



## ORIGINAL

# Una menor condición física aeróbica se asocia con alteraciones del estado de salud en niños y adolescentes de Bogotá, Colombia



Julián Alberto Gualteros<sup>a</sup>, Jorge Andrés Torres<sup>a</sup>, Luz Marina Umbarila-Espinosa<sup>a</sup>, Francisco Javier Rodríguez-Valero<sup>a</sup> y Robinson Ramírez-Vélez<sup>a,b,\*</sup>

<sup>a</sup> Facultad de Salud, Programa de Maestría en Ciencias y Tecnologías del Deporte y la Actividad Física, Universidad Manuela Beltrán, Bogotá, D. C., Colombia

<sup>b</sup> Grupo de Ejercicio Físico y Deporte, Facultad de Salud, Universidad Manuela Beltrán, Bogotá, D. C., Colombia

Recibido el 6 de abril de 2015; aceptado el 22 de mayo de 2015

Disponible en Internet el 21 de agosto de 2015

### PALABRAS CLAVE

Niños;  
Adolescentes;  
Prevención;  
Enfermedad  
cardiovascular;  
Salud;  
Colombia

### Resumen

**Objetivo:** Varios estudios han mostrado que un bajo nivel de condición física aeróbica (CFA) en la infancia se asocia con un mayor riesgo de enfermedad cardiometabólica en la edad adulta. El objetivo del presente estudio fue examinar la relación entre la CFA con el estado de salud de niños y adolescentes de Bogotá, Colombia.

**Métodos:** Estudio descriptivo y transversal, realizado en 921 niños y adolescentes en edad escolar entre 9 y 17 años, residentes en el área metropolitana del Distrito de Bogotá, Colombia (2.480 msnm). La CFA se midió siguiendo las recomendaciones del componente cardiorrespiratorio de la batería ALPHA-FITNESS y FITNESSGRAM con la prueba de ida y vuelta de 20 m (Course-Navette). La tensión arterial, las circunferencias de cintura y cadera, la composición corporal (porcentaje de grasa, masa grasa y masa libre de grasa por bioimpedancia), los pliegues cutáneos, el índice de masa corporal y la maduración sexual (Tanner) fueron usados como indicadores de la salud física.

**Resultados:** Después de ajustar por sexo, edad y maduración sexual, relaciones inversas fueron observadas entre la CFA y el índice de masa corporal ( $r = -0,107$ ), el porcentaje de grasa ( $r = -0,197$ ), la masa grasa ( $r = -0,159$ ), los pliegues cutáneos ( $r = -0,246$ ) y la circunferencia de cintura ( $r = -0,169$ );  $p < 0,001$ . Los escolares con bajos niveles de CFA mostraron un incremento de 6,06 veces (IC 95% 3,98-9,24) de la grasa corporal por bioimpedancia; 4,04 veces (IC 95% 1,83-9,11) de riesgo de sobrepeso/obesidad por índice de masa corporal y 2,47 veces (IC 95% 1,14-5,37) de presencia de obesidad abdominal por incremento en la circunferencia de cintura.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [robin640@hotmail.com](mailto:robin640@hotmail.com) (R. Ramírez-Vélez).

**KEYWORDS**

Children;  
Adolescents;  
Prevention;  
Cardiovascular  
disease;  
Health;  
Colombia

**Conclusión:** Aproximadamente dos tercios de los participantes tuvieron un nivel de CFA indicativo de riesgo cardiovascular futuro. La identificación temprana de niños y adolescentes con bajos niveles de CFA permitirá implementar intervenciones para promover comportamientos saludables a fin de prevenir el riesgo cardiometabólico en la edad adulta.

© 2015 SEEN. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

### A lower cardiorespiratory fitness is associated to an unhealthy status among children and adolescents from Bogotá, Colombia

**Abstract**

**Objective:** Several studies have shown that low cardiorespiratory fitness (CRF) is a significant independent risk factor for future cardiometabolic disease in adult life. The aim of this study was to examine the relationship between CRF and health status in children and adolescents in Bogotá, Colombia.

**Methods:** A cross-sectional study was conducted in 921 children and adolescents aged 9-17 years living in the metropolitan area of the District of Bogotá, Colombia (2,480 m asl). CRF was assessed with the 20 m shuttle run test (Course-Navette) according to ALPHA-FITNESS and FITNESSGRAM standards. Blood pressure, waist circumference, hip circumference, body composition (body fat percentage, fat body mass, and fat-free mass by bioimpedance), skin fold calipers, body mass index, and sexual maturity (Tanner) were used as indicators of physical health.

**Results:** After adjusting for sex, age, and sexual maturity, significant inverse relationships were seen between CRF and body mass index ( $r = -0.107$ ), body fat percentage ( $r = -0.197$ ), fat body mass ( $r = -0.159$ ), skin fold ( $r = -0.246$ ), and waist circumference ( $r = -0.169$ );  $P < .001$ . Schoolchildren with low CRF levels showed OR 6.06 (95% CI 3.98-9.24) increase in body fat by bioimpedance; OR 4.04 (95% CI 1.83-9.11) risk of overweight/obese by body mass index and OR 2.47 (95% CI 1.14-5.37) abdominal obesity due to increased waist circumference.

**Conclusion:** Approximately two thirds of participants had a CRF level suggesting future cardiovascular disease. Early identification of children and adolescents with low CRF levels will allow for implementing interventions to prevent cardiometabolic disease in adulthood.

© 2015 SEEN. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

**Introducción**

Datos de la Encuesta Nacional de Situación Nutricional 2010 en Colombia<sup>1</sup> y de la Organización Mundial de la Salud<sup>2</sup> de 2004 ponen de manifiesto una elevada prevalencia de obesidad e inactividad física entre la población escolar. En conjunto, ambas condiciones son factores de riesgo para el desarrollo de enfermedades crónicas, típicas de la edad adulta pero que cada vez se manifiestan de manera más temprana en adolescentes y adultos jóvenes<sup>3</sup>. La presencia de estos factores de riesgo aumenta significativamente la posibilidad de desarrollar enfermedades cardiovasculares, diabetes mellitus tipo 2, artrosis, depresión, e incluso algunos tipos de cáncer, tales como los de colon, recto, próstata, ovario, mama y endometrio<sup>3,4</sup>.

La aptitud física –especialmente el componente cardiorrespiratorio– se considera un importante indicador de la salud en niños y adolescentes<sup>5</sup>. Los trabajos de Janz et al.<sup>6</sup> y Castillo-Garzón et al.<sup>7</sup> muestran que un bajo nivel de condición física aeróbica (CFA) en la infancia se asocia con un mayor riesgo de enfermedad cardiovascular y metabólica en la edad adulta. Además, un menor nivel de *fitness* cardiorrespiratorio en la infancia se considera

un factor independiente del bienestar físico y mental en la vida adulta<sup>8</sup>; por tanto, la inclusión de este indicador de salud en los sistemas de vigilancia epidemiológica en el ámbito educativo se justifica claramente<sup>9</sup>.

