

Percentiles de condición física de niños y adolescentes de Santiago de Cali, Colombia

Ana Cecilia Aguilar^{1*}, Alberto Pradilla^{1,2*}, Mildrey Mosquera¹, Ana Beatriz Gracia¹, José Guillermo Ortega^{1*}, Jaime Humberto Leiva³, Robinson Ramírez-Vélez^{1*}

¹ Escuela de Ciencias Básicas, Universidad del Valle, San Fernando, Cali, Colombia

² Escuela de Salud Pública, Universidad del Valle, San Fernando, Cali, Colombia

³ Departamento de Educación Física y Deporte, Universidad del Valle, San Fernando, Cali, Colombia

* Estos autores contribuyeron de igual manera a la elaboración del manuscrito.

Introducción. Muchos estudios han mostrado la relación entre la condición física durante la infancia y adolescencia y el riesgo cardiovascular en la edad adulta.

Objetivos. Determinar los valores por edad y sexo de la condición física de niños y adolescentes de 10 a 16 años de Cali, Colombia.

Materiales y métodos. Se llevó a cabo un estudio descriptivo en 1.773 niños y adolescentes de ambos sexos, 865 niños y 908 niñas, pertenecientes al estudio *Identificación de factores de riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles del adulto en la población escolarizada de 10 a 16 años en el Municipio de Cali, Colombia (IFRECNTEC)*, a quienes se les determinó la condición física con la prueba de capacidad física de trabajo a una frecuencia cardiaca de 170 por minuto (*Physical Working Capacity, the workload at a heart rate of 170 bpm, PWC170*), como marcador del volumen máximo de oxígeno (VO_{2max}). Se calcularon los valores percentiles (5, 25, 50, 75, 90 y 95) con el método de los mínimos cuadrados (*Least Mean Squares, LMS*) por curvas centiles que representan la asimetría, la mediana y la variabilidad, utilizando el paquete estadístico *Growth Analyzer*®.

Resultados. Se presentan los datos percentiles de la condición física en menores de 10 a 16 años, por primera vez en esta población. En los de sexo masculino, el percentil 50 medido con la prueba de PWC170 (VO_{2max}) se situó entre 49 y 43 ml/kg por minuto, y en las de sexo femenino, entre 52 y 40 ml/kg por minuto. Por otro lado, hay una tendencia a la disminución (~10 %) en el percentil 50, en adolescentes de ambos sexos de 16 años de edad por VO_{2max} estimado. En general, en el sexo masculino hay más heterogeneidad que en el femenino, en términos de condición física mediante el VO_{2max} .

Conclusión. Los resultados obtenidos en el presente estudio permiten evaluar e interpretar correctamente la condición física de niños y adolescentes de 10 a 16 años. También, indican que la condición física de este grupo de edad en Colombia, se debe mejorar para ayudar a protegerlos contra las enfermedades cardiovasculares en la edad adulta.

Palabras clave: acondicionamiento físico, niño, adolescente, Colombia.

Percentile values for physical condition for Cali, Colombian children and adolescents

Introduction. Baseline data for physical condition are not available for adolescents in Cali, Colombia.

Objective. This study aimed to develop representative age- and sex- specific percentile baseline data for physical condition ($mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) for urban adolescents aged 10-16 years.

Materials and methods. The sample ($n=1,773$) consisted of 865 males and 908 females from the cross-sectional population survey, the IFRECNTEC Study (Identification of Risk Factors of Non-Transmissible Adult Chronic Diseases in School-age Populations in the City of de Cali), for whom the data for physical condition were recorded. Smoothed age- and sex- specific 5th, 25th, 50th, 75th, 90th and 95th centile values were derived using least mean squares regression analysis.

Results. Percentile-based reference data for physical condition were presented for adolescent Colombian boys and girls for the first time. In males, the p50 of the PWC-170 (VO_{2max}) ranged 49-43, and in females 52-40. A decreasing trend (~10%) in the p50 was seen in both sexes over 16 years of age. In general, more heterogeneity was present among males than females in terms of physical aptitude through VO_{2max} test.

Conclusion. The results established a baseline level of physical condition in adolescents that can be interpreted as an indicator of future cardiovascular health. They also recommend that the physical condition of Colombian adolescents must be improved to protect against cardiovascular disease in adulthood.

