



ORIGINAL

## Asociación entre el estado nutricional y las capacidades físicas en niños de 6 a 18 años de Medellín (Colombia)



A. García Cruz<sup>a,b</sup>, J. Figueroa Suárez<sup>c</sup>, J. Osorio Ciro<sup>a,b</sup>,  
N. Rodríguez Chavarro<sup>a,b</sup> y J. Gallo Villegas<sup>a,b,d,\*</sup>

<sup>a</sup> Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia

<sup>b</sup> Grupo de Investigación en Medicina Aplicada a la Actividad Física y el Deporte (GRINMADE), Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia

<sup>c</sup> Universidad de Santander, Bucaramanga, Colombia

<sup>d</sup> Centro Clínico y de Investigación SICOR, Soluciones Integrales en Riesgo Cardiovascular, Medellín, Colombia

Recibido el 24 de junio de 2013; aceptado el 17 de octubre de 2013

Disponible en Internet el 28 de febrero de 2014

### PALABRAS CLAVE

Capacidad física;  
Estado nutricional;  
Maduración sexual;  
Desnutrición;  
Obesidad

### Resumen

**Introducción:** Las alteraciones nutricionales en la niñez pueden producir un deterioro en las capacidades físicas y una mayor morbimortalidad en la vida adulta.

**Objetivo:** Evaluar la asociación entre el estado nutricional y las capacidades físicas

**Materiales y métodos:** Estudio transversal que incluyó 12.872 niños, con edades entre 6 y 18 años, a quienes se les realizó una evaluación clínica y diferentes pruebas físicas.

**Resultados:** Entre los niños incluidos, el 66% tenían un estadio de maduración Tanner 1 y 2, el 6% presentó desnutrición y 12,2% estaban en riesgo de sobrepeso y obesidad. Los niños con obesidad presentaron una disminución en la potencia aeróbica (en 2,72 ml O<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>; IC 95%: 1,89-3,56; p < 0,001), velocidad (0,14 m-s; IC 95%: 0,06-0,22; p < 0,001), fuerza explosiva (0,10 m; IC 95%: 0,06-0,13; p < 0,001), agilidad, resistencia a la fuerza y equilibrio. Los niños con desnutrición presentaron disminución en la velocidad (0,13 m-s; IC 95%: 0,06-0,20; p < 0,001), fuerza explosiva (0,04 m; IC 95%: 0,01-0,07; p < 0,004) y resistencia a la fuerza.

**Conclusiones:** Se observó una asociación entre el estado nutricional y las capacidades físicas. Los niños con obesidad presentaron los peores resultados en las pruebas físicas, mientras que aquellos con desnutrición tuvieron una disminución en la velocidad, en la fuerza explosiva y en la resistencia a la fuerza.

© 2013 Asociación Española de Pediatría. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [jgallo2000@yahoo.com](mailto:jgallo2000@yahoo.com) (J. Gallo Villegas).

**KEYWORDS**

Physical fitness;  
 Nutritional status;  
 Sexual maturation;  
 Under-nutrition;  
 Obesity

## Association between nutritional status and physical abilities in children aged 6 to 18 years in Medellín (Colombia)

**Abstract**

*Introduction:* Nutritional disorders in childhood may cause a decline in motor abilities and increased morbidity and mortality in adulthood.

*Objective:* To assess the association between nutritional status and motor abilities.

*Materials and methods:* A cross-sectional study was performed that included 12,872 children aged between 6 and 18 years who underwent a clinical evaluation and various physical tests.

*Results:* Among the children, 66% had a Tanner maturation stage 1 and 2, 6% were under-nourished, and 12.2% were at risk of overweight and obesity. The obese children had a decrease in aerobic power (in 2.72 mL O<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>; 95% CI: 1.89 to 3.56; *P* < .001), speed (0.14 m·sec; 95% CI: 0.06 to 0.22; *P* < .001), explosive strength (0.10 m; 95% CI: 0.06 to 0.13; *P* < .001), agility, strength endurance and balance. Under-nourished children showed a decrease in speed (0.13 m·sec; 95% CI: 0.06 to 0.20; *P* < .001), explosive strength (0.04 m; 95% CI: 0.01 to 0.07; *P* < .004), and strength endurance.

