.150 estudiantes, de los cuales 46,6 % eran de sexo masculino (n=536) y 53,4 % (n=614) de sexo femenino; el rango de edad fue de 10 a 20 años (15,45 ± 2,52). Las pruebas de condición física usadas fueron el test de Course-Navette, el de salto horizontal, el de la carrera de 20 m y el de Wills y Dillon. También, se evaluaron el índice de masa corporal y el porcentaje de grasa.

Resultados. En comparación con los hombres, las mujeres tenían mayor adiposidad, índice de masa corporal (20,4 Vs. 19,5) y porcentaje de grasa (23 Vs. 11 %). En cuanto a la condición física, los hombres registraron un mejor rendimiento en todas las variables estudiadas, con diferencias significativas (p<0,001), excepto en la flexibilidad, en la que las mujeres alcanzaron mejores resultados (3,1 Vs. 1,3 cm; p=0,003). En ambos sexos, el índice de masa corporal aumentó con la edad (p<0,001); en los hombres, el porcentaje de grasa disminuyó con la edad (p<0,0001) y en las mujeres aumentó (p<0,001). La condición física de los hombres mejoró con la edad en todas las variables, mientras que en las mujeres no hubo diferencias significativas entre los grupos de edad, salvo en el consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}) (p<0,001).

Conclusión. La adiposidad fue significativamente mayor en las mujeres que en los hombres. Los hombres tuvieron una mejor condición física en todas las variables, excepto en la flexibilidad. En los hombres la condición física mejoró significativamente con la edad, en tanto que en las mujeres no cambió.

Palabras clave: composición corporal, índice de masa corporal, consumo de oxígeno, actividad motora, sexo, grupos de edad.

doi: <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v36i3.3148>

Analysis of adiposity and physical fitness in young Colombian students

Introduction: Body mass index and physical fitness are important markers of a healthy life style.

Objective: To analyze adiposity and physical fitness in young students from public schools in Armenia, Colombia, and examine differences between sex and age groups.

Materials and methods: We analyzed 1,150 students: 46.6% (n=536) males and 53.4% (n=614) females, with an age range of 10 to 20 years (15.45 ± 2.52). Physical fitness was evaluated by the Course-Navette test, the Horizontal Jump test, the 20-meter run test and the Sit-and-Reach test. Body mass index and body fat were also assessed.

Results: Compared with males, females had significantly higher adiposity levels, body mass index (20.4 vs. 19.5) and body fat (23% vs. 11%). Males had higher levels of physical fitness in all the variables analyzed, with statistically significant differences (p<0.001), except in flexibility, where females achieved better results (3.1cm vs. 1.3cm; p=0.003). In both sexes, body mass index increased with age (p<0.001). However, body fat decreased with age in males (p<0.001) and increased in females (p<0.001). In males, physical fitness improved with age in all variables. In females, no significant differences were found between age groups except in the maximal oxygen uptake (VO_{2max}, p<0.001).

Contribución de los autores:

Constanza Palomino-Devia: trabajo de campo

Ambos autores participaron en la concepción y el diseño, la revisión y la búsqueda bibliográfica, la tabulación, el análisis y la interpretación de los datos, la redacción y la revisión crítica del manuscrito, y la aprobación de su versión final.

Conclusion: Adiposity was significantly higher in women than in men. Males had a better level of physical fitness than females, except in flexibility. Physical fitness improved significantly with age in males, but did not change in females.

Key words: Body composition, body mass index, oxygen consumption, motor activity, sex, age groups.
doi: <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v36i3.3148>

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la obesidad como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud y debe tratarse como una enfermedad crónica, la cual es el resultado de la combinación de factores biológicos, genéticos y ambientales (1). El aumento de la obesidad infantil responde a los hábitos alimentarios y a un estilo de vida que la fomenta, pues los niños no practican regularmente ejercicio físico y le roban horas al sueño para dedicarlas al ocio pasivo; estos hábitos forman parte de los estilos de vida predominantes en la actualidad (2). Asimismo, el entorno de los adolescentes, en el cual el comportamiento sedentario no encuentra oposición en los padres, es determinante en el aumento de la obesidad en los jóvenes (3). Los hábitos de vida inculcados en edades tempranas marcan y establecen patrones de comportamiento en la vida adulta, incluso en lo relacionado con el nivel y la cantidad de ejercicio físico (4).

Las estrategias para combatir los hábitos contrarios a una vida saludable incluyen la promoción de la participación en programas de ejercicio físico regular, en condiciones programadas y sujetas a evaluación, cuyo objetivo es mantener el peso dentro de los niveles deseables, prevenir y tratar el sobrepeso, y garantizar una mejor calidad de vida con base en hábitos saludables (5-8). Las acciones encaminadas a disminuir los hábitos sedentarios incluyen tanto los aspectos prácticos como los teóricos. En la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional (ENSIN) de 2010 en Colombia, se evidenció que uno de cada dos colombianos presentaba exceso de peso y que estas cifras habían aumentado en los últimos cinco años, pasando de 45,9 % en 2005 a 51,2 % en 2010. También, se encontró que el peso corporal

era mayor en las mujeres que en los hombres, así como una mayor prevalencia de sobrepeso en las zonas urbanas (9).

En un estudio de población adulta recientemente publicado en Colombia, en el cual se hizo un análisis secundario de la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional, 2005-2010, se señalaron las desigualdades en la práctica de actividad física durante el tiempo libre y como medio de transporte, según el sexo y el nivel socioeconómico. Además, se determinó que la edad, la escolaridad y la ocupación eran factores asociados a la actividad física en el tiempo libre tanto en hombres como en mujeres, y se concluyó que las bajas prevalencias de cumplimiento de las recomendaciones sobre actividad física en el tiempo libre en las mujeres y en las personas de menor nivel socioeconómico eran preocupantes (10). En una reciente investigación llevada a cabo con niños y jóvenes colombianos, se informó sobre la importancia de hacer mediciones fiables de las cualidades determinantes de la condición física relacionadas con la salud (11). En este sentido, también se ha demostrado en los niños y adolescentes colombianos la asociación entre una menor fuerza muscular y el deterioro en el bienestar físico, lo cual permitió sugerir la inclusión de la evaluación de la fuerza muscular, además de la determinación de los factores de riesgo usuales, en la prevención y el tratamiento de las enfermedades no transmisibles en el contexto escolar, así como en los programas que promueven hábitos de vida saludable (12).

La condición física incluye múltiples dimensiones y componentes, como la aptitud cardiorrespiratoria y la fuerza muscular, las cuales se consideran indicadores muy claros de la salud de niños y adolescentes (13). Una mala condición física suele tener, entre otras consecuencias, la aparición de sobrepeso en niños y jóvenes como resultado de un aumento en el uso de las tecnologías que potencian el sedentarismo, la falta de ejercicio y la disminución de la calidad del sueño (14,15).