Key words: Physical fitness, child, adolescent, Colombia.

Muchos estudios en niños y adolescentes obesos han mostrado la relación entre una mala condición física y el futuro desarrollo de enfermedad cardiovascular (1,2). Asimismo, las tasas de mortalidad en personas con mejor condición física es menor que la de aquellas con hábitos sedentarios (3,4). Es por eso que, en la actualidad, la inactividad física se considera un importante problema de salud pública a nivel mundial, debido a sus graves implicaciones para la salud. Los datos de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) para el 2005 registraron que, aproximadamente, 170.000 muertes en América Latina y el Caribe son ocasionadas por un estilo de vida sedentario (5). En Colombia, en la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional (ENSIN) (6), se estimó una prevalencia de actividad física mínima de 26 % en adolescentes entre los 13 y 17 años, siendo mayor en hombres que en mujeres (27,6 % y 24,2 %, respectivamente). Específicamente por regiones, la inactividad física alcanza cifras de 53 % en Bogotá y de 79,5 % en Cali.

La obesidad y un estado inflamatorio de bajo grado, junto a una menor condición física, medida por el consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}), se consideran factores de riesgo para el síndrome metabólico y el desarrollo de resistencia a la insulina (7,8). Son escasas las investigaciones que han descrito los valores de condición física, medida por el VO_{2max} en niños y adolescentes, lo que dificulta la identificación temprana de factores de riesgo cardiovasculares y metabólicos en estas edades.

Recientemente, los resultados de estudios transversales en niños y adolescentes de España (9), Países Bajos (10), Bélgica (11), Dinamarca (12,13), Australia (14), Grecia (15), Suecia (16), Portugal (17), Arabia Saudí (18), Japón (19), China (20) y Estados Unidos (21,22), han puesto de manifiesto un progresivo y alarmante deterioro en la condición física (9), lo cual se atribuye principalmente al incremento del sedentarismo en las sociedades industrializadas (9).

Recientemente, Ortega *et al.* (23) estimaron la condición física en 3.428 adolescentes de 10

ciudades europeas. Los resultados mostraron una mejor condición física en los varones conforme aumentaba la edad, mientras que la condición física en las hembras era más estable a través de las edades. Autores como Eisenmann *et al.* (22) afirman que esta tendencia sólo se ha producido en el caso de las adolescentes de 15 años o más. En consecuencia, para valorar el futuro riesgo cardiovascular y metabólico en forma temprana, dicha evaluación debe comenzar necesariamente en la infancia y la adolescencia. En Colombia, las propuestas al respecto para esta población son escasas.

El propósito de este estudio fue determinar los valores por edad y sexo de la condición física de niños y adolescentes de 10 a 16 años del Valle del Cauca, Colombia.

Materiales y métodos

Población y diseño de estudio

Se realizó un estudio descriptivo de corte transversal en una población urbana escolarizada entre los 10 y los 16 años de edad, de ambos sexos. Con el objetivo de poder establecer comparaciones estadísticamente significativas entre dichas celdas, un nivel de significancia de 5 % y un poder de 80 %, se calculó un tamaño de muestra de 40 observaciones por cada una de las celdas, para un total de 2.880 individuos (24).

Para la selección de la muestra, se estimó el número total de estudiantes por sexo y estrato socioeconómico de un listado de los establecimientos educativos inscritos en la secretaría de educación municipal del Valle del Cauca. Por muestreo probabilístico y por etapas, se seleccionaron agregados (colegios) por proporcionalidad al tamaño para cada grupo así:

$$n = \frac{2\sigma^2(Z(1-\alpha/2) + Z(1-\beta/2))^2}{\mu_1 - \mu_2} = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sigma} = 0,8$$

$$n = \frac{2\sigma^2(Za/2 + Zb)^2}{d^2} \quad n = \frac{2(1,96 + 1,64)^2}{(0,8)^2} = 40$$

Para comparar la media de dos grupos, se incluyeron cuatro valores: a y b (nivel del error de tipo I y II), σ (la desviación estándar de la variable) y d^* (la diferencia entre los dos grupos que debe detectarse).

Los establecimientos se seleccionaron en cada estrato hasta completar el número deseado. En

Correspondencia:

Robinson Ramírez-Vélez, Departamento de Ciencias Fisiológicas, Escuela de Ciencias Básicas, Universidad del Valle, Calle 4B N° 36-00, edificio 116, San Fernando, Cali, Colombia.