Para acercarse a la medición de la CFA, varios autores<sup>10-13</sup> han propuesto baterías de evaluación cuyas ventajas, entre otras, son: la evaluación de varios sujetos simultáneamente, el poco tiempo de aplicación, la seguridad, su fácil aplicación y el bajo coste. Entre las más usadas se encuentran la EUROFIT<sup>10</sup>, la FITNESSGRAM<sup>11</sup>, la AAHPERD<sup>12</sup> y la recientemente publicada batería ALPHA-FITNESS<sup>13</sup>. Esta última ha sido construida con una sólida base científica que ha demostrado relación con la salud presente y futura de niños y adolescentes<sup>14</sup>.

El contexto escolar es un ambiente ideal para las intervenciones con actividades físicas basadas en la población, en particular para los que no tienen acceso o tienen un acceso limitado a las áreas de juego<sup>15</sup>. A pesar de que la mayoría de las escuelas imparten la educación física como parte de su programa de estudios, los niños y adolescentes suelen permanecer relativamente inactivos en las mismas<sup>16</sup>. Adicionalmente, no están claras cuáles son las estrategias más efectivas para promover las conductas

relacionadas con mantener o mejorar la CFA saludable a largo plazo<sup>9,15,16</sup>.

Para identificar tempranamente a los escolares con bajos niveles de CFA e implementar intervenciones que promuevan comportamientos saludables a fin de prevenir el riesgo cardiometabólico futuro, se propuso un estudio que tuvo como objetivo examinar la asociación entre la CFA y el estado de salud de niños y adolescentes de Bogotá, Colombia.

## Métodos

### Tipo y población de estudio

El presente trabajo es un análisis secundario del Proyecto Asociación de la fuerza prensil con manifestaciones tempranas de riesgo cardiovascular en niños y adolescentes colombianos (FUPRECOL). Se trata de un estudio de corte transversal, realizado en 4.000 niños y adolescentes en edad escolar de entre 9 y 17 años, residentes en el área metropolitana del Distrito de Bogotá, Colombia (2.480 msnm). Se tomaron como referencia poblacional los 546.000 registros de matrícula de 2013, suministrados por la Secretaría de Educación Distrital. Para este cálculo se utilizó la ecuación  $N = (\alpha_c \times 0,5) / 1 + (e^2 \times [N - 1])$ , donde  $N = 546.000$ ;  $e$  precisión = 1%; nivel de confianza  $(1 - \alpha) = 99\%$ ;  $\alpha = 0,05$ . Tras hacer un estudio descriptivo<sup>5,11,13,14</sup> de los componentes físicos, la variable que presentó una importante varianza fue la CFA por  $VO_2$ máx. Así pues, el tamaño de la muestra fue calculado para estimar una diferencia entre la proporción estimada y real del 5% para un tamaño muestral de 3.131, dato que se ajustó a 4.000 sujetos por posibles pérdidas en el proceso de captación. El muestreo se realizó por conveniencia en orden de llegada al punto de recolección de los datos. Para disminuir el sesgo por ser una muestra no probabilística, se le asignó *-a posteriori-* un peso muestral a cada participante calculado a partir de la estratificación por grupos etarios ( $\pm 2$  años). Para eso se tuvo en cuenta que «N» es el tamaño de la población y «n» es el tamaño de la muestra, cuyas probabilidades de inclusión fueron  $\pi_i = n / N$ , y los pesos ponderales muestrales,  $\omega_i = n / N$ . Para el presente estudio se decidió seleccionar una submuestra de 930 participantes (49% niñas) de manera intencional, en 3 instituciones educativas públicas localizadas en zonas urbanas de Bogotá, para evaluar así la factibilidad y pertinencia de la batería de *fitness* del Proyecto FUPRECOL. Se excluyeron alumnos con diagnóstico clínico de discapacidad física, sensorial e intelectual, enfermedades no transmisibles como diabetes tipo 1 o 2, enfermedad cardiovascular, enfermedad autoinmune, cáncer, embarazo, abuso de alcohol o drogas y, en general, enfermedades que no estén relacionadas directamente con la nutrición. La exclusión efectiva se realizó *a posteriori* (1%,  $n = 9$  niños), sin conocimiento del participante, respetando su dignidad con ello.

### Procedimientos

Previamente a las mediciones del estudio, los investigadores y profesores de educación física realizaron 10 sesiones teórico-prácticas para estandarizar el proceso de evaluación. Se tomaron 2 mediciones de cada medida, con excepción del Course-Navette, que se evaluó una

sola vez, como recomiendan los autores de la batería ALPHA-FITNESS<sup>13</sup>. Posteriormente a la obtención del consentimiento y asentimiento informado por escrito de los acudientes responsables del menor y del participante en presencia de 2 testigos, respectivamente, se aplicaron 2 componentes de la batería ALPHA-FITNESS<sup>13</sup>.

#### Componente morfológico

Se midió el peso, la talla y las circunferencias de acuerdo con los protocolos establecidos<sup>13</sup>. Los participantes se pesaron sin calzado utilizando una balanza electrónica portátil marca Tanita® modelo TBF-410GS™ (*Arlington Heights, IL, EE. UU.*), con una resolución de 0,100kg. La estatura se midió con un estadiómetro portátil SECA 206® (*Seca gmbh, Hamburg*), rango 0-220 cm de 1 mm de precisión. Con el objetivo de relacionar el peso con la estatura se utilizó el índice de masa corporal (IMC). Se utilizó la fórmula propuesta por Quetelet (IMC = peso [kg] / estatura [m]<sup>2</sup>). Los puntos de corte utilizados para la clasificación en categorías (bajo, normal, sobrepeso y obesidad) fueron adoptados según la propuesta de Cole et al.<sup>17</sup> para niños de ambos sexos.

#### Componente cardiorrespiratorio

Con la prueba de ida y vuelta de 20 m se evaluó la CFA a partir de un test de campo indirecto y submáximo de ida y vuelta de 20 m hasta llegar al agotamiento. El ritmo de carrera es impuesto por una señal sonora. La velocidad inicial es de 8,5 km/h y se incrementa en 0,5 km/h con intervalos de 1 min, llamados etapas. El sujeto debe pisar 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 porque alcanzó la fatiga o cuando por 2 veces consecutivas no llega a pisar detrás de la línea al sonido. La capacidad aeróbica se determinó a través del consumo máximo de oxígeno por  $VO_2$ máx, estimado a partir de la ecuación de Léger<sup>18</sup>:  $VO_2$ máx (ml/kg/min<sup>-1</sup>) =  $31,025 + 3,238 \times V - 3,248 \times E + 0,1536 \times V \times E$ , donde V es la velocidad (en km/h) de la última etapa completa y E es la edad (en años) del participante.