En diversos estudios epidemiológicos se ha demostrado que el ejercicio físico evita la mortalidad prematura y que, por ende, las personas físicamente activas viven más tiempo que las sedentarias, por

Correspondencia:

José Antonio González-Jurado, Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad Pablo de Olavide, Carretera Sevilla-Utrera km 1, C.P. 41013, Sevilla, España
Teléfono: (0034) 651 517 571; fax: 954 348 377
jagonjur@upo.es

Recibido: 30/11/15; aceptado: 10/03/16

lo cual el ejercicio físico practicado de forma regular se considera un componente importante del estilo de vida saludable (16,17).

Igualmente, en varias revisiones sistemáticas se ha señalado la necesidad de desarrollar políticas que fomenten el ejercicio físico, con el objetivo de aumentar la masa libre de grasa, mantener un peso corporal saludable y prevenir enfermedades en niños y jóvenes (18,19). A pesar de los avances en la divulgación de información y de las campañas y políticas públicas de prevención de la obesidad y de promoción de estilos de vida saludables y activos, en la sociedad actual se evidencia una elevada inactividad física, que ya se considera un problema de salud pública a escala global y que se perfila como el mayor del siglo XXI (20-22).

La inactividad física y la obesidad aumentan la morbilidad de muchas enfermedades cuyo tratamiento tiene costos elevados, entre ellas la diabetes de tipo 2, el accidente cerebrovascular, la enfermedad isquémica del corazón y la depresión, así como las caídas y las fracturas de cadera. No es de extrañar que la inactividad física, además de una gran carga para la salud, entrañe también una carga en términos de su costo económico directo e indirecto, que difícilmente pueden asumir los sistemas de salud (21-24). En este sentido, algunos autores defienden que en futuros estudios se deben emplear diseños metodológicos óptimos para explorar mejor las respuestas en torno a “cuándo”, “dónde”, “por qué” y “cómo” los costos de la asistencia a la población obesa se acumulan, con el fin de facilitar las intervenciones en salud y política social (25).

En estudios recientes se ha evidenciado la asociación entre la condición física y la salud de los jóvenes. Se ha demostrado que la mejoría en la capacidad cardiorrespiratoria reduce el riesgo de padecer sobrepeso u obesidad durante la pubertad (26). Asimismo, se ha informado de una asociación inversa entre la fuerza muscular y la adiposidad total y central, y entre las enfermedades cardiovasculares y los factores de riesgos metabólicos en niños y jóvenes (27).

En diversos estudios se ha reportado cómo la medición de la composición corporal mediante el método de compartimentos y el índice de masa corporal de una población, permiten conocer su estado nutricional y su estructura morfológica (28). Así, para evaluar el grado de adiposidad en niños de países de bajos recursos, se emplean medidas

antropométricas como la talla, el peso y los pliegues cutáneos (29). Concretamente, el porcentaje de grasa y su distribución se pueden determinar a partir de la estimación de los principales depósitos de grasa en el tejido adiposo subcutáneo, utilizando los métodos antropométricos tradicionales, es decir, el espesor de los pliegues cutáneos como el del tríceps y el subscapular (30).

El principal objetivo de este trabajo fue analizar la adiposidad y la condición física de los estudiantes de las instituciones educativas públicas de Armenia (Colombia), así como examinar la existencia de diferencias entre sexos y grupos de edad.

Materiales y métodos

Se hizo un estudio descriptivo transversal con una población de 1.150 estudiantes de los grados 6 a 11 de instituciones educativas públicas en Armenia. Los participantes no presentaban problemas físicos; 46,6 % de ellos eran de sexo masculino (n=536) y 53,39 %, de sexo femenino (n=614), y sus edades fluctuaban entre los 10 y los 20 años ($15,45 \pm 2,52$).

Se hizo un muestreo probabilístico por conglomerados. Según Hernández, *et al.* (31), en este tipo de muestreo se debe diferenciar entre la unidad de análisis y la unidad muestral, ya que la primera indica cuáles son los sujetos en quienes se usará el instrumento de medición y la segunda se refiere al conglomerado en el cual se inscriben dichos sujetos. La selección se llevó a cabo en dos etapas con procedimientos probabilísticos. En una primera etapa se seleccionaron los conglomerados siguiendo los mismos pasos que se dan en la selección de una muestra aleatoria simple o estratificada, y en la segunda etapa se seleccionaron los sujetos que se iban a incluir en los conglomerados. Con este procedimiento se garantizó que todos los elementos del conglomerado tuvieran la misma probabilidad de ser seleccionados. Finalmente, el muestreo se obtuvo con un error menor del 3 % y un intervalo de confianza del 95 %.

Se solicitó la firma del consentimiento informado a los tutores legales de los participantes. El estudio cumplió con los requisitos de la Declaración de Helsinki, así como con los requisitos éticos de la investigación en seres humanos adoptados por el Gobierno de Colombia (32), y fue aprobado por el Comité Ético de la Universidad Pablo de Olavide de Sevilla.

Todos las pruebas estuvieron a cargo del mismo investigador, y se hicieron con los mismos instrumentos y en horario escolar. Las pruebas de evaluación de la condición física se describen a continuación.

Test de Course-Navette

El cálculo indirecto del consumo máximo de oxígeno ($VO_{2m\acute{a}x}$) se hace con esta prueba, la cual es parte del conjunto de pruebas Eurofit (1993), empleadas para valorar la aptitud cardiorrespiratoria. Este test es de incrementos y continuo (sin pausas) y de aceleración y desaceleración (ir y volver), y ha sido validado y descrito en varias publicaciones (33-38). Consiste en correr el mayor tiempo posible en doble sentido (ida y vuelta) y entre dos líneas separadas por 20 m, a un ritmo impuesto por una señal sonora. Las primeras etapas se corren a velocidad baja y tienen como objetivo familiarizarse con el test y entrar en calor. El sujeto debe detenerse detrás de la línea de 20 m, en el momento justo en que se emite la señal sonora. La prueba finaliza cuando el sujeto se detiene por fatiga, o cuando por dos ocasiones consecutivas no logra parar detrás de la línea en el momento de la señal sonora. A cada evaluador se le asignaron 10 sujetos. La velocidad alcanzada en la última etapa completa se consideró como la velocidad final alcanzada. La velocidad inicial de 8,5 km/hora se incrementó en 0,5 km/hora cada minuto. En este estudio se hizo un único intento y se usó la siguiente ecuación, donde V corresponde a la velocidad máxima alcanzada y E a la edad del sujeto: VO_2 (ml/kg/minuto) = $31,025 + (3,238 \times V) - (3,248 \times E) + (0,1536 \times V \times E)$.