Teléfono: (+57) 518 5603
robin640@hotmail.com

Recibido: 10/08/10; aceptado: 24/03/11

este estudio se tuvieron en cuenta los registros de 1.773 niños y adolescentes de ambos sexos, 865 varones y 908 hembras, con edades entre los 10 y 16 años (6).

Recolección de la información

Se conformaron y estandarizaron dos grupos de trabajo conformados por nutricionistas y enfermeras profesionales supervisados por el grupo investigador. A cada uno de los participantes se le practicó un examen médico y un examen físico para estimar la condición física mediante la prueba de capacidad física de trabajo a una frecuencia cardiaca de 170 por minuto (PWC170) (25) en kilogramos por minuto = $n1 + (n2-n1) \times (170-f1)/(f2-f1)$, donde: n1 es el valor de la primera carga; n2, el valor de la segunda carga; f1, la frecuencia cardiaca de la primera carga; y f2, la frecuencia cardiaca de la segunda carga.

Para la determinación del PW170, se desarrolló la prueba del escalón en dos tiempos, que consistía en subir y bajar un escalón de altura variada de acuerdo con las posibilidades del sujeto a una frecuencia de 20 pasos por minuto para la primera carga de 3 minutos y de 30 pasos para la segunda carga de igual tiempo, con 1 minuto de descanso entre las dos.

Se derivó el consumo máximo de oxígeno con la ecuación ($VO_{2max} = PWC170 \times 1,7 + 1240$ en ml/kg por minuto) (26). La frecuencia cardiaca durante el procedimiento se estableció con pulsímetros digitales (Polar 610si®). El peso en kg y un decimal, y la talla en cm y un decimal, se tomaron en condiciones estandarizadas con el mínimo de ropa.

Con los datos obtenidos se estimaron la media, desviación estándar y distribución del valor Z de talla-edad, peso-edad y peso-talla. Además, se calculó el índice de masa corporal (IMC).

Las citadas medidas se tomaron con dispositivos homologados y de acuerdo con las normas del programa biológico internacional, elaborado por el *Internacional Council of Scientific Unions*, que recopila los procedimientos esenciales para el estudio biológico de las poblaciones humanas (27).

Consideraciones éticas

El estudio se llevó a cabo siguiendo las normas deontológicas reconocidas por la declaración de Helsinki y la normativa legal vigente colombiana que regula la investigación clínica en humanos (Resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud

de Colombia). El estudio fue aprobado por el Comité de Ética en humanos de la Universidad del Valle. En cada una de las instituciones seleccionadas, se solicitó a directivos y padres su participación. Los padres y responsables del participante firmaron un consentimiento informado por escrito, antes de incluirlo en el estudio.

Análisis de datos

El análisis estadístico se llevó a cabo con el *software* SPSS®, 14.0. Para analizar la variabilidad ontogénica y sexual, se efectuaron previamente pruebas de normalidad mediante las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk. Se calcularon percentiles del VO_{2max} con el método de los mínimos cuadrados (*least mean squares*, LMS) (28) en función de la edad por las curvas L, M y S, que representan la asimetría, la mediana y la variabilidad, respectivamente, utilizando el paquete estadístico *Growth Analyzer*® y LMS de acceso libre para la construcción de curvas percentiles para variables antropométricas y biológicas con comportamiento continuo, y puede ser consultado directamente en el *Dutch Growth Foundation* (versión 2, *Dutch Growth Foundation*, 2001-2003) y el *Institute of Child Health* (Londres), (URL: <http://www.growthanalyser.org>).

Resultados

La media de talla alcanzada para toda la población fue inferior a la de la población de referencia internacional (CDC-OMS) con Z de -0,56, y 6,3 % de los casos por debajo de dos desviaciones estándar (DE). En las medidas de masa corporal (IMC) se encontró una distribución desviada hacia la derecha en relación con las poblaciones de referencia. El promedio del puntaje Z de peso para la talla, estaba ubicado alrededor de cero en la población total (+0,11), con 1,7 % de la población total por debajo de 2 DE y 7,4 % por encima de 2 DE. No se observaron casos por debajo de 3 DE, pero sí por encima de 3 DE. Los demás indicadores antropométricos se presentan en el cuadro 1.