#### Estado de salud

Se tomaron los criterios de riesgo cardiometabólico para niños y adolescentes reportados por la Asociación Americana del Corazón<sup>19,20</sup>. Para ello, se midió la circunferencia de cintura (CC) y de cadera con una cinta antropométrica inextensible (*Holtain Ltd., Crymych Dyfed, Reino Unido*), tomando los referentes anatómicos descritos en la batería ALPHA-FITNESS<sup>13</sup>. La medida de la tensión arterial sistólica y diastólica se llevó a cabo tras reposo físico de 5 min, con un oscilómetro digital OMRON™ M10-IT (*OMRON Healthcare Co. Ltd., Japón*). Los pliegues cutáneos (mm) de la región tricípital y subescapular y la sumatoria ( $\Sigma$  pliegues = tricípital + subescapular) fueron medidos de acuerdo con la línea de clivaje utilizando un compás de pliegues cutáneos Harpenden Skinfold Caliper® (*John Bull, British Indicators Ltd., Reino Unido*), que ejerce una presión constante de 10 g/mm<sup>2</sup>. La composición corporal se estimó con bioimpedanciómetro BC-420 MA (*Tanita Corp., Tokio, Japón*) de 4 electrodos, en condiciones de temperatura y humedad controladas, en reposo de al menos 15 min y tras micción

previa, con el participante descalzo, en ropa ligera, con brazos separados del tórax. Este dispositivo utiliza la *dual energy X-ray absorptiometry* como método de referencia y calcula la composición corporal en los componentes: porcentaje de grasa, masa grasa, masa magra y masa muscular, basándose en estimaciones derivadas del análisis de regresión con las variables talla, peso y sexo. Adicionalmente, se estimó el índice de adiposidad corporal (IAC) con la ecuación propuesta por Bergman et al.<sup>21</sup>:  $IAC = ([\text{circunferencia de cadera, en cm}] / [\text{estatura, en m}^2]^{1,5} - 18)$ . Ante la carencia de puntos de corte para niveles elevados de las variables de adiposidad, distribución de grasa y composición corporal (porcentaje de grasa, IAC, CC, pliegue tricipital, pliegue subescapular) y de tensión arterial (sistólica y diastólica) en escolares de Colombia, se aplicaron los criterios del Panel de Expertos del Programa Nacional de Educación de la Salud Cardiovascular de la Asociación Americana del Corazón<sup>19,20</sup> y se tomaron como referencia valores iguales o superiores al percentil 95 de la actual población.

La maduración sexual se valoró mediante distintos estadios de desarrollo madurativo siguiendo la metodología descrita por Tanner<sup>22</sup> por medio de la autodeclaración de la estadificación de maduración sexual según dibujos estándar que distinguen las características de desarrollo genital y vello pubiano en varones, y de desarrollo mamario y vello pubiano en mujeres. En población latina, el reporte de Maheca Matsudo y Rodrigues Matsudo<sup>23</sup> muestra coeficientes de concordancia que superan el 0,60 (*kappa de Cohen*) entre la medición directa por médico pediatra y el autorreporte para mamas y vello pubiano en niñas (69,7-71,3%), y genitales combinados con vello pubiano en niños (60%).

### Consideraciones éticas

El estudio se llevó a cabo siguiendo las normas deontológicas reconocidas por la Declaración de Helsinki y la Resolución 008439 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia que regula la investigación clínica en humanos. Antes del comienzo del estudio se explicó detalladamente el mismo y se solicitó conformidad previa por escrito por parte de cada niño y/o adolescente y de su padre/madre o tutor/a, además del permiso otorgado por las autoridades de las escuelas participantes en el estudio. El Proyecto FUPRECOL fue sometido a valoración y ha obtenido la aprobación del Comité de Investigación en Seres Humanos de las universidades participantes (UMB N.º 02-1902-2014 y UR N.º CEI-ABN026-000262).

### Análisis estadístico

El procesamiento y análisis de la información se realizó en el programa *Statistical Package for Social Science*® software, versión 22 (SPSS; Chicago, IL, EE. UU.). Se efectuaron previamente pruebas de normalidad mediante los test de *Kolmogorov-Smirnov*. Los valores continuos se expresaron como media  $\pm$  desviación estándar y las proporciones en porcentaje. Se aplicaron pruebas de homogeneidad de varianzas con prueba ANOVA de una vía para observar diferencias entre las variables continuas, y la prueba de ji cuadrado para diferencias entre proporciones. El estadístico de correlación de *Pearson* se utilizó para examinar la relación entre las variables del estado de salud y los niveles de CFA. Por último, se calcularon las *odds ratio* y los intervalos de confianza

al 95% (IC 95%) ajustados por edad, sexo y maduración sexual, mediante métodos de selección por pasos de inclusión secuencial (*forward selection*) y de paso a paso (*step by step*). El procedimiento de incorporación de variables fue dado por finalizado cuando la significación de «p» aportada por una variable a su entrada en la regresión excedió 0,05 entre niveles saludables o de riesgo según el valor de *fitness* cardiorespiratorio. Los participantes fueron clasificados con nivel de capacidad aeróbica saludable si el  $VO_2\text{máx}$  fue  $\geq 42$  ml/kg/min<sup>-1</sup> para varones y  $\geq 35$ -40 ml/kg/min<sup>-1</sup> para mujeres, según la edad. Los participantes con valores por debajo de estos fueron clasificados con un nivel de capacidad aeróbica no saludable o indicativo de riesgo cardiovascular futuro, como se establece en la batería FITNESSGRAM en 2011<sup>11,24</sup>. La significación estadística se fijó a una  $p < 0,05$ .

## Resultados

### Características de la población

En la [tabla 1](#) se resumen las características generales de los participantes. Los niños presentaron mayores valores en la estatura, la masa magra, la masa muscular y la CFA que las niñas ( $p < 0,001$ ). Una proporción significativamente mayor de niñas (70%) se encuentran con una CFA no saludable, mientras que en los niños esta proporción alcanza el 40% ( $p < 0,001$ ). Respecto a la composición corporal, las niñas muestran valores más altos en los componentes y distribución del tejido graso (porcentaje de grasa corporal, masa grasa, pliegues cutáneos,  $\Sigma$  pliegues, IAC y circunferencia de cadera);  $p < 0,001$ . No se encontraron diferencias por sexo en las variables edad, peso corporal, maduración sexual, cifras tensionales y CC.

### Correlación entre los niveles de condición física aeróbica y el estado de salud

Como análisis complementario y con el propósito de verificar que mayores valores en la CFA se relacionan con valores más saludables en las variables del estado de salud evaluados, se ha realizado un análisis de correlación de *Pearson*. Tras ajustar por sexo, edad y maduración sexual (modelo 2), se identifica que un mejor nivel de CFA se ha relacionado inversa y significativamente con las medidas relacionadas con el riesgo de obesidad IMC ( $r = -0,107$ ), porcentaje de grasa corporal ( $r = -0,197$ ), masa grasa ( $r = -0,159$ ), pliegue tricipital ( $r = -0,251$ ), pliegue subescapular ( $r = -0,212$ ),  $\Sigma$  pliegues ( $r = -0,246$ ), IAC ( $r = -0,133$ ) y CC ( $r = -0,169$ ). En este mismo modelo de análisis, la masa magra y la masa muscular presentaron una relación lineal y significativa con los niveles de CFA:  $r = 0,157$  y  $r = 0,139$ , respectivamente ([tabla 2](#)).