Test del salto horizontal

Este test, que también es parte del conjunto Eurofit (1993), se utilizó para valorar la fuerza explosiva de los miembros inferiores. Se hizo sobre una alfombra de caucho señalada con una línea de partida. Para la medición se utilizó una cinta métrica en milímetros. Se le indicó a los participantes que se ubicaran detrás de la línea de partida sin tocarla, flexionaran las rodillas, balancearan los brazos hacia adelante y saltaran con los dos pies unidos, estirándose lo máximo posible en el aire. La distancia obtenida se registró midiendo desde la línea de partida hasta el talón del pie más atrasado. Si la persona se caía o resbalaba después del primer contacto, la prueba se repetía. Se registraron dos intentos y se tomó el mejor resultado.

Carrera de 20 metros planos

En esta prueba se evalúa la máxima velocidad de desplazamiento. Los tiempos se midieron mediante dos células fotoeléctricas (*Microgate®*, Italy). Cada persona debía colocarse en posición detrás de la línea de salida frente al primer haz de células y empezar la carrera a máxima velocidad, hasta sobrepasar el segundo haz de células fotoeléctricas. Se registraron dos intentos con cinco minutos de recuperación entre uno y otro, y se registró el mejor tiempo de los dos.

Prueba de sentarse y alcanzar

En esta prueba se evalúa la extensibilidad de la musculatura isquiosural. Los participantes debían llevar ropa deportiva y estar descalzos. Al comienzo de la prueba se sentaban con las piernas y los brazos extendidos sobre una superficie marcada con una regla, y frente a la caja dispuesta para tal fin. A continuación, debían flexionar el tronco hacia adelante lenta y progresivamente para llegar lo más lejos posible y permanecer inmóviles durante, al menos, dos segundos. El valor cero correspondió al punto en el cual la persona alcanzaba los dedos de sus pies con las manos. Cada participante ejecutó esta acción dos veces, con un minuto de intervalo, y se registró la puntuación promedio. Esta prueba ha demostrado confiabilidad y validez en población joven (39).

Las medidas antropométricas tomadas incluyeron la masa corporal (kg), la estatura (m), el perímetro del brazo (cm) y tres pliegues cutáneos (subescapular, tríceps y pierna media). El porcentaje de grasa se estimó utilizando los pliegues del tríceps y la pierna media, mediante las siguientes ecuaciones (40): porcentaje de grasa = $0,735 \times (\text{suma de pliegues}) + 1$, en hombres, y porcentaje de grasa = $0,610 \times (\text{suma de pliegues}) + 5,0$, en mujeres.

El índice de masa corporal se obtuvo mediante la siguiente ecuación: masa (kg)/talla (m^2). La masa corporal se pesó en una báscula *Fitscan Body Monitor* (BF-679F) y la estatura se midió con un tallímetro en milímetros. Para la medición del perímetro y los pliegues, se utilizaron un plicómetro (*Slim Guide*) y una cinta métrica (Cinta Bmi Vv4). Todas las medidas antropométricas fueron tomadas por el mismo investigador y en las mismas condiciones, según los protocolos internacionales para la valoración antropométrica de la *International Society for the Advancement of Kinanthropometry* (ISAK) (41).

Los datos se analizaron con el paquete estadístico IBM-SPSS®, versión 20.

Para el análisis descriptivo se calcularon la media y la desviación o error estándar, según el grupo de edad y el sexo. Se obtuvieron los intervalos de confianza de 95 % de las medias para verificar la confiabilidad de las mediciones. Para comparar las diferencias entre grupos, se utilizó un modelo de regresión lineal múltiple. Para discriminar las diferencias entre los grupos de edad distribuidos en pares, se hicieron ajustes con el método de Bonferroni. Para analizar la magnitud de las diferencias entre hombres y mujeres, se calculó el tamaño del efecto de las diferencias entre medias mediante la prueba parcial de eta al cuadrado. La significación estadística se estableció con un valor de p menor de 0,05.

Resultados

En el cuadro 1 se presentan los resultados de toda la muestra y las comparaciones por sexo. Las mujeres presentaron valores significativamente mayores que los hombres en las variables relacionadas con la adiposidad, es decir, el índice de masa corporal (20,4 frente a 19,5 kg/m²) y el porcentaje de grasa (23 % frente a 11 %). En las variables relacionadas con la condición física, los hombres registraron puntuaciones más altas en todas las variables analizadas, con diferencias estadísticamente significativas (p<0,001), excepto en la prueba de flexibilidad, en la cual las mujeres obtuvieron mejores resultados (3,1 frente a 1,3), también con diferencias significativas (p=0,003).

En el cuadro 2 se comparan los resultados entre los cuatro grupos de edad y según el sexo; se calculó el valor de p para la comparación general. Cuando se hallaron diferencias significativas (p<0,05) entre los

cuatro grupos en alguna variable, se compararon todos con todos y por pares, haciendo ajuste mediante el método de Bonferroni, con el cual se pueden establecer dichas diferencias de forma exacta. En la comparación pareada (cuadro 2), los grupos de edad con diferencias estadísticamente significativas aparecen con la misma letra en superíndice en la variable correspondiente.

En la comparación por pares, el grupo de hombres de menor edad (10 a 12 años) presentó más diferencias en cuanto al índice de masa corporal, la velocidad y el salto, comparado con el resto de los grupos de edad. En cuanto a la flexibilidad y el porcentaje de grasa, el grupo de hombres de menor edad registró diferencias con respecto a los dos grupos mayores (15 a 16 años y 17 a 20 años), pero no con el grupo de 13 a 14 años.

En cuanto al sentido de estas diferencias, el grupo de hombres de mayor edad (17 a 20 años) obtuvo mejores resultados en todas las variables de condición física, excepto en el VO_{2max}¹, en el cual registró los peores resultados de los cuatro grupos de edad. El VO_{2max} fue significativamente menor en el grupo de 17 a 20 años, que en los dos grupos de edad intermedia (13 a 14 años y 15 a 16 años) (cuadro 2).

En las mujeres no se registraron diferencias significativas entre los grupos de edad en cuanto a la condición física, la flexibilidad, la velocidad y el salto (p>0,05 en todas ellas, salvo en el VO_{2max}: p<0,001). A diferencia de lo hallado en los hombres, el grupo de menor edad sí presentó diferencias significativas en el consumo máximo de oxígeno, el cual fue mayor que en el resto de grupos (39,8 ml/kg/minuto). En las mujeres se observó que, a mayor edad, menor era el consumo máximo de oxígeno.