*Conclusions:* There was an association between nutritional status and motor abilities in the children included in this study. Obese children showed the worst results in physical tests, and the under-nourished ones showed a decrease in speed, explosive strength and strength endurance. © 2013 Asociación Española de Pediatría. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

**Introducción**

En los países en vía de desarrollo son comunes tanto las deficiencias nutricionales<sup>1</sup> como la incorporación del estilo de vida moderno que marca la tendencia al sobrepeso y los factores de riesgo cardiovascular, con sus inevitables consecuencias en la morbimortalidad<sup>2</sup>.

La malnutrición es un fenómeno frecuente, y es la base fundamental de la desnutrición y la obesidad<sup>3</sup>. En el mundo hay 182,7 millones de niños que presentan un retraso en el crecimiento secundario a un déficit nutricional severo<sup>4,5</sup>; dicha condición se relaciona con una mayor mortalidad<sup>1</sup>. La Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia (ENSIN) 2010 reportó una cifra del 10% en niños y adolescentes entre 5 y 17 años<sup>6</sup>.

Aunque la desnutrición continúa siendo un problema de salud pública en los países en vía de desarrollo<sup>5</sup>, se ha presentado un incremento en la proporción de niños con sobrepeso y obesidad en Latinoamérica, debido al fenómeno de la transición nutricional y del estilo de vida<sup>7</sup>. La obesidad en la niñez es un factor de riesgo para diabetes mellitus tipo 2 y diferentes enfermedades crónicas de la vida adulta, como enfermedad cardiovascular, cáncer y osteoartritis<sup>2,8</sup>.

Algunos estudios han reportado una disminución en la capacidad física y en el acondicionamiento físico en niños con sobrepeso y obesidad relacionados con la salud<sup>9</sup>. En los individuos obesos se ha observado una disminución en el consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub> máximo), el cual se relaciona con un deterioro en la capacidad funcional y una mayor morbimortalidad por causas cardiovasculares<sup>10</sup>. Sin embargo, mantener el acondicionamiento físico relacionado con la salud, a partir de la participación en programas de actividad física y ejercicio, disminuye el riesgo de enfermedad y lesión<sup>11</sup>.

Diferentes investigaciones demostraron que en niños escolares la fuerza muscular, la condición cardiorrespiratoria y la velocidad de movimiento han disminuido en las

últimas 2 décadas<sup>12,13</sup>. Con el incremento en el sobrepeso y la obesidad, además de una reducción en el acondicionamiento físico, se plantea la posibilidad de una asociación entre el estado nutricional y la condición física relacionada con la salud en los niños. Algunos estudios previos reportaron la relación entre la obesidad y la condición física en niños en diferentes grupos poblacionales<sup>14,15</sup>; sin embargo, hay diferencias sociales, étnicas y en la composición corporal que no permiten extrapolar los resultados. Pocas investigaciones que evalúen dicha relación han sido realizadas en poblaciones latinoamericanas.

Debido a que la desnutrición es aún un problema de salud pública en Colombia, la cual se encuentra en transición nutricional, es importante evaluar la asociación entre el estado nutricional, en particular la desnutrición y la condición física, más allá de la obesidad. Actualmente la información es limitada, y no hay datos provenientes de muestras poblacionales de niños latinoamericanos y colombianos pertenecientes a programas de actividad física.

Por tal razón, el objetivo de este estudio fue evaluar si existe una asociación entre el estado nutricional y las capacidades físicas en niños entre 6 y 18 años de edad pertenecientes a las Escuelas Populares del Deporte (EPD) del Instituto de Deportes y Recreación (INDER) de Medellín (Colombia).

**Materiales y métodos**

Se realizó un estudio transversal en 2008 que incluyó 12.872 niños y niñas, con edades entre 6 y 18 años, que participan en programas de actividad física, deporte y recreación en forma regular, adscritos a las 48 EPD del INDER Medellín (Colombia) y provenientes de un estrato socioeconómico bajo y medio.

La evaluación de los niños fue hecha por médicos especialistas en medicina del deporte, nutricionistas, fisioterapeutas y educadores físicos luego de un entrenamiento para la estandarización de la técnica.

La historia clínica y el examen físico fueron realizados teniendo en cuenta las recomendaciones del Colegio Americano de Medicina Deportiva<sup>16,17</sup>. La información fue suministrada por los padres y el coordinador de la respectiva EPD. La edad se estratificó en 3 grupos según la clasificación de las EPD: iniciación (6 a 7,9 años), formación (8 a 9,9 años) y énfasis (10 a 17,9 años).