En el cuadro 2, se muestran los valores percentiles y descriptivos de la condición física de los adolescentes y niños de Cali, clasificados por edad y sexo. En ellas se aprecia claramente una mayor condición física en los niños y adolescentes varones. En los varones, el percentil 50 del PWC170 osciló entre 65,7 y 54,4 ml/kg por minuto, y en las hembras, varió entre 68,6 y 48,1 ml/kg por minuto, en las edades entre 8 y 12 años. Por otro lado, en varones y hembras adolescentes

Cuadro 1. Media y desviación estándar de indicadores antropométricos por grupos de edad de niños y adolescentes entre 10 y 16 años (n=1.773), de Cali, Colombia.

Edad (años)	Peso (kg)	Talla (cm)	IMC (kg/m ²)	ZTE	ZPE	ZPT
>10 (n=96)	24,88 ± 6,02	123,39 ± 9,51	16,08 ± 2,52	-0,19 ± 1,00	-0,05 ± 1,28	0,07 ± 1,29
>11 (n=116)	31,85 ± 7,50	135,60 ± 6,98	17,16 ± 2,91	-0,31 ± 0,97	-0,19 ± 1,14	0,14 ± 1,21
>12 (n=129)	40,10 ± 10,17	146,44 ± 10,48	18,46 ± 3,32	-0,57 ± 1,02	-0,29 ± 1,10	0,02 ± 1,00
>13 (n=148)	43,48 ± 14,54	148,89 ± 16,68	18,97 ± 3,49	-0,52 ± 0,99	-0,30 ± 1,07	-----
>14 (n=135)	48,95 ± 9,89	157,07 ± 7,89	19,75 ± 3,42	-0,53 ± 0,96	-0,26 ± 1,01	-----
>15 (n=119)	55,40 ± 8,81	163,22 ± 8,13	20,74 ± 2,54	-0,66 ± 0,90	-0,48 ± 0,84	-----
>16 [n=129]	58,26 ± 9,81	164,31 ± 8,56	21,53 ± 2,88	-0,95 ± 0,98	-0,58 ± 0,96	0,09 ± 1,24

IMC: índice de masa corporal; ZTE: Z-score, talla para la edad; ZPE: Z-score, peso para la edad, ZPT: Z-score, peso para la talla Z-score ± 1 desviación estándar

Cuadro 2. Distribución por percentiles de la condición física (ml/kg por minuto) por sexo y edad de niños y adolescentes entre 10 y 16 años (n=1.773).

Sexo	Edad	Percentiles					
		p5	p25	p50	p75	p90	p95
Hombres (n=865)	>10 (n=96)	36	43	49	54	57	62
	>11 (n=116)	36	43	49	54	57	62
	>12 (n=129)	36	42	48	54	57	63
	>13 (n=148)	35	42	47	52	56	62
	>14 (n=135)	35	41	46	51	55	60
	>15 (n=119)	34	40	44	49	53	57
	>16 (n=129)	32	39	43	47	51	56
	>16 (n=129)	32	39	43	47	51	56
Mujeres (n=908)	>10 (n=92)	42	47	52	56	60	63
	>11 (n=105)	39	45	50	54	58	62
	>12 (n=149)	37	43	47	52	56	59
	>13 (n=178)	35	41	44	49	53	55
	>14 (n=128)	33	39	42	46	50	52
	>15 (n=116)	32	38	41	44	47	49
	>16 (n=140)	32	37	40	43	45	47
	>16 (n=140)	32	37	40	43	45	47