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

	Todos (n=1.150)		Mujeres (n=614)		Hombres (n=536)		p*	Eta ² parcial
	$\bar{X} \pm DE$	IC _{95%}	$\bar{X} \pm DE$	IC _{95%}	$\bar{X} \pm DE$	IC _{95%}		
IMC	19,9 ± 3,2	19,8 - 20,1	20,4 ± 3,3	20,1 - 20,6	19,5 ± 3,1	19,2 - 19,8	0,000	0,015
Porcentaje de grasa	17,9 ± 9,5	17,4 - 18,5	23,9 ± 6,5	23,4 - 24,5	11,1 ± 7,5	10,5 - 11,7	0,000	0,432
Flexibilidad (cm)	2,3 ± 7,8	1,8 - 2,7	3,1 ± 7,9	2,5 - 3,7	1,3 ± 7,4	0,7 - 1,9	0,003	0,008
Velocidad (s)	4,5 ± 0,7	4,4 - 4,5	4,8 ± 0,7	4,8 - 4,9	4,1 ± 0,48	4,02 - 4,12	0,000	0,294
Salto (cm)	150 ± 34,1	148 - 152	129,2 ± 22,8	127,2 - 131,3	173,8 ± 28,8	171,6 - 175,9	0,000	0,455
VO _{2max} [†]	39,5 ± 7,8	39,1 - 39,9	36 ± 6,2	35,5 - 36,5	43,6 ± 7,5	43,03 - 44,2	0,000	0,217

*Modelo lineal de múltiples variables. Nivel de significación entre promedios por sexo ajustado mediante el método de Bonferroni

$\bar{X} \pm DE$: media ± desviación estándar

IMC: índice de masa corporal

VO_{2max}: consumo máximo de oxígeno (ml/kg/minuto)

Eta² parcial: tamaño del efecto

Al igual que en los hombres, el índice de masa corporal aumentó con la edad: el grupo de 17 a 20 años registró un índice mayor (21,9). En cuanto al porcentaje de grasa, en las mujeres se observó una tendencia contraria a los hombres dependiente de la edad, pues el grupo de más edad registró 25,7 % y, el grupo más joven, 21,5 %.

En el cuadro 3 se presenta la comparación de las diferencias de las medias entre sexos en cada grupo de edad. En el porcentaje de grasa se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres en todos los grupos

de edad ($p < 0,001$), siendo mayor el grado de adiposidad en las mujeres en todos los grupos de edad. También, se observó que esta diferencia entre sexos aumentó con la edad, así, en el grupo de 10 a 12 años fue de -9,1, y aumentó hasta llegar a -16,9 en el grupo de 17 a 20 años.

Con respecto al índice de masa corporal, se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre los sexos en los dos grupos de edad más jóvenes, siendo siempre mayores los valores de dicho índice en las mujeres en todos los grupos de edad.

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

Hombres	10-12 (n=139)		13-14 (n=194)		15-16 (n=144)		17-20 (n=59)		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	18,2 ± 0,3 ^{abc}	17,7 - 18,7	19,4 ± 0,2 ^{ade}	18,9 - 19,8	20,3 ± 0,3 ^{bd}	19,8 - 20,8	21,1 ± 0,4 ^{cd}	20,2 - 21,7	0,000
Porcentaje de grasa	12,5 ± 0,6 ^{ab}	11,3 - 13,6	12,1 ± 0,5 ^{cd}	11 - 12,9	9,6 ± 0,6 ^{ac}	8,4 - 10,7	8,8 ± 0,9 ^{bd}	7,1 - 10,6	0,000
Flexibilidad (cm)	-0,3 ± 0,7 ^{ab}	-1,5 - 1,0	1,01 ± 0,6	-0,5 - 2,1	2,5 ± 0,6 ^a	1,2 - 3,7	3,4 ± 1,1 ^b	1,4 - 5,3	0,004
Velocidad (s)	4,4 ± 0,1 ^{abc}	4,3 - 4,5	4,01 ± 0,1 ^a	3,9 - 4,1	3,9 ± 0,1 ^b	3,8 - 4,01	3,9 ± 0,1 ^c	3,7 - 4,1	0,000
Salto (cm)	149 ± 2,1 ^{abc}	146 - 153	172 ± 1,7 ^{ade}	169 - 175	192 ± 1,9 ^{bd}	187 - 195	194 ± 3,1 ^{cd}	188 - 200	0,000
VO ₂ max ^f	43,3 ± 0	42,2 - 44,4	44,1 ± 0,5 ^a	43,1 - 44,9	44,4 ± 0,5 ^b	43,3 - 45,4	41,2 ± 0,8 ^{ab}	39,5 - 42,8	0,011

Mujeres	10-12 (n=146)		13-14 (n=209)		15-16 (n=200)		17-20 (n=59)		p
	$\bar{X} \pm ES$	IC _{95%} ^y	$\bar{X} \pm ES$	IC _{95%} ^y	$\bar{X} \pm ES$	IC _{95%} ^y	$\bar{X} \pm ES$	IC _{95%} ^y	
IMC ^s	19,1 ± 0,3 ^{abc}	18,5 - 19,5	20,4 ± 0,2 ^{ad}	19,9 - 20,8	20,9 ± 0,2 ^b	20,5 - 21,4	21,9 ± 0,4 ^{cd}	21,1 - 22,7	0,000
Porcentaje de grasa	21,5 ± 0,6 ^{abc}	20,4 - 22,6	24,1 ± 0,5 ^a	23,1 - 25,0	25 ± 0,5 ^b	24,0 - 25,9	25,7 ± 0,9 ^c	23,9 - 27,5	0,000
Flexibilidad (cm)	2,1 ± 0,6	0,8 - 3,3	3,7 ± 0,5	2,6 - 4,7	2,9 ± 0,5	1,9 - 4,01	4,1 ± 1,1	2,1 - 5,9	0,198
Velocidad (s)	4,9 ± 0,1	4,8 - 4,9	4,8 ± 0,01	4,7 - 4,9	4,8 ± 0,1	4,8 - 4,9	4,9 ± 0,1	4,8 - 5,01	0,205
Salto (cm)	126 ± 1,9	122 - 130	129 ± 1,6	125 - 132	131 ± 1,6	128 - 134	132 ± 3	126 - 138	0,183
VO ₂ max ^f	39,8 ± 0,5 ^{abc}	38,8 - 40,9	36,5 ± 0,5 ^{ade}	35,6 - 37,3	33,9 ± 0,5 ^{bd}	34,8 - 31,9	32 ± 0,8 ^{cd}	30,3 - 33,6	0,000

*Modelo lineal general, factor del grupo de edad; $p < 0,05$ indica que hubo diferencias significativas al comparar los promedios de los cuatro grupos de edad. Comparaciones por pares (dos a dos) ajustadas mediante el método de Bonferroni: el mismo superíndice en dos grupos de edad indica diferencias significativas entre esos dos grupos.