### Diferencias en los niveles de condición física aeróbica y variables del estado de salud

La [tabla 3](#) muestra que la población total con capacidad aeróbica saludable tuvo significativamente menores valores en los componentes morfológicos y de salud como: el IMC, porcentaje de grasa corporal, pliegues cutáneos, IAC



**Tabla 1** Características del estado de salud de niños y adolescentes de Bogotá, Colombia

Características <sup>a</sup>	Niños (n = 461)	Niñas (n = 460)	Total (n = 921)	p
Edad (años)	13,0 ± 2,6	13,0 ± 2,6	13,0 ± 2,6	0,970
Estatura (m)	1,51 ± 0,1	1,47 ± 0,1	1,49 ± 0,1	0,001
Peso (kg)	45,1 ± 12,9	44,9 ± 11,6	45,0 ± 12,3	0,798
Índice de masa corporal (kg/m <sup>2</sup> )	19,2 ± 3,0	20,1 ± 3,3	19,7 ± 3,2	0,001
<b>Estado nutricional por IMC, n (%)<sup>b</sup></b>				
Bajo peso	174 (37,8)	123 (26,7)	297 (32,3)	0,001
Normopeso	265 (57,6)	300 (65,2)	565 (61,4)	0,001
Sobrepeso	19 (4,1)	35 (7,6)	54 (5,9)	0,001
Obesidad	3 (0,5)	2 (0,4)	5 (0,4)	0,001
<b>Maduración sexual por Tanner, n (%)<sup>b</sup></b>				
1	141 (30,6)	164 (35,7)	305 (33,2)	0,309
2	159 (34,6)	158 (34,3)	317 (34,5)	0,458
3	161 (34,8)	138 (30,0)	299 (33,4)	0,674
Tensión arterial sistólica (mmHg)	106,3 ± 14,9	106,5 ± 13,2	106,4 ± 14,1	0,815
Tensión arterial diastólica (mmHg)	65,8 ± 10,5	65,8 ± 10,0	65,8 ± 10,2	0,929
Grasa corporal (%)	16,0 ± 7,1	24,3 ± 5,9	20,1 ± 7,7	0,001
Masa grasa (kg)	7,2 ± 4,3	11,5 ± 5,4	9,3 ± 5,3	0,001
Masa magra (kg)	37,8 ± 11,0	33,5 ± 6,9	35,6 ± 9,4	0,001
Masa muscular (kg)	35,8 ± 10,5	31,6 ± 6,6	33,7 ± 9,0	0,001
Pliegue tricipital (mm)	10,5 ± 4,1	16,9 ± 5,1	13,7 ± 5,6	0,001
Pliegue subescapular (mm)	9,0 ± 4,5	13,7 ± 4,8	11,3 ± 5,2	0,001
Σ pliegues (mm)	19,6 ± 8,1	30,6 ± 9,1	25,1 ± 10,2	0,001
Índice de adiposidad corporal (%)	25,2 ± 4,2	28,9 ± 16,9	27,0 ± 12,4	0,001
Circunferencia de cintura (cm)	65,3 ± 7,8	65,7 ± 7,6	65,5 ± 7,7	0,457
Circunferencia de cadera (cm)	80,2 ± 9,3	83,1 ± 9,7	81,7 ± 9,6	0,001
CFA (ml/kg/min <sup>-1</sup> )	44,1 ± 5,8	37,1 ± 4,5	40,6 ± 6,3	0,001
<b>Nivel de CFA por FITNESSGRAM 2011, n (%)<sup>b</sup></b>				
No saludable	185 (40)	321 (70)	506 (55)	0,001
Saludable	276 (60)	139 (30)	415 (45)	0,001

Los datos se presentaron como media ± desviación estándar excepto donde se indica.

<sup>a</sup> Diferencias con prueba ANOVA de una vía.

<sup>b</sup> Diferencias con prueba de ji cuadrado.

y circunferencias de cintura y cadera. Al separar por sexo, los niños ubicados en la categoría CFA saludable muestran valores más bajos que las niñas en las variables de porcentaje de grasa corporal (14,4 ± 5,6 vs. 23,5 ± 5,1), masa grasa (6,6 ± 3,2 vs. 10,2 ± 4,4), pliegue tricipital (9,8 ± 3,3 vs. 16,8 ± 4,5), pliegue subescapular (8,3 ± 3,2 vs. 12,1 ± 3,9) y Σ de pliegues cutáneos (8,3 ± 3,2 vs. 12,1 ± 3,9); p < 0,001. Por su parte, los niños con niveles saludables de CFA presentaron mayores valores en el componente de masa magra (39,8 ± 10,5 vs. 31,7 ± 6,0) y masa muscular (37,5 ± 10,1 vs. 29,8 ± 5,8) que las niñas (p < 0,001).

### Odds ratio de presentar menores valores de condición física aeróbica y alteraciones en las variables del estado de salud

En la población general, tras ajustar por edad, sexo y etapa de maduración, los escolares que se encontraban con valores no saludables de CFA según la clasificación del FITNESSGRAM de 2011 mostraron 6,06 veces (IC 95% 3,98-9,24) la oportunidad de presentar un porcentaje de grasa corporal elevado por bioimpedancia, y 6,65 (IC 95% 3,95-9,53) y 6,13 (IC 95%

2,43-15,47) incremento de la grasa corporal subcutánea en los pliegues tricipital y subescapular, respectivamente. De la misma forma, 4,04 veces (IC 95% 1,83-9,11) riesgo de sobrepeso/obesidad por IMC elevado, 4,36 veces (IC 95% 2,79-6,81) un IAC alto y 2,47 veces (IC 95% 1,14-5,37) presencia de obesidad abdominal por incremento en la medida de CC. Esta observación también fue hallada en el grupo de niñas, tras ajustar por edad y maduración sexual en las variables anteriormente mencionadas, mientras que en niños este comportamiento se presentó únicamente en las variables de composición corporal y distribución de grasa por obesidad central (odds ratio 4,18; IC 95% 1,62-10,80) y pliegue cutáneo subescapular (odds ratio 5,03; IC 95% 1,82-13,89) (fig. 1).

### Discusión

El presente estudio detecta una proporción del 66% de escolares con bajo nivel de CFA según criterios del FITNESSGRAM (2011)<sup>11,24</sup>. Al comparar por sexo, esta proporción se incrementa al 70% en el grupo de niñas, resultado muy superior al encontrado en Suramérica por Garber et al.<sup>5</sup>

**Tabla 2** Correlación parcial entre los niveles de condición física aeróbica por  $VO_2\text{máx}$  ( $\text{ml}/\text{kg}/\text{min}^{-1}$ ) y las características del estado de salud de niños y adolescentes de Bogotá, Colombia

Características	Modelo 1	Modelo 2 <sup>a</sup>
Peso (kg)	0,143**	0,080
Índice de masa corporal ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )	-0,290**	-0,107*
Tensión arterial sistólica (mmHg)	-0,075	0,188
Tensión arterial diastólica (mmHg)	-0,088	-0,073
Grasa corporal (%)	-0,433**	-0,197**
Masa grasa (kg)	-0,423**	-0,159**
Masa magra (kg)	0,587**	0,157**
Masa muscular (kg)	0,579**	0,139**
Pliegue tricipital (mm)	-0,415**	-0,251**
Pliegue subescapular (mm)	-0,441**	-0,212**
$\Sigma$ pliegues (mm)	-0,455**	-0,246**
Índice de adiposidad corporal (%)	-0,285**	-0,133**
Circunferencia de cintura (cm)	-0,173**	-0,169**
Circunferencia de cadera (cm)	-0,169	-0,029

<sup>a</sup> Ajustado por sexo, edad y maduración sexual.