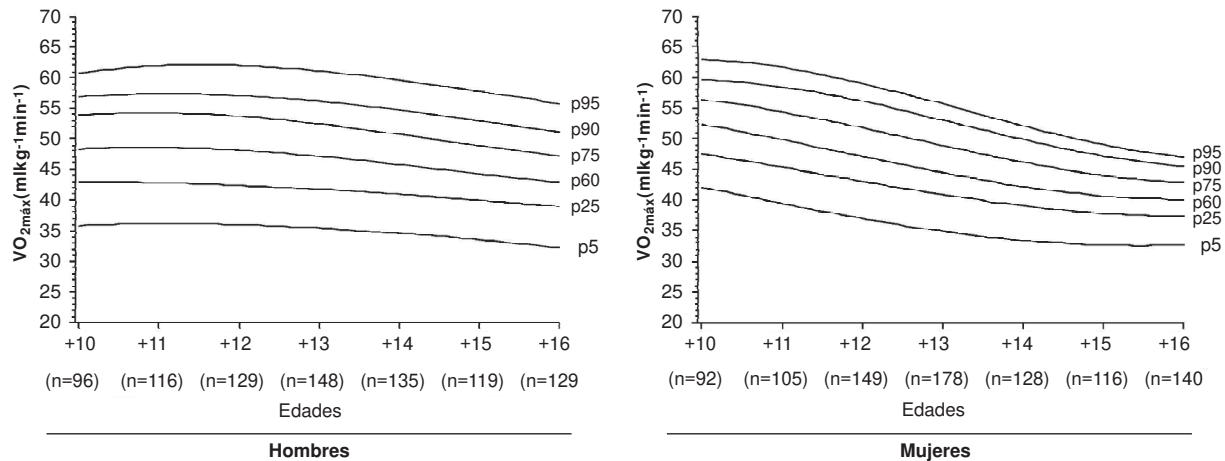


Figura 1. Curvas de percentiles de la condición física (ml/kg por minuto) por sexo y edad de niños y adolescentes de Cali, Colombia, 865 hombres y 908 mujeres entre 10 y 16 años

mayores de 16 años, se aprecia una tendencia hacia la disminución (~10 %) en el percentil 50 de la condición física estimada con el VO_{2max} .

En general, entre los varones hay una mayor heterogeneidad que entre las hembras, en términos de aptitud física por el VO_{2max} . También, se observa que el p5 para los varones es de 242,6 y para las hembras es de 218,6, correspondiente al resultado alcanzado en el test PWC170, figura 1.

Discusión

Este estudio tuvo como propósito general determinar los valores por edad y sexo, de la condición física de niños y adolescentes de 10 a 16 años del Valle del Cauca.

La condición física es un concepto que engloba todas las cualidades físicas de una persona y se puede afirmar que el estado de forma física es una medida integrada de todas las funciones y estructuras que intervienen en la realización de un esfuerzo físico (29). En la actualidad, un índice bajo de condición física se considera un fuerte factor predictor de enfermedades cardiovasculares, no sólo en sujetos con sobrepeso u obesidad, sino también en sujetos con peso adecuado (30).

A pesar de que los estudios en niños que relacionan la condición física con la salud no son muchos, los reportes internacionales han demostrado que, en sujetos de 13 a 18 años, una deficiente condición física se relaciona de forma directa con un mayor riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares en la edad adulta (15,23,31,32).

Aunque en Colombia existe limitada información sobre este indicador de salud, en Europa, se han

publicado recientemente los valores de referencia en niños y adolescentes (9,10,23), que muestran que, basándose en su capacidad aeróbica, 1 de cada 5 niños presentan riesgo cardiovascular. Este estudio tomó como referencia los valores de consumo máximo de oxígeno publicados previamente por Rowland (33) y recientemente por Ortega *et al.* (9,23), que sitúan el umbral de salud aeróbica en 35 y 42 ml/kg por minuto en varones y en hembras, respectivamente.

En nuestro estudio, los valores medios calculados de VO_{2max} para las hembras fueron de $48,5 \pm 13,3$ ml/kg por minuto, y para los varones, de $51,8 \pm 14,0$ ml/kg por minuto. Nuestros resultados claramente demuestran una mejor condición física en niños y adolescentes de sexo masculino. Este hallazgo se puede explicar en parte por la forma de estimar la condición física de manera indirecta, pues diferentes autores han postulado que los métodos de predicción de la capacidad funcional por VO_{2max} de un individuo subestiman o sobreestiman este indicador fisiológico, especialmente en el grupo de niños y adolescentes, dato que coincide con otros estudios epidemiológicos (9-23). Por ejemplo, en varones, el p50 del PWC170 osciló entre 65,7 y 54,4 ml/kg por minuto, y en hembras, varió entre 68,6 y 48,1 ml/kg por minuto en las edades entre 8 y 12 años. También, se observa que el p5 para los varones es de 242,6 y, para las hembras, de 218,6, correspondiente al resultado alcanzado en el test PWC170.