^y $\bar{X} \pm ES$: media ± error estándar; IMC: índice de masa corporal; VO₂max: consumo máximo de oxígeno (ml/kg/minuto)

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

	10-12 años (n=285)			13-14 años (n=403)			15-16 años (n=344)			17-20 años (n=118)		
	D $\bar{X} \pm ES$	IC _{95%}	p*	D $\bar{X} \pm ES$	IC _{95%}	p*	D $\bar{X} \pm ES$	IC _{95%}	p*	D $\bar{X} \pm ES$	IC _{95%}	p*
IMC	-0,9 ± 0,4	-1,6 a -0,1	0,020	-1,1 ± 0,3	-1,6 a -0,4	0,001	-0,7 ± 0,3	-1,3 a 0,1	0,053	-0,9 ± 0,6	-2,0 a 0,2	0,109
Porcentaje de grasa	-9,1 ± 0,8	-10,6 a -7,5	0,000	-12,1 ± 0,7	-13,5 a -10,8	0,000	-15,5 ± 0,8	-16,9 a -14	0,000	-16,9 ± 1,3	-19,4 a -14,4	0,000
Flexibilidad (cm)	-2,3 ± 0,9	-4,1 a -0,5	0,010	-2,6 ± 0,8	-4,1 a -1,1	0,001	-0,5 ± 0,8	-2,1 a 1,2	0,556	-0,6 ± 1,4	-3,4 a 2,1	0,656
Velocidad (s)	-0,5 ± 0,1	-0,6 a -0,3	0,000	-0,8 ± 0,1	-0,9 a -0,7	0,000	-0,9 ± 0,1	-1,1 a -0,8	0,000	-1,1 ± 0,1	-1,3 a -0,9	0,000
Salto (cm)	23,3 ± 2,7	17,9 a 28,6	0,000	43,7 ± 2,3	39,1 a 48,2	0,000	59,6 ± 2,5	54,6 a 64,6	0,000	62,5 ± 4,3	54,1 a 70,8	0,000
VO ₂ max	3,5 ± 0,8	1,9 a 5,0	0,000	7,6 ± 0,6	6,3 a 8,8	0,000	10,4 ± 0,7	9,0 a 11,8	0,000	9,2 ± 1,2	6,9 a 11,6	0,000

^y D $\bar{X} \pm ES$: diferencias de medias ± error estándar

*Modelo lineal general de dos factores (interacción entre sexo y edad); comparación por parejas ajustada mediante el método de Bonferroni

IMC: índice de masa corporal

VO₂max: consumo máximo de oxígeno (ml/kg/minuto)

En cuanto a la condición física, se encontraron diferencias muy significativas entre hombres y mujeres en todos los grupos de edad y en todas las variables ($p < 0,001$), excepto en la flexibilidad (cuadro 3). Salvo en esta última, los rendimientos registrados en las pruebas físicas fueron mejores en los hombres que en las mujeres en todos los grupos de edad. Asimismo, se observó que estas diferencias entre sexos en la condición física aumentaban con la edad de los participantes.

Discusión

El análisis de estos resultados permitió establecer el grado de adiposidad y el estado físico de los estudiantes de secundaria de Armenia, así como establecer si existían diferencias entre los sexos y entre los grupos de edad en la población estudiada.

En el estudio se registraron diferencias significativas en el grado de adiposidad entre hombres y mujeres, independientemente de la edad (cuadro 1). En este sentido, las mujeres presentaron valores de adiposidad significativamente mayores que los hombres, y lo mismo sucedió con el índice de masa corporal y el porcentaje de grasa; además, en esta última variable el tamaño del efecto fue considerable ($\eta^2 = 0,432$). Estos resultados coinciden con los reportados en otros estudios; por ejemplo, en un estudio de Estados Unidos en el que se compararon hombres y mujeres con edades entre los 17 y los 18 años, las mujeres registraron grados de adiposidad más elevados que los hombres (42). En otro estudio reciente en adolescentes brasileños de 11 a 16 años de edad y de ambos sexos (43), se encontró que el índice de masa corporal y el grado de grasa corporal fueron mayores en las chicas que en los chicos, aunque no se encontraron diferencias significativas entre los sexos a pesar de que la muestra analizada fue mucho más pequeña que la de este estudio (104 mujeres y 94 hombres). Resultados similares se obtuvieron en otro estudio llevado a cabo con adolescentes brasileños (44), en el cual las diferencias entre chicos y chicas en la suma de pliegues cutáneos sí fueron significativas, aunque, como en el caso anterior, la muestra fue incluso más pequeña (49 chicos y 40 chicas).

En cuanto a las variables relacionadas con el rendimiento físico, también se han hallado diferencias significativas entre sexos, con un registro de mayores distancias en el salto horizontal en los chicos que en las chicas (173,8 cm frente a 129 cm), más velocidad de carrera (4,1 segundos en

chicos frente a 4,8 en chicas) y mayor potencia aeróbica (43,6 ml/kg/minuto frente a 36 ml/kg/minuto) (cuadro 1).

En las tres variables relacionadas con la condición física se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,001$) y un considerable tamaño del efecto. Sin embargo, en la prueba de flexibilidad, las mujeres obtuvieron mejores registros que los chicos: 3,1 frente a 1,3 cm en promedio ($p = 0,003$), aunque el tamaño del efecto en esta variable no fue acentuado (0,008) (cuadro 1).

Estos resultados son de esperar, ya que los chicos suelen tener mejor rendimiento en las variables físicas relacionadas con la fuerza muscular o la potencia aeróbica, como se comprobó en el estudio llevado a cabo con jóvenes de entre 17 y 18 años en los que los varones registraron valores de $VO_{2\text{máx}}$ significativamente mayores (42). Sin embargo, las mujeres suelen destacarse frente a los hombres en cuanto a la amplitud del movimiento articular, como se demostró en un estudio llevado a cabo en estudiantes brasileños de 11 a 16 años de edad (43). En este estudio también se compararon los grados de adiposidad y la condición física en función de la edad, pero en los hombres entre sí y las mujeres entre sí. En los hombres se apreciaron diferencias significativas entre los dos grupos de menor edad y los grupos de mayor edad en lo relacionado con los indicadores de adiposidad (cuadro 2). Se encontró que, mientras el índice de masa corporal aumentaba con la edad, el porcentaje de grasa disminuía significativamente. Estos resultados coinciden con lo reportado en estudios llevados a cabo en jóvenes de edades parecidas (45-48), probablemente por el desarrollo muscular debido a la maduración biológica a partir de los 14 años, de tal modo que, a pesar de que el índice de masa corporal aumentó con la edad, el porcentaje de grasa disminuyó.

En cuanto a las cualidades físicas valoradas, se encontró que en aquellas que dependían de mayor medida de la potencia muscular, se presentó un mejor rendimiento en los grupos de mayor edad. Así, por ejemplo, los sujetos más jóvenes (10 a 12 años) mostraron un rendimiento significativamente menor en la velocidad de desplazamiento (4,4 segundos) que el resto de grupos de edad, cuyos registros fueron mejores cuanto mayor era la edad: 4,01 segundos en el grupo de 13 a 14 años; 3,9 segundos en el de 15 a 16 años, y 3,9 segundos en el de 17 a 20 años. Resultados similares se encontraron en el salto horizontal, es decir, el grupo

más joven obtuvo resultados significativamente menores que el resto de grupos de edad (149 cm, 172 cm, 192 cm, 194 cm, respectivamente), y los sujetos de más edad alcanzaron mejores resultados (cuadro 2), lo cual coincide con lo obtenido en estudios publicados recientemente (43,45,49,50). Sin embargo, la potencia aeróbica tuvo un comportamiento contrario, pues se encontró que el grupo de más edad registraba los valores más bajos (41,2 ml/kg/minuto), siendo estas diferencias estadísticamente significativas con respecto al grupo de 13 a 14 años (44,1 ml/kg/minuto) y al de 15 a 16 años (44,4 ml/kg/minuto) (cuadro 2).