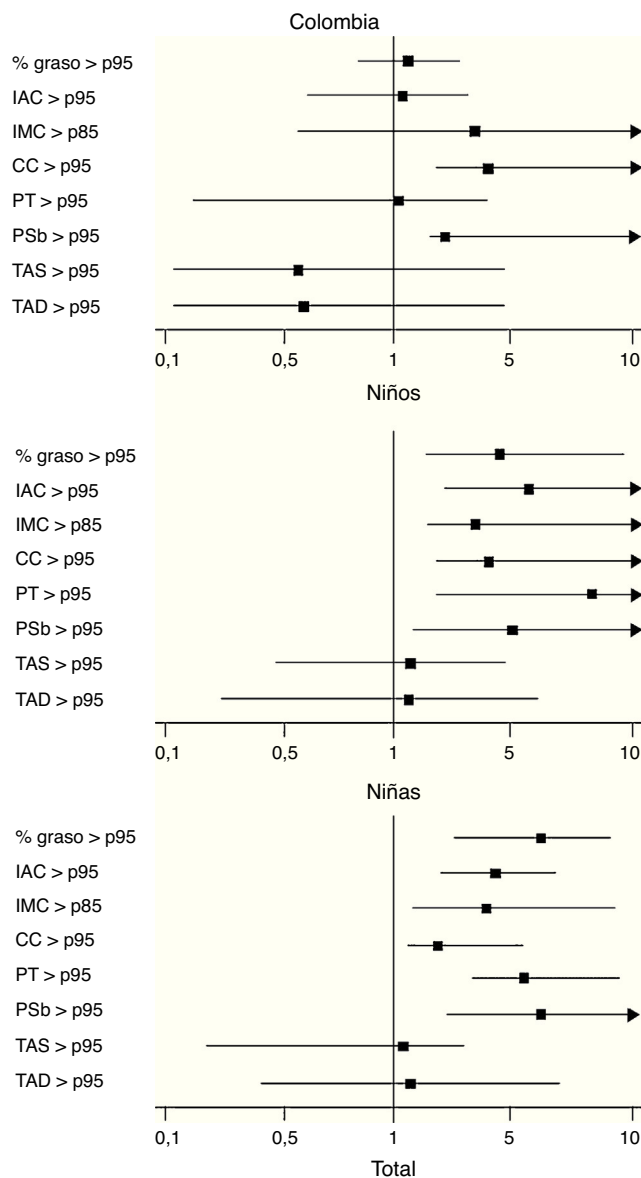
\*  $p < 0,05$ .

\*\*  $p < 0,01$ .

(30%) en escolares chilenos, por Secchi et al.<sup>25</sup> (49%) en Argentina y similar al reportado por Cohen et al.<sup>27</sup> (73%) y Aguilar et al.<sup>28</sup> (60%) en estudiantes de Bucaramanga y Cali, Colombia, respectivamente. Este valor también supera lo informado por Welk et al.<sup>30</sup> (23%) y Pate et al.<sup>31</sup> (35%) en Norteamérica, por Voss et al.<sup>32</sup> (25%) en Inglaterra y por Ortega et al.<sup>35</sup> (23%) en la Unión Europea (tabla 4). Con estos hallazgos podríamos afirmar que aproximadamente dos tercios de los participantes tuvo un nivel de capacidad aeróbica indicativo de riesgo cardiovascular futuro.

No obstante, la alta prevalencia general –y en especial del grupo de niñas– de CFA poco saludable en este estudio es consistente con el creciente cuerpo de evidencia de transición epidemiológica<sup>37</sup>, ambiente construido<sup>38</sup> y doble carga de malnutrición<sup>39</sup> en población colombiana. Los cambios en los hábitos nutricionales y en los niveles de actividad física son las características más notables en relación con la acelerada transición económica que sufren los países en desarrollo en los últimos años. La urbanización se relaciona con el gasto energético que atañe a las actividades cotidianas debido a la mecanización de las mismas en el medio urbano, pero en especial por la mecanización de las actividades recreativas, sobre todo en los niños, quienes sustituyen los juegos tradicionales de mucha actividad física y con gran gasto energético por los sedentarios frente al televisor y a los aparatos de juegos electrónicos<sup>40</sup>.

Al mismo tiempo, la prevalencia de un estilo de vida sedentario ha aumentado. En las Américas, un 43,0% de la población es inactiva. Esta prevalencia de inactividad física



**Figura 1** Capacidad predictiva de la condición física aeróbica con alteraciones en las variables del estado de salud por sexo y total de escolares de Bogotá, Colombia.

CC: circunferencia de cintura; IAC: índice de adiposidad corporal; IMC: índice de masa corporal; PSb: pliegue subescapular; PT: pliegue tricipital; p95: percentil 95; TAD: tensión arterial diastólica; TAS: tensión arterial sistólica; % grasa: porcentaje de grasa corporal.

en las mujeres varía entre el 17,0% de Guatemala y el 70,9% de Argentina, y entre un 15,3 y un 65,8% en los hombres en estos mismos países<sup>41</sup>. En Colombia, la prevalencia nacional de cumplimiento de las recomendaciones de dedicar 150 min a la actividad física moderada por semana fue de un 53,5% en 2010<sup>1</sup>.

En 2007, según la Encuesta Mundial de Salud a Escolares<sup>42</sup> aplicada en 5 ciudades de Colombia, el 15% de los adolescentes de 13 a 15 años de edad eran físicamente activos. En todas las ciudades los niveles de actividad física reportada fueron mayores en hombres que

**Tabla 3** Diferencias en las variables del estado de salud entre los grupos con condición física aeróbica (CFA) no saludable y saludable en niños y adolescentes de Bogotá, Colombia