En términos de población, poseer un nivel de condición física inferior al p5 es potencialmente patológico y sitúa al sujeto ante un certero riesgo cardiovascular futuro (9,10,32,34). En este sentido,

es necesario evaluar en estos sujetos la coexistencia de otros factores de riesgo cardiovascular. Con objeto de facilitar la calificación, por ejemplo, de 1 a 10 puntos, se presentan también los percentiles 5 a 95 (cuadro 2). Algunos autores sugieren que, con los resultados hallados en este estudio, se podría realizar una clasificación intuitiva del sujeto utilizando una escala de tipo Likert: condición física muy mala ($x < p20$), mala ($p20 \leq x < p40$), media ($p40 \leq x < p60$), buena ($p60 \leq x < p80$) y muy buena ($x \geq p80$) (9,23).

Esto tiene particular interés cuando se evalúan grandes poblaciones y, en especial, en entornos académicos, momentos esenciales para la detección precoz y una actuación inmediata. Cuando se lleva a cabo esta intervención, la evolución de los percentiles permite determinar con precisión y sensibilidad la influencia de este tipo de intervención en el nivel de condición física del individuo o del grupo (9,23).

Una vez conocida la condición física cardiovascular y la salud en una muestra de gran tamaño, un objetivo adicional sería poder utilizar los datos de éste y de otros estudios representativos previos, como datos preliminares de referencia a la hora de diseñar políticas educativas y contenidos curriculares en la academia, dirigidos a una mejora de la salud en los niños y adolescentes, durante ese período de la vida tan importante como es el del crecimiento. Igualmente, permitiría evaluar su deterioro por efecto de cualquier proceso patológico que afecte al individuo. Por último, también facilitaría el diagnóstico y la detección, en cada persona, de las cualidades físicas más deterioradas que podrían mejorar mediante ejercicio físico programado.

Una cuestión clave es si la población estudiada de niños y adolescentes disfruta actualmente de una condición física satisfactoria en términos de salud cardiovascular, según el $VO_{2\text{máx}}$. No se disponen de datos para Colombia, pero se puede considerar válida la utilización de grandes estudios de población que definen los umbrales cardiosaludables (9-23). Por ejemplo, los puntos de corte propuestos por el grupo *Fitnessgram* del *Cooper Institute* (35) parten de umbrales de riesgo cardiovascular bien establecidos para adultos, estimando el ritmo de deterioro que se produce en el $VO_{2\text{máx}}$ a partir de la adolescencia y la influencia de otras variables, como porcentaje de masa grasa, edad y nivel de actividad física, y se calcula el límite inferior de $VO_{2\text{máx}}$ que supondría un riesgo cardiovascular futuro (23).

Sobre esta base, el umbral de salud cardiovascular estaría fijado en 42 ml/kg por minuto para toda la adolescencia en el caso de los varones, mientras que para las hembras sería de 35 ml/kg por minuto a partir de los 14 años y de 38 ml/kg por minuto para edades inferiores (23). Según estos datos, la prevalencia de adolescentes con riesgo cardiovascular según su condición física (estimada a partir de la prueba de PWC170) está en torno a 11 % para las hembras y a 9 % para los varones, es decir, 1 de cada 10 niños o adolescentes se encuentra en la actualidad en riesgo de presentar algún trastorno de índole cardiovascular cuando sea adulto, por este indicador de salud. Obviamente, se trata de una alta prevalencia que requiere atención específica por parte de las autoridades políticas, de salud y educativas. En concreto, y para mejorar esta situación, es preciso implementar programas que mejoren el nivel de condición física de esta población.

Las limitaciones en este estudio, como las características de la población que son propias en cuanto al diseño del trabajo y la limitación en el tamaño de la muestra, y sobre todo la manera como fue estimado la condición física ($VO_{2\text{máx}}$ indirecto), deben ser tenidas en cuenta a la hora de interpretar los resultados o de realizar comparaciones con otros trabajos. Una recomendación podría ser que los valores de la prueba de PWC170 de niños y adolescentes hallados en este trabajo, deberían obtenerse de estudios longitudinales que tengan, además, la posibilidad de evaluar los cambios fisiológicos en las distintas etapas de crecimiento y desarrollo. Sin embargo, este estudio aporta datos que sirven de línea de investigaciones futuras de las cifras de la prueba de PWC170 de la región del suroccidente del país, y brinda la posibilidad de evaluar no sólo la condición física, sino también, las curvas percentiles por edad y sexo.