La medición del peso se hizo con básculas electrónicas portátiles marca Tanita®, referencia BF-679 W, y de la estatura, con un tallímetro portátil marca Seca®, referencia C-234. Se siguió la técnica recomendada por la Sociedad Canadiense para la Fisiología del Ejercicio<sup>18</sup>. La medición de los pliegues cutáneos (subescapular y tricóspital) se hizo en los sitios previamente determinados por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK) con un adipómetro calibrado marca Slim-Guide®<sup>18,19</sup>.

Se evaluó el estado nutricional a partir de los indicadores sugeridos por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Se utilizaron como patrón de referencia las tablas del Centro para el Control de las Enfermedades (CDC) de Estados Unidos de 2000, para el cálculo de los valores z y los percentiles de los indicadores nutricionales<sup>20</sup>. El procedimiento se hizo por medio del programa NutStat contenido en Epi Info 2000. Los indicadores de peso para la edad y sexo, y de estatura para la edad y sexo, se consideraron como normales si estaban entre  $\pm 2$  DE según la puntuación z. Según el indicador peso para la edad y sexo, se definió la falta de peso por debajo de  $-2$  DE y un peso alto por encima de  $+2$  DE. Según el indicador estatura para la edad y sexo, se definió un retraso en el crecimiento por debajo de  $-2$  DE y como alto por encima de  $+2$  DE. El indicador índice de masa corporal (IMC) para la edad y el sexo se consideró como muy bajo o delgadez si se encontraba por debajo del percentil 5, bajo entre el percentil 5 y menor del 25, adecuado entre el percentil 25 y menor del 85, en riesgo de sobrepeso entre el 85 y menor del 95 y presencia de obesidad por encima del percentil 95. Para la calificación del porcentaje de grasa se utilizó la metodología propuesta por Lohman<sup>18,21</sup>. Para el sexo masculino se definió un porcentaje de grasa bajo si era menor del 8%, óptimo entre 8% y  $< 13\%$ , moderado-alto entre 13% y  $< 16\%$ , alto entre 16% y  $< 20\%$  y muy alto  $> 20\%$ . Para el sexo femenino se definió un porcentaje de grasa bajo si era menor del 12%, óptimo entre 12% y  $< 18\%$ , moderado alto entre 18% y  $< 21,6\%$ , alto entre 21,6% y  $< 26,4\%$  y muy alto  $> 26,4\%$ .

Para la evaluación de la maduración sexual se emplearon gráficos de los diferentes estadios de maduración sexual para la autocalificación por parte de cada niño. Para evitar la supra e infravaloración, se hizo valoración de los caracteres sexuales terciarios por parte de un médico<sup>18</sup>. La postura y la flexibilidad fueron evaluadas teniendo en cuenta las variaciones anatómicas y fisiológicas, según la edad y el sexo<sup>22</sup>.

La potencia aeróbica se midió con el test de Luc Leger<sup>23</sup>. La velocidad en 20 m y la agilidad se obtuvieron mediante un protocolo estandarizado, con un cronómetro y conos, para identificar la distancia a recorrer en el menor tiempo posible<sup>18,24</sup>. La agilidad fue valorada a partir de la posición en decúbito supino y se determinó el tiempo para recorrer una distancia de 5 m<sup>18,24</sup>.

La cuantificación de la fuerza explosiva se hizo a partir de la medición de un salto horizontal sin impulso<sup>18</sup>. La

resistencia a la fuerza se evaluó a partir del mayor número de flexiones de codo y abdominales alcanzado por el niño en 30 s en mayores de 10 años<sup>25</sup>. Para evaluar el equilibrio se utilizó el test de Romberg; se utilizó un protocolo estandarizado, y el niño recibió las instrucciones para adoptar la posición adecuada<sup>24</sup>.

En esta investigación se tuvieron en cuenta los principios de la declaración de Helsinki en su última revisión<sup>26</sup>.