Características	Grupo	CFA		
		No saludable	Saludable	p <sup>a</sup>
Peso (kg)	Niños	46,4 ± 12,3	43,4 ± 13,7 <sup>b</sup>	0,014
	Niñas	45,3 ± 11,7	41,1 ± 11,4	0,019
	Total	44,7 ± 12,4	45,6 ± 12,3	0,298
Índice de masa corporal (kg/m <sup>2</sup> )	Niños	19,9 ± 4,6	19,0 ± 2,6	0,010
	Niñas	20,3 ± 3,4	19,2 ± 2,6	0,045
	Total	20,1 ± 3,8	19,0 ± 2,6	< 0,0001
Tensión arterial sistólica (mmHg)	Niños	106,0 ± 14,3	106,6 ± 15,4	0,689
	Niñas	107,0 ± 13,4	102,3 ± 10,2	0,022
	Total	106,7 ± 13,7	105,9 ± 14,8	0,435
Tensión arterial diastólica (mmHg)	Niños	66,1 ± 10,3	65,6 ± 10,7	0,587
	Niñas	65,9 ± 10,1	65,3 ± 9,4	0,659
	Total	66,0 ± 10,2	65,5 ± 10,5	0,516
Grasa corporal (%)	Niños	18,3 ± 8,4	14,4 ± 5,6 <sup>b</sup>	< 0,0001
	Niñas	24,4 ± 6,0	23,5 ± 5,1	0,324
	Total	22,5 ± 7,4	15,8 ± 6,4	< 0,0001
Masa grasa (Kg)	Niños	8,2 ± 5,4	6,6 ± 3,2 <sup>b</sup>	< 0,0001
	Niñas	11,9 ± 7,4	10,2 ± 4,4	0,131
	Total	10,7 ± 7,0	7,2 ± 3,6	< 0,0001
Masa magra (kg)	Niños	35,3 ± 11,3	39,8 ± 10,5	< 0,0001
	Niñas	33,7 ± 7,0	31,7 ± 6,0	0,056
	Total	34,2 ± 8,6	38,6 ± 10,3	< 0,0001
Masa muscular (Kg)	Niños	33,4 ± 10,8	37,5 ± 10,1 <sup>b</sup>	< 0,0001
	Niñas	31,9 ± 6,7	29,8 ± 5,8	0,039
	Total	32,4 ± 8,2	36,4 ± 9,9	< 0,0001
Pliegue tricipital (mm)	Niños	11,5 ± 5,0	9,8 ± 3,3 <sup>b</sup>	< 0,0001
	Niñas	16,9 ± 5,2	16,8 ± 4,5	0,901
	Total	15,2 ± 5,7	10,9 ± 4,3	< 0,0001
Pliegue subescapular (mm)	Niños	10,2 ± 5,8	8,3 ± 3,2 <sup>b</sup>	< 0,0001
	Niñas	13,9 ± 4,9	12,1 ± 3,9	0,015
	Total	12,7 ± 5,5	8,9 ± 3,5	< 0,0001
Σ pliegues (mm)	Niños	21,7 ± 10,3	18,2 ± 5,8 <sup>b</sup>	< 0,0001
	Niñas	30,8 ± 9,2	28,9 ± 8,0	0,173
	Total	27,9 ± 10,5	19,7 ± 7,3	< 0,0001
Índice de adiposidad corporal (%)	Niños	27,0 ± 4,6	24,0 ± 3,4	< 0,0001
	Niñas	28,3 ± 3,6	27,0 ± 3,7	0,019
	Total	27,9 ± 4,0	24,5 ± 3,6	< 0,0001
Circunferencia de cintura (cm)	Niños	65,9 ± 9,0	64,9 ± 6,8	0,201
	Niñas	65,9 ± 7,6	64,3 ± 8,2	0,174
	Total	65,9 ± 8,0	64,8 ± 7,0	0,050
Circunferencia de cadera (cm)	Niños	80,6 ± 8,8	79,8 ± 10,2	0,338
	Niñas	83,6 ± 9,8	79,6 ± 8,1	0,008
	Total	82,4 ± 10,1	80,5 ± 8,7	0,005

El nivel de condición física aeróbica (no saludable y saludable) se agrupó de acuerdo con los criterios de referencia del FITNESSGRAM<sup>11</sup>. Los datos se presentaron como media ± desviación estándar.

<sup>a</sup> Diferencias por grupo de condición física aeróbica.

<sup>b</sup> Diferencias por sexo.

en mujeres. Esto es un hallazgo consistente en encuestas internacionales y nacionales sobre actividad física en escolares y que también ha sido reportado en adultos en Bogotá<sup>1,41</sup>. También coincide con lo encontrado por Pate et al.<sup>31</sup> en escolares de Norteamérica. Estos autores consideran 4 niveles determinantes –fisiológico, psicológico, sociocultural y ecológico– que influyen en la

actividad física. Por ejemplo, los determinantes fisiológicos de la actividad física entre los niños y jóvenes incluyen la edad, el sexo y el grupo étnico. Específicamente se ha encontrado que las niñas son menos activas que los niños, los niños mayores y los adolescentes menos activos que los niños más pequeños, y las niñas afrodescendientes menos activas que las niñas blancas<sup>9,15,16</sup>. La posible

**Tabla 4** Prevalencia de condición física no saludable entre escolares de Bogotá, Colombia, y estudios citados

País	Año	Punto de corte	Población, %	
			Niños	Niñas
<i>Suramérica</i>				
Estudio actual (Colombia)	2015	FITNESSGRAM 2011	40	70
Argentina <sup>25</sup>	2014	FITNESSGRAM 2011	11	49
Chile <sup>5</sup>	2014	FITNESSGRAM 2011	15	30
Colombia (Bogotá) <sup>26</sup>	2008	FITNESSGRAM 2004	37	-
Colombia (Bucaramanga) <sup>27</sup>	2014	FITNESSGRAM 2011	72	73
Colombia (Cali) <sup>28</sup>	2011	FITNESSGRAM 2004	52	60
<i>Norteamérica</i>				
EE. UU. (California) <sup>29</sup>	2013	FITNESSGRAM 2011	28	44
EE. UU. (Midwest) <sup>30</sup>	2011	FITNESSGRAM 2011	26	23
EE. UU. <sup>31</sup>	1999-2002	FITNESSGRAM 2004	35	35
<i>Europa</i>				
Inglaterra (East) <sup>32</sup>	2013	FITNESSGRAM 2011	12	25
Suecia <sup>33</sup>	2008	FITNESSGRAM 2004	9	20
España <sup>34</sup>	2005	FITNESSGRAM 2004	19	17
Unión Europea <sup>35</sup>	2008	FITNESSGRAM 2004	39	43
<i>Australia</i> <sup>36</sup>	1985-2009	FITNESSGRAM 2004	29	23

disparidad de sexo y sociocultural puede ayudar a explicar, en parte, la alta prevalencia de la CFA poco saludable observada en las niñas del presente estudio. No obstante, se necesitan trabajos que incluyan las barreras percibidas de la actividad física, los determinantes ecológicos de la actividad física como el acceso a los espacios de juego, los establecimientos, la disponibilidad de equipos, la ingesta dietética, el tabaquismo y el estrato socioeconómico para comprender la multitud de factores que pueden influir en los modelos de actividad física de los escolares evaluados.

Como fue descrito anteriormente, un índice bajo de CFA se considera un fuerte factor predictor de enfermedades cardiovasculares, no solo en sujetos con sobrepeso u obesidad, sino también en aquellos con un peso adecuado<sup>5,9,25</sup>. En términos de promoción de la salud y prevención de la enfermedad cardiometabólica, poseer una baja CFA es potencialmente patológico y sitúa al sujeto ante un cierto riesgo independiente de enfermedad no transmisible<sup>5</sup>. En este sentido, hemos evaluado la coexistencia de otros factores de riesgo cardiovascular con el objeto de demostrar la capacidad predictiva de la CFA.