En conclusión, en este trabajo se han establecido percentiles como valores de referencia para posteriores estudios en cuanto a la condición física de la población de 10 a 16 años del municipio de Cali, que permitirán evaluar e interpretar correctamente la condición física de esta especial e importante población. En concreto, el percentil 5 de la prueba de PWC170 (capacidad aeróbica máxima) obtenido en el presente estudio para varones y hembras, por sí mismo, puede servir como indicador biológico por debajo del cual se puede considerar que la condición física es patológica.

La presentación de valores percentiles ayudará a comparar los niños y adolescentes con otra

población de referencia, y a estimar los cambios de esta variable fisiológica. A pesar de su importancia, este indicador de riesgo metabólico y cardiovascular todavía no hace parte del protocolo de evaluación en los escolares y adolescentes en las diversas regiones de Colombia.

Financiación

Los autores agradecen a la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad del Valle y al Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología “Francisco José de Caldas”, por el apoyo financiero al Grupo de Nutrición (N° 21-395). Robinson Ramírez-Vélez tiene una beca de estudios en el Programa de Doctorados Nacionales (Colciencias/Icetex No. 067/2002).

Conflicto de interés

Los autores no identificamos conflictos de intereses.

Referencias

- Krekoukia M, Nassis GP, Psarra G, Skenderi K, Chrousos GP, Sidossis LS.** Elevated total and central adiposity and low physical activity are associated with insulin resistance in children. *Metabolism.* 2007;56:206-13.
- McVean JJ, Carrel AL, Eickhoff JC, Allen DB.** Fitness level and body composition are associated with inflammation in non-obese children. *J Pediatr Endocrinol Metab.* 2009;22:153-9.
- Blair SN, Cheng Y, Holder JS.** Is physical activity or physical fitness more important than defining health benefits? *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33:S379-99.
- Kelly AS, Wetzsteon RJ, Kaiser DR, Steinberger J, Bank AJ, Dengel DR.** Inflammation, insulin, and endothelial function in overweight children: The role of exercise. *J Pediatr.* 2004;45:731-6.
- Organización Panamericana de la Salud.** Salud en las Américas. Washington D.C.: OPS; 2007. Fecha de consulta: 10 de noviembre de 2009. Disponible en: <http://www.per.ops-oms.org/sea-07/SEA-2007-3.pdf>.
- Instituto Colombiano de Bienestar Familiar.** Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia. Estado nutricional por valores antropométricos. Fecha de consulta: 1º de octubre de 2009. Disponible en: <http://www.presidencia.gov.co/sne/2005/noviembre/08/general.pdf>.
- Jebb SA, Moore MS.** Contribution of a sedentary lifestyle and inactivity to the etiology of overweight and obesity: Current evidence and research issues. *Med Sci Sports Exerc.* 1999;31(Suppl.):S534-41.
- DeFronzo RA, Ferrannini E.** Insulin resistance: A multifaceted syndrome responsible for NIDDM, obesity, hypertension, dyslipidemia, and atherosclerotic cardiovascular disease. *Diabetes Care.* 1991;14:173-94.
- 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;58:898-9.
- Twisk JW, Kemper HC, van Mechelen W.** The relationship between physical fitness and physical activity during adolescence and cardiovascular disease risk factors at adult age. *Int J Sports Med.* 2002;23(Suppl.1):8-14.
- Lefevre J, Philippaerts R, Delvaux K, Thomis M, Claessens AL, Lysens R, et al.** Relation between cardiovascular risk factors at adult age, and physical activity during youth and adulthood: The Leuven Longitudinal Study on Lifestyle, Fitness and Health. *Int J Sports Med.* 2002;23(Suppl.1):32-8.
- Nielsen GA, Andersen LB.** The association between high blood pressure, physical fitness, and body mass index in adolescents. *Prev Med.* 2003;36:229-34.
- Wedderkopp N, Froberg K, Hansen HS, Riddoch C, Andersen LB.** Cardiovascular risk factors cluster in children and adolescents with low physical fitness: The European Youth Heart Study (EYHS). *Pediatr Exerc Sci.* 2003;15:419-27.
- Tomkinson GR, Olds TS, Gulbin J.** Secular trends in physical performance of Australian children. Evidence from the Talent Search program. *J Sports Med Phys Fitness.* 2003;43:90-8.
- Koutedakis Y, Bouziotas C.** National physical education curriculum: Motor and cardiovascular health related fitness in Greek adolescents. *Br J Sports Med.* 2003;37:311-4.
- Ekelund U, Poortvliet E, Nilsson A, Yngve A, Holmberg A, Sjostrom M.** Physical activity in relation to aerobic fitness and body fat in 14- to 15-year-old boys and girls. *Eur J Appl Physiol.* 2001;85:195-201.
- Guerra S, Ribeiro JC, Costa R, Duarte J, Mota J.** Relationship between cardiorespiratory fitness, body composition and blood pressure in school children. *J Sport Med Phy Fitness.* 2002;42:207-13.
- Al-Hazzaa HM.** Development of maximal cardiorespiratory function in Saudi boys. A cross-sectional analysis. *Saudi Med J.* 2001;22:875-81.
- Matsuzaka A, Takahasi Y, Yamazoe M, Kumakura N, Ikeda A, Wilk B, et al.** Validity of the multistage 20-m shuttle-run test for Japanese children, adolescents, and adults. *Pediatr Exerc Sci.* 2004;16:113-25.
- Barnett A, Bacon-Shone J, Tam KH, Leung M, Armstrong N.** Peak oxygen uptake of 12-18-year-old boys living in a densely populated urban environment. *Ann Hum Biol.* 1995;22:525-32.
- Beets M, Pitetti K.** A comparison of shuttle-run performance between Midwestern youth and their national and international counterparts. *Pediatr Exerc Sci.* 2004;16:94-112.
- Eisenmann JC, Malina RM.** Secular trend in peak oxygen consumption among United States youth in the 20th century. *Am J Hum Biol.* 2002;14:699-706.
- Ortega FB, Artero EG, Ruiz JR, España-Romero V, Jiménez-Pavón D, Vicente-Rodríguez G, et al.** Physical fitness levels among European adolescents: The HELENA study. *Br J Sports Med.* 2011;45:20-9.
- Gracia B, de Plata C, Méndez F, Cruz M, Leiva J, Conde L, et al.** Evaluation of early manifestations of chronic non transmitted diseases risk in school population in Cali – Colombia. *Arch Latinoam Nutr.* 2005;55:267-78.