En el estudio de Welk, *et al.* (45), la relación entre el VO_{2max} y la edad fue diferente a la encontrada en este trabajo, pero debe señalarse que el test empleado fue diferente. En cuanto a la flexibilidad, aunque el rendimiento mejoró con la edad, dicha mejoría solo fue significativa al comparar los grupos de menor edad con los de mayor edad, lo cual coincide con lo reportado en investigaciones similares (51).

En las mujeres solo se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes grupos de edad en la potencia aeróbica, y el grupo más joven registró los mejores resultados (39,8 ml/kg/minuto); además, se observó claramente la tendencia a un menor VO_{2max} al aumentar la edad (cuadro 2). Estos resultados coinciden con la mayoría de los trabajos publicados, aunque en un estudio del 2015 (49) se reportó que esta cualidad mejoraba con la edad, pero la edad y el número de participantes fueron considerablemente menores que en este trabajo. En cuanto al resto de cualidades físicas, se apreció una tendencia al aumento en el rendimiento con la edad, aunque dichas diferencias no fueron estadísticamente significativas al comparar los grupos de edad. Estos resultados coinciden con la mayoría de los estudios publicados, en los cuales se compara la condición física en mujeres en función de la edad (45,48,50).

En los indicadores de adiposidad, sí se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre las mujeres según la edad: cuanto más jóvenes eran las chicas, menor era el índice de masa corporal, lo cual coincide con lo reportado en otras investigaciones llevadas a cabo en mujeres jóvenes (52). Aunque el índice de masa corporal tuvo el mismo comportamiento en las mujeres que en los hombres, el porcentaje de grasa en las mujeres evolucionó en sentido contrario al de los hombres

(cuadro 2), es decir, fue mayor en las mujeres de más edad, aunque solo en el grupo más joven se registraron valores de adiposidad significativamente menores que en los otros tres grupos de edad, resultados coincidentes con lo reportado en varias publicaciones recientes (45-47). El análisis de los resultados indicó que la condición física y el grado de adiposidad fueron diferentes en los hombres y en las mujeres.

Otro objetivo de este estudio fue comprobar si estas diferencias entre sexos se mantenían en los diferentes grupos de edad. En el cuadro 3 se presentan los resultados obtenidos al comparar a hombres y mujeres en cada grupo de edad. Se pudo apreciar cómo el grado de adiposidad de los chicos registraba mejores valores que los de las chicas en todos los grupos de edad. Es decir, el índice de masa corporal y el porcentaje de grasa en los hombres registraron valores menores que en las mujeres, lo cual coincide con los reportados en varios estudios llevados a cabo en muestras de diferentes grupos de edad (44,53). En el porcentaje de grasa, estas diferencias entre sexos tendieron a ser mayores al aumentar la edad (10 a 12 años: -9,1; 13 a 14 años: -12,1; 15 a 16 años: -15,5, y 17 a 20 años: -16,9), y fueron estadísticamente significativas en todos los grupos de edad ($p < 0,0001$). En un estudio llevado a cabo en adolescentes brasileños, también se reportaron diferencias significativas entre chicos y chicas; en este caso, en la suma de los pliegues subcutáneos (44). En este sentido, también se encontraron importantes diferencias entre niños y niñas en el porcentaje de grasa en otro estudio llevado a cabo con escolares entre los 10 y los 11 años en Nueva Zelanda (54). Por el contrario, las diferencias más importantes y significativas en el índice de masa corporal se presentaron en los grupos más jóvenes (10 a 12 años: -0,9; 13 a 14 años: -1,1), mientras que en los grupos de mayor edad, no fueron estadísticamente significativas.

Estos resultados son diferentes a los reportados en otros estudios llevados a cabo con escolares de edades similares, en los cuales estas diferencias no fueron significativas, aunque las chicas presentaron un mayor índice de masa corporal (6,44,54,55).

En cuanto a la condición física, se encontró que las diferencias entre sexos fueron prácticamente idénticas a las obtenidas sin tener en cuenta la edad (cuadro 1), ya que los hombres presentaron mejores resultados en todas las variables condicionales y en todos los grupos de edad, excepto en la flexibilidad (cuadro 3): se hallaron

diferencias significativas notables en la velocidad de desplazamiento, el salto horizontal y la potencia aeróbica ($p < 0,001$). En la mayoría de los estudios en los cuales se han comparado diferentes indicadores de condición física en chicos y chicas de diferentes edades, se han encontrado resultados similares (42,54,56). En general, las mujeres muestran mejores resultados de flexibilidad que los hombres y, aunque estas diferencias fueron estadísticamente significativas en los grupos más jóvenes ($p = 0,01$ en el grupo de 10 a 12 años y $p = 0,001$ en el grupo de 13 a 14 años), disminuyeron hasta no ser estadísticamente significativas al comparar los grupos de mayor edad ($p = 0,556$ en el grupo de 15 a 16 años y $p = 0,656$ en el grupo de 17 a 20 años). En cuanto a la flexibilidad, los resultados obtenidos en las chicas coincidieron con diversos estudios llevados a cabo con jóvenes y adolescentes (51,56).

En cuanto a la comparación por sexos, se puede concluir que la adiposidad fue significativamente mayor en las estudiantes que en los estudiantes de secundaria en los centros educativos públicos de Armenia, en tanto que los estudiantes presentaron mejores niveles de condición física que las estudiantes, excepto en la flexibilidad.

Con respecto al factor de la edad, la condición física de los chicos mejoró significativamente con la edad, lo cual no fue así en las chicas, en quienes no cambió o, incluso, empeoró, como en el caso de la potencia aeróbica. En cuanto al grado de adiposidad tanto en hombres como en mujeres, el índice de masa corporal aumentó con la edad y el porcentaje de grasa evolucionó de forma contraria, pues con la edad aumentó en las mujeres y disminuyó en los hombres.

La comparación por sexos en cada grupo de edad evidenció que la condición física presentaba mejores niveles en los hombres en todos los grupos de edad y con respecto a todas las cualidades físicas evaluadas, salvo la flexibilidad, la cual fue mayor en las chicas que en los chicos en los grupos de edad más jóvenes, aunque dichas diferencias en la flexibilidad se van igualando con la edad. En cuanto a la adiposidad, se puede concluir que el porcentaje de grasa fue mayor en las mujeres que en los hombres en todos los grupos de edad, pero, contrariamente a lo sucedido con el índice de masa corporal, el cual se fue igualando con la edad, las diferencias en el porcentaje de grasa entre sexos fue mayor cuanto mayor era la edad de los estudiantes.