Los datos del presente estudio mostraron que los niños y adolescentes con capacidad aeróbica saludable, en general, tuvieron mejores valores en los componentes morfológicos y de salud estudiados (tablas 3 y 4). Además, presentaron menores valores en los indicadores de adiposidad corporal como porcentaje de grasa, masa grasa y pliegues cutáneos, los cuales son factores que están relacionados con un mejor perfil lipídico-metabólico<sup>25</sup>. Sobre este hallazgo, el trabajo de de Ortega et al.<sup>33,34</sup> demostró una correlación inversa entre la CFA y alteraciones del metabolismo lipídico, independiente de los niveles de actividad física, en el estudio Alimentación y Valoración del Estado Nutricional en Adolescentes (estudio AVENA), realizado en 5 centros españoles (Granada, Madrid, Murcia, Santander y Zaragoza), justificando que la medición de la condición física aeróbica podría

representar una medida adicional en la predicción del riesgo cardiometabólico en el ámbito escolar. Esta evidencia pone al profesor de Educación Física en un rol de promotor de salud de sus alumnos. De esta manera, el ámbito escolar constituye un espacio privilegiado para promover hábitos de ejercicio y preservar la salud cardiovascular<sup>25</sup>.

Algunos aspectos deben ser tenidos en cuenta como limitantes del presente estudio. Por ejemplo, el tamaño de la muestra, las características propias de la población, el diseño del trabajo y el tipo de muestreo pueden ser considerados fuentes potenciales de sesgos. Tampoco fueron incluidas otras variables que pueden estar asociadas al perfil de riesgo cardiometabólico, tales como la etnia, aspectos socioeconómicos, nutricionales, sociales y niveles de actividad física directos. La autodeclaración del Tanner, a pesar de la buena correlación que tiene con la medición directa, se considera como otra limitación del estudio<sup>22,23</sup>. A pesar de las limitaciones, no existen argumentos para creer que las relaciones descritas ocurran exclusivamente en la población de la que procede nuestra muestra, pues se observó convergencia de los resultados con datos descritos en otros estudios nacionales e internacionales<sup>3,5,6,8,13,14,25,27</sup>. Por lo tanto, estas limitaciones no comprometen los resultados obtenidos en este reporte.

Como fortaleza, destacamos la capacidad predictiva del punto de corte propuesto por el grupo FITNESSGRAM del Cooper Institute<sup>11</sup> y usado en este trabajo, que parte de umbrales de riesgo cardiovascular bien establecidos para la población escolar, estimando el ritmo de deterioro que se produce en el VO<sub>2</sub>máx a partir de la niñez y adolescencia, así como la coexistencia de otras variables relacionadas a obesidad infantil que supondrían un riesgo cardiovascular en edades futuras. Destacamos también que, hasta la fecha, este es uno de los primeros estudios realizados en población latina que describe explícitamente el marco conceptual a partir del cual se pueda aplicar la batería



ALPHA-FITNESS<sup>13</sup> (componente motor y morfológico), junto con la medición de los componentes de adiposidad y grasa corporal.

Como estrategia de vigilancia epidemiológica de la condición física escolar, el presente estudio mostró una alta prevalencia de escolares con bajo nivel de CFA, según los criterios del FITNESSGRAM<sup>11</sup>. A pesar de su importancia, este indicador de riesgo metabólico y cardiovascular todavía no forma parte del protocolo de evaluación en los escolares y adolescentes en las diversas regiones de Colombia.

En conclusión y en opinión de los autores, se recomienda incluir la evaluación del parámetro de CFA junto con la determinación convencional de otros factores de riesgo tradicionales en la prevención y tratamiento de los factores de riesgo asociados a enfermedad cardiometabólica en las instituciones de educación del Distrito Bogotá. Es importante que los programas nacionales y las futuras intervenciones que promuevan incrementar los niveles de actividad física en Colombia consideren las desigualdades por sexo, así como los factores asociados a ellas, para contribuir de esta manera a la disminución de las diferencias en la salud. Se requieren estudios observacionales con un mayor tamaño de muestra, y especialmente estudios longitudinales y prospectivos, para constatar los resultados obtenidos en este trabajo.

## Financiación

El presente trabajo forma parte del Proyecto FUPRECOL (Asociación de la Fuerza Prensil con Manifestaciones Temperanas de Riesgo Cardiovascular en Niños y Adolescentes Colombianos) financiado por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación Colciencias, Contrato N° 122265743978.

## Conflicto de intereses

Los autores del estudio declaran no tener conflicto de interés.

## Agradecimientos

Queremos expresar un especial agradecimiento a los investigadores de la Universidad del Rosario (Centro de Estudios en Medición de la Actividad Física) y a la Universidad Santo Tomás (Grupo CICAEDS) por el apoyo técnico, entrenamiento en las pruebas y asesoramiento en las mediciones de campo. A la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad Manuela Beltrán la financiación de los equipos de medición en campo y el apoyo administrativo.

## Bibliografía

- Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF). Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia. Bogotá: ICBF; 2010 [consultado Feb 2015]. Disponible en: <http://www.icbf.gov.co/portal/page/portal/Descargas1/Resumenfi.pdf>
- World Health Organization (WHO). Diet and physical activity: A public health priority. Geneva, Switzerland; 2008.
- Hasselstrøm H, Hansen SE, Froberg K, Andersen LB. Physical fitness and physical activity during adolescence as predictors of cardiovascular disease risk in young adulthood. *Danish Youth and Sports Study. An eight-year follow-up study.* *Int J Sports Med.* 2002;23 Suppl 1:527-31.
- Amin TT, Al-Hammam AM, AlMulhim NA, Al-Hayan MI, Al-Mulhim MM, Al-Mosabeh MJ, et al. Physical activity and cancer prevention: Awareness and meeting the recommendations among adult Saudis. *Asian Pac J Cancer Prev.* 2014;15:2597-606.
- Garber MD, Sajuria M, Lobelo F. Geographical variation in health-related physical fitness and body composition among Chilean 8th graders: A nationally representative cross-sectional study. *PLoS One.* 2014;9:e108053.
- Janz KF, Dawson JD, Mahoney LT. Increases in physical fitness during childhood improve cardiovascular health during adolescence: The Muscatine Study. *Int J Sports Med.* 2002;23 Suppl 1:515-21.
- Castillo-Garzón MJ, Ruiz JR, Ortega FB, Gutierrez-Sainz A. A Mediterranean diet is not enough for health: Physical fitness is an important additional contributor to health for the adults of tomorrow. *World Rev Nutr Diet.* 2007;97:114-38.
- Andersen LB, Hasselstrøm H, Grønfeldt V, Hansen SE, Karsten F. The relationship between physical fitness and clustered risk, and tracking of clustered risk from adolescence to young adulthood: Eight years follow-up in the Danish Youth and Sport Study. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2004;1:6.
- Pate RR, O'Neill JR, Brown WH, McIver KL, Howie EK, Dowda M. Top 10 research questions related to physical activity in preschool children. *Res Q Exerc Sport.* 2013;84:448-55.
- Adam C, Klissouras V, Ravazzolo M, Renson R, Tuxworth W. Eurofit: European test of physical fitness. Rome: Council of Europe, Committee for the Development of Sport; 1988.
- Morrow JR Jr, Martin SB, Jackson AW. Reliability and validity of the FITNESSGRAM: Quality of teacher-collected health-related fitness surveillance data. *Res Q Exerc Sport.* 2010;813 Suppl:S24-30.
- American Alliance for Health, Physical Educations, Recreation and Dance (AAHPERD). Health related physical fitness manual. Washington: AAHPERD; 1980.
- Ruiz JR, Castro-Piñero J, España-Romero V, Artero EG, Ortega FB, Cuenca MM, et al. Field-based fitness assessment in young people: The ALPHA health-related fitness test battery for children and adolescents. *Br J Sports Med.* 2011;45:518-24.
- Ruiz JR. Health-related fitness assessment in childhood and adolescence: A European approach based on the AVENA, EYHS and HELENA studies. *J Public Health.* 2006;14:269-77.
- Mancipe Navarrete JA, Garcia Villamil SS, Correa Bautista JE, Meneses-Echávez JF, González-Jiménez E, Schmidt Rio-Valle J. Effectiveness of educational interventions conducted in latin america for the prevention of overweight and obesity in scholar children from 6-17 years old; a systematic review. *Nutr Hosp.* 2014;31:102-14.
- Dobbins M, Husson H, DeCorby K, LaRocca RL. School-based physical activity programs for promoting physical activity and fitness in children and adolescents aged 6 to 18. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013;2:CD007651.
- Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal M, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: International survey. *BMJ.* 2000;320:1240-3.
- Léger LA, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *J Sports Sci.* 1988;6:93101.
- Kavey RE, Daniels SR, Lauer RM, Atkins DL, Hayman LL, Taubert K, American Heart Association. American Heart Association guidelines for primary prevention of atherosclerotic cardiovascular disease beginning in childhood. *Circulation.* 2003;107:1562-6.
- Hayman LL, Himmelfarb CD. Cardiovascular health promotion and risk reduction in children and adolescents: The new integrated guidelines. *J Cardiovasc Nurs.* 2012;27:197-200.