25. **Trudeau F, Laurencelle L, Shephard RJ.** Is fitness level in childhood associated with physical activity level as an adult? *Pediatr Exerc Sci.* 2009;21:329-38.
26. **Rowland TW, Rambusch JM, Staab JS, Unnithan VB, Siconolfi SF.** Accuracy of physical working capacity (PWC170) in estimating aerobic fitness in children. *J Sports Med Phys Fitness.* 1993;33:184-8.
27. **Weiner JS, Lourie JA.** *Practical human biology.* Londres: Academic Press; 1981.
28. **Cole TJ.** The LMS method for constructing normalized growth standards. *Eur J Clin Nutr.* 1990;44:45-60.
29. **Castillo MJ, Ortega FB, Ruiz JR.** La mejora de la forma física como terapia anti-envejecimiento. *Med Clin (Barc).* 2005;124:146-55.
30. **Casajús JA, Leiva MT, Ferrando JA, Moreno L, Aragonés MT, Ara JI.** Relación entre la condición física cardiovascular y la distribución de grasa en niños y adolescentes. *APUNTS.* 2006;149:7-14.
31. **González-Gross M, Ruiz JR, Moreno LA, De Rufino-Rivas P, Garaulet M, Mesana MI, et al.** Body composition and physical performance of Spanish adolescents: The AVENA pilot study. *Acta Diabetol.* 2003;40 (Suppl.1):S299-301.
32. **Twisk JW, Kemper HC, van Mechelen W.** Prediction of cardiovascular disease risk factors later in life by physical activity and physical fitness in youth: general comments and conclusions. *Int J Sports Med.* 2002;23(Suppl 1):44-9.
33. **Rowland TW.** Effects of obesity on aerobic fitness in adolescent females. *Am J Dis Child.* 1991;145:764-68.
34. **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):27-31.
35. **The Cooper Institute for Aerobics Research.** FITNESSGRAM test administration manual. Champaign: Human Kinetics; 1999. p. 38-9.