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. **Organización Mundial de la Salud.** Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud. Fecha de consulta: 1º de febrero de 2016. 2004. Disponible en: <http://www.who.int/publications/list/9241592222/es/>
2. **Vázquez IA, Zapico RB, Rodríguez CF.** Childhood obesity as result of an obesogenic lifestyle. *Endocrinología y Nutrición.* 2007;54:530-4. [http://dx.doi.org/10.1016/S1575-0922\(07\)71500-0](http://dx.doi.org/10.1016/S1575-0922(07)71500-0)
3. **Nesbit KC, Kolobe TA, Arnold SH, Sisson SB, Anderson MP.** Proximal and distal environmental correlates of adolescent obesity. *J Phys Act Health.* 2014;11:1149-86. <http://dx.doi.org/10.1123/jpah.2012-0245>
4. **Patnode CD, Lytle LA, Erickson DJ, Sirard JR, Barr-Anderson DJ, Story M.** Physical activity and sedentary activity patterns among children and adolescents: A latent class analysis approach. *J Phys Act Health.* 2011;8:457-67.
5. **Hoseini R, Hoseini Z, Hoseini M.** Effects of aerobic exercise training on body composition and metabolic syndrome factors in obese male college student. *J Biol Exerc.* 2014;10:57-68. <http://dx.doi.org/10.4127/jbe.2014.0078>
6. **Grydeland M, Bjelland M, Anderssen SA, Klepp KI, Bergh IH, Andersen LF, et al.** Effects of a 20-month cluster randomised controlled school-based intervention trial on BMI of school-aged boys and girls: The HEIA study. *Br J Sports Med.* 2014;48:768-73. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2013-092284>
7. **Brener ND, Eaton DK, Kann LK, McManus TS, Lee SM, Scanlon KS, et al.** Behaviors related to physical activity and nutrition among U.S. high school students. *J Adolesc Health.* 2013;53:539-46. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jadohealth.2013.05.006>
8. **Moschonis G, Mavrogianni C, Karatzi K, Iatridi V, Chrousos GP, Lionis C, et al.** Increased physical activity combined with more eating occasions is beneficial against dyslipidemias in children. *The Healthy Growth Study.* *Eur J Nutr.* 2013;52:1135-44. <http://dx.doi.org/10.1007/s00394-012-0424-3>
9. **Instituto Colombiano de Bienestar Familiar.** Encuesta Nacional de la Situación Nutricional. Bogotá, D.C.: ICBF; 2010. p. 1-513.
10. **González S, Sarmiento O, Lozano Ó, Ramírez A, Grijalba C.** Niveles de actividad física de la población colombiana: desigualdades por sexo y condición socioeconómica. *Biomédica.* 2014;34:447-59. <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v34i3.2258>
11. **Ramírez-Vélez R, Rodríguez-Bezerra D, Correa-Bautista JE, Izquierdo M, Lobelo F.** Reliability of health-related physical fitness tests among Colombian children and adolescents: The Fuprecol study. *PLoS One.* 2015;10:e0140875. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0140875>

12. **Rodríguez-Valero FJ, Gualteros JA, Torres JA, Umbarila-Espinosa LM, Ramírez-Vélez R.** Association between muscular fitness and physical health status among children and adolescents from Bogotá, Colombia. *Nutr Hosp.* 2015;32:1559-66. <http://dx.doi.org/10.3305/nh.2015.32.4.9310>
13. **Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Sjöström M.** Physical fitness in childhood and adolescence: A powerful marker of health. *Int J Obes.* 2008;32:1-11. <http://dx.doi.org/10.1038/sj.ijo.0803774>
14. **LeBlanc AG, Katzmarzyk PT, Barreira TV, Broyles ST, Chaput JP, Church TS, et al.** Correlates of total sedentary time and screen time in 9-11 year-old children around the world: The international study of childhood obesity, lifestyle and the environment. *PLoS One.* 2015;10:e0129622. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0129622>
15. **Santaliestra-Pasías AM, Rey-López JP, Moreno Aznar LA.** Obesity and sedentarism in children and adolescents: What should be done? *Nutr Hosp.* 2013;28:99-104. <http://dx.doi.org/10.3305/nh.2013.28.sup5.6924>
16. **Woodcock J, Franco OH, Orsini N, Roberts I.** Non-vigorous physical activity and all-cause mortality: Systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Int J Epidemiol.* 2011;40:121-38. <http://dx.doi.org/10.1093/ije/dyq104>
17. **Organización Mundial de la Salud.** Inactividad física: un problema de salud pública mundial. Fecha de consulta: 1º de febrero de 2016. Disponible en: http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_inactivity/es/
18. **Hills AP, Andersen LB, Byrne NM.** Physical activity and obesity in children. *Br J Sports Med.* 2011;45:866-70. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2011-090199>
19. **Williams AJ, Henley WE, Williams CA, Hurst AJ, Logan S, Wyatt KM.** Systematic review and meta-analysis of the association between childhood overweight and obesity and primary school diet and physical activity policies. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2013;10:101. <http://dx.doi.org/10.1186/1479-5868-10-101>
20. **Blair SN.** Physical inactivity: The biggest public health problem of the 21st century. *Br J Sports Med.* 2009;43:1-2.
21. **Kohl HW, Craig CL, Lambert EV, Inoue S, Alkandari JR, Leetongin G, et al.** The pandemic of physical inactivity: Global action for public health. *Lancet.* 2012;380:294-305. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60898-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60898-8)
22. **Trost SG, Blair SN, Khan KM.** Physical inactivity remains the greatest public health problem of the 21st century: Evidence, improved methods and solutions using the '7 investments that work' as a framework. *Br J Sports Med.* 2014;48:169-70. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2013-093372>
23. **James WP.** Obesity-a modern pandemic: The burden of disease. *Endocrinología y Nutrición.* 2013;60:3-6. [http://dx.doi.org/10.1016/S1575-0922\(13\)70015-9](http://dx.doi.org/10.1016/S1575-0922(13)70015-9)
24. **Pratt M, Norris J, Lobelo F, Roux L, Wang G.** The cost of physical inactivity: Moving into the 21st century. *Br J Sports Med.* 2014;48:171-3. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2012-091810>
25. **Withrow D, Alter DA.** The economic burden of obesity worldwide: A systematic review of the direct costs of obesity. *Obes Rev.* 2011;12:131-41. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-789X.2009.00712.x>
26. **Ortega FB, Labayen I, Ruiz JR, Kurvinen E, Loit H-M, Harro J, et al.** Improvements in fitness reduce the risk of becoming overweight across puberty. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43:1891-7. <http://dx.doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182190d71>
27. **Smith JJ, Eather N, Morgan PJ, Plotnikoff RC, Faigenbaum AD, Lubans DR.** The health benefits of muscular fitness for children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Sports Med.* 2014;44:1209-23. <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-014-0196-4>
28. **Martínez-Salazar C, Reinike O, Silva H, Carrasco V, Collipal E, Jiménez C.** Body composition and nutritional status of 9 to 12 year old municipal schools students sample of Padre Las Casas commune, Araucanía Region, Chile. *Int J Morphol.* 2013;31:425-31. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022013000200010>
29. **Goon DT, Amusa LO, Shaw BS, Shaw I, Akusu SW.** Body composition indicators of 7-14 year Andibila children in Oju, Nigeria. *Afr J Phys Health Educ Recreat Dance.* 2013;19:821-30.
30. **Lohman TG, Hingle M, Going SB.** Body composition in children. *Pediatr Exerc Sci.* 2013;25:573-90.
31. **Hernández-Sampieri R, Fernández-Collado C, Baptista-Lucio P.** Metodología de la investigación. Quinta edición. México: Editorial McGraw Hill Interamericana; 2010. p. 182-3.
32. **Ministerio de Salud.** Resolución N°008430. Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Bogotá: Minsalud; 1993.
33. **Silva G, Oliveira NL, Aires L, Mota J, Oliveira J, Ribeiro JC.** Calculation and validation of models for estimating VO2max from the 20-m shuttle run test in children and adolescents. *Arch Exerc Health Dis.* 2012;3:145-52. <http://dx.doi.org/10.5628/aeht.v3i1-2.20>
34. **Liu NYS, 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. <http://dx.doi.org/10.1080/02701367.1992.10608757>
35. **Batista MB, Cyrino ES, Arruda M, Dourado AC, Coelho-E-Silva MJ, Ohara D, et al.** Validity of equations for estimating V[combining dot above]O2peak from the 20-m shuttle run test in adolescents aged 11-13 years. *J Strength Cond Res.* 2013;27:2774-81. <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182815724>
36. **Ernesto C, Da Silva FM, 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.
37. **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. <http://dx.doi.org/10.1080/02640410902902835>
38. **Leger LA, Mercier D, Gadoury C, Lambert J.** The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *J Sports Sci.* 1988;6:93-101. <http://dx.doi.org/10.1080/02640418808729800>
39. **Mayorga-Vega D, Merino-Marbán R, Viciano J.** Criterion-related validity of sit-and-reach tests for estimating hamstring and lumbar extensibility: A meta-analysis. *J Sports Sci Med.* 2014;13:1-14.