21. Bergman RN, Stefanovski D, Buchanan TA, Sumner AE, Reynolds JC, Sebring NG, et al. A better index of body adiposity. *Obesity* (Silver Spring). 2011;19:1083–9.
22. Tanner JM. *Growth at adolescence*. 2nd ed. London, Oxford: Blackwell Scientific Publication; 1962.
23. Maheca Matsudo SM, Rodrigues Matsudo VK. Self-assessment and physician assessment of sexual maturation in Brazilian boys and girls: Concordance and reproducibility. *Am J Hum Biol*. 1994;6:451–5.
24. Welk GJ, Laurson KR, Eisenmann JC, Cureton KJ. Development of youth aerobic-capacity standards using receiver operating characteristic curves. *Am J Prev Med*. 2011;41 4 Suppl 2:S111–6.
25. Secchi JD, García GC, España-Romero V, Castro-Piñero J. Physical fitness and future cardiovascular risk in Argentine children and adolescents: An introduction to the ALPHA test battery. *Arch Argent Pediatr*. 2014;112:132–40.
26. Tovar G, Poveda JG, Pinilla MI, Lobelo F. Sobrepeso, inactividad física y baja condición física en un colegio de Bogotá, Colombia. *Arch Latinoam Nutr*. 2008;58:265–73.
27. Cohen DD, Gomez-Arbelaez D, Camacho PA, Pinzon S, Hormiga C, Trejos-Suarez J, et al. Low muscle strength is associated with metabolic risk factors in Colombian children: The ACFIES study. *PLoS One*. 2014;9:e93150.
28. Aguilar AC, Pradilla A, Mosquera M, Gracia AB, Ortega JG, Leiva JH, et al. Percentile values for physical condition for Cali, Colombian children and adolescents. *Biomedica*. 2011;31:242–9.
29. 2012-2013 California Physical Fitness Report. Overall - Summary of results. Sacramento, CA: California Department of Education [consultado 1 Feb 2014]. Disponible en: <http://data1.cde.ca.gov/dataquest/PhysFitness/PFTDN/Summary2011.aspx?r=0&t=4&y=2012-13&c=00000000000000&n=0000>
30. Welk GJ, de Saint-Maurice Maduro PF, Laurson KR, Brown DD. Field evaluation of the new FITNESSGRAM® criterion-referenced standards. *Am J Prev Med*. 2011;41 4 Suppl 2:S131–42.
31. Pate RR, Wang CY, Dowda M, Farrell SW, O'Neill JR. Cardiorespiratory fitness levels among US youth 12 to 19 years of age: Findings from the 1999-2002 National Health and Nutrition Examination Survey. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2006;160:1005–12.
32. Voss C, Ogunleye AA, Sandercock GRH. Physical Activity Questionnaire for Children and Adolescents: English norms and cut-points. *Pediatr Int*. 2013;55:498–507.
33. Ortega FB, Ruiz JR, Hurtig-Wennlöf A, Sjöström M. Physically active adolescents are more likely to have a healthier cardiovascular fitness level independently of their adiposity status The European youth heart study. *Rev Esp Cardiol*. 2008;61:123–9.
34. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Moreno LA, González-Gross M, Wärnberg J, et al. Low level of physical fitness in Spanish adolescents. Relevance for future cardiovascular health (AVENA study). *Rev Esp Cardiol*. 2005;58:898–909.
35. Ortega FB, Artero EG, Ruiz JR, España-Romero V, Jimenez-Pavon D, Vicente-Rodriguez G, et al. Physical fitness levels among European adolescents: The HELENA study. *Br J Sports Med*. 2011;45:20–9.
36. Catley MJ, Tomkinson GR. Normative health-related fitness values for children: Analysis of 85347 test results on 9-17-year-old Australians since 1985. *Br J Sports Med*. 2013;47:98–108.
37. González SA, Sarmiento OL, Cohen DD, Camargo DM, Correa JE, Páez DC, et al. Results from Colombia's 2014 Report card on physical activity for children and youth. *J Phys Act Health*. 2014;11 Suppl 1:S33–44.
38. Salvo D, Reis RS, Sarmiento OL, Pratt M. Overcoming the challenges of conducting physical activity and built environment research in Latin America: IPEN Latin America. *Prev Med*. 2014;69 Suppl 1:S86–92.
39. Sarmiento OL, Parra DC, González SA, González-Casanova I, Forero AY, Garcia J. The dual burden of malnutrition in Colombia. *Am J Clin Nutr*. 2014;100:1628S–35S.
40. López-Jaramillo P. La epidemia de las enfermedades cardiometabólicas en Latinoamérica: características diferentes que requieren acciones particulares. *Rev Colomb Cardiol*. 2008;15:153–60.
41. González S, Lozano O, Ramírez A. Physical activity levels among Colombian adults: Inequalities by gender and socioeconomic status. *Biomedica*. 2014;34:447–59.
42. Piñeros M, Pardo C. Actividad física en adolescentes de cinco ciudades colombianas: resultados de la Encuesta Mundial de Salud a Escolares. *Rev Salud Publica*. 2010;12:903–91.