40. **Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, van Loan MD, et al.** Skinfold equations for estimations of body fatness in children and youth. *Hum Biol.* 1988;60:709-23.
41. **Marfell-Jones MJ, Olds T, Stewart AD, Carter L.** International standards for anthropometric assessment. South Africa: International Society for the Advancement of Kinanthropometry; 2006.
42. **Williams SM, Phelps D, Laurson KR, Thomas DQ, Brown DD.** Fitness knowledge, cardiorespiratory endurance and body composition of high school students. *Biomed Hum Kinet.* 2013;5:17-21. <http://dx.doi.org/10.2478/bhk-2013-0004>
43. **de Moraes AM, Gonçalves EM, de Oliveira Barbeta VJ, Guerra-Júnior G.** Cross-sectional study of the association of body composition and physical fitness with bone status in children and adolescents from 11 to 16 years old. *BMC Pediatr.* 2013;13:1-7. <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2431-13-117>
44. **Silva S, Vieira F, Carnide F, Assunção A, Araújo J, Vasco A.** Body composition in Portuguese adolescents: Are physical activity and maturity status sex-specific determinant factors? *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2014;16:247-57. <http://dx.doi.org/10.5007/1980-0037.2014v16n3p247>
45. **Welk GJ, Saint-Maurice PF, Csányi T.** Health-related physical fitness in Hungarian youth: Age, sex, and regional profiles. *Res Q Exerc Sport.* 2015;86:S45-57. <http://dx.doi.org/10.1080/02701367.2015.1043231>
46. **Fu Q, George LK.** Sex, socioeconomic and regional disparities in age trajectories of childhood BMI, underweight and overweight in China. *Asian Popul Stud.* 2015;11:134-48. <http://dx.doi.org/10.1080/17441730.2015.1038873>
47. **Duchin O, Marín C, Mora-Plazas M, Méndez-De León C, Lee JM, Baylin A, et al.** A prospective study of body image dissatisfaction and BMI change in school-age children. *Public Health Nutr.* 2014;18:322-8. <http://dx.doi.org/10.1017/S1368980014000366>
48. **Castro-Piñero J, Padilla-Moledo C, Ortega FB, Moliner-Urdiales D, Keating X, Ruiz JR.** Cardiorespiratory fitness and fatness are associated with health complaints and health risk behaviors in youth. *J Phys Act Health.* 2012;9:642-9.
49. **Gálvez-Casas A, Rodríguez-García PL, Rosa-Guillamón A, García-Cantó E, Pérez-Soto JJ, Tarraga-Marcos ML, et al.** Nivel de condición física y su relación con el estatus de peso corporal en escolares. *Nutr Hosp.* 2015;31:393-400. <http://dx.doi.org/10.3305%2Fnh.2015.31.1.8074>
50. **Armstrong ME, Lambert EV, Lambert MI.** Physical fitness of South African primary school children, 6 to 13 years of age: Discovery vitality health of the nation study. *Percept Mot Skills.* 2011;113:999-1016. <http://dx.doi.org/10.2466/06.10.13.PMS.113.6.999-1016>
51. **Castro-Piñero J, Girela-Rejón MJ, González-Montesinos JL, Mora J, Conde-Caveda J, Sjöström M, et al.** Percentile values for flexibility tests in youths aged 6 to 17 years: Influence of weight status. *Eur J Sport Sci.* 2013;13:139-48. <http://dx.doi.org/10.1080/17461391.2011.606833>
52. **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.* 2016;35:191-4. <http://dx.doi.org/10.1037/hea0000258>
53. **Savegnago M, Covolo N, Cheli J, Jordao AA.** Relación entre la composición corporal y nivel de actividad física en estudiantes universitarios. *Rev Chil Nutr.* 2014;41:46-53. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182014000100006>
54. **Hamlin MJ, Fraser M, Lizamore CA, Draper N, Shearman JP, Kimber NE.** Measurement of cardiorespiratory fitness in children from two commonly used field tests after accounting for body fatness and maturity. *J Hum Kinet.* 2014;40:83-92. <http://dx.doi.org/10.2478/hukin-2014-0010>
55. **Muros-Molina JJ, Som-Castillo A, López-Gracia H, Zabala-Díaz M.** Asociaciones entre el IMC, la realización de actividad física y la calidad de vida en adolescentes. *Cult Cienc Deporte.* 2009;4:159-65.
56. **Piccinno A, Colella D.** Physical fitness level in Italian high-school adolescents: A cross-sectional study. *J Phys Educ Sport.* 2014;14:431-7. <http://dx.doi.org/10.7752/jpes.2014.03066>