## Análisis estadístico

Se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para evaluar si los datos provenían de una población con distribución normal. Para la descripción de las variables cuantitativas se utilizó el promedio y la desviación estándar. Se calculó la proporción de individuos con alteraciones nutricionales según los diferentes indicadores y se evaluó la asociación con los grupos de edad por medio de la prueba  $\chi^2$  de Pearson. Se hizo un análisis de varianza (ANOVA) para comparar las capacidades físicas y el estadio de maduración sexual según el sexo y se utilizó un contraste polinómico de orden lineal ponderado para evaluar la tendencia.

Para establecer si existían diferencias en las capacidades físicas, entre las categorías del estado nutricional según el IMC para la edad y el sexo, se utilizó un análisis multivariado de covarianza (ANCOVA). La edad se incluyó como covariable. Además, se tuvo en cuenta la variable sexo como otro factor y se realizó la corrección de Bonferroni para las múltiples comparaciones. En toda la muestra, y discriminadas por sexo, se compararon las capacidades físicas entre las siguientes categorías del IMC: adecuado y muy bajo o delgadez; adecuado, y obesidad. Se estimaron las medias marginales y las diferencias de medias con sus respectivos intervalos de confianza al 95%. Para todos los análisis se utilizó un nivel de significación estadística del 5% y se realizaron con el programa SPSS, versión 21.0.

## Resultados

Para el análisis se incluyeron 12.872 niños, de los cuales el 88,5% pertenecían a EPD del área urbana y el 65,2% fueron de sexo masculino. El promedio del IMC fue  $18 \text{ kg/m}^2 \pm 2,8 \text{ DE}$ , grasa corporal  $18,3\% \pm 6,8 \text{ DE}$  y edad  $11,7 \text{ años} \pm 2,8 \text{ DE}$ . Según la clasificación por rangos de edad, 1.167 niños (9%) pertenecían al grupo de iniciación, 2.597 (20,2%) al grupo de formación y 9.108 (70,8%) al grupo de énfasis.

Con relación al estadio de maduración sexual comparativo, el 66% de los niños tenían un Tanner entre 1 y 2. Según el estado nutricional, el 7,7% de los niños presentó falta de peso, el 11,2% tenían un retraso en el crecimiento, el 6% tenían un IMC para la edad y sexo calificado como muy bajo o delgadez, el 12,2% estaban en riesgo de sobrepeso y obesidad y el 40,5% presentaban un porcentaje de grasa corporal calificado como alto o muy alto. Se observó asociación entre los diferentes indicadores del estado nutricional y los grupos de edad (tabla 1).

Se presentó una mejoría en la mayoría de las capacidades físicas en la medida que aumenta el estadio de maduración sexual tanto en el sexo masculino como femenino (p de

**Tabla 1** Descripción del estado nutricional según el grupo de edad de los niños de las Escuelas Populares del Deporte del Instituto de Deportes y Recreación Medellín (Colombia)

Clasificación del estado nutricional	Grupo de edad			Valor de p <sup>a</sup>
	Iniciación (%) (n = 1.167)	Formación (%) (n = 2.597)	Énfasis (%) (n = 9.108)	
<i>Peso/edad</i>				
Falta de peso	2,83	4,20	9,34	< 0,001
Normal	94,09	93,69	90,24	
Peso alto	3,08	2,12	0,42	
<i>Estatura/edad</i>				
Retraso del crecimiento	5,14	8,24	12,85	< 0,001
Normal	92,03	90,10	86,47	
Alto	2,83	1,66	0,68	
<i>Índice de masa corporal</i>				
Muy bajo o delgadez	4,54	3,93	6,74	< 0,001
Bajo	13,45	15,52	23,35	
Adecuado	60,58	63,19	60,35	
Riesgo de sobrepeso	12,17	11,28	7,07	
Obesidad	9,25	6,08	2,48	
<i>Porcentaje de grasa corporal</i>				
Bajo	8,60	5,89	2,10	< 0,001
Óptimo	48,75	38,64	29,89	
Moderado-alto	20,81	21,57	23,19	
Alto	10,40	16,10	20,81	
Muy alto	11,44	17,80	24,01	

<sup>a</sup> Prueba  $\chi^2$  de Pearson.

tendencia < 0,001), a excepción de la agilidad y las flexiones de codo en el sexo femenino (p de tendencia 0,703 y 0,797, respectivamente) (tabla 2).

Luego de hacer el análisis multivariado, en el IMC para la edad y sexo se observaron diferencias entre las categorías adecuado y obesidad en la potencia aeróbica (en 2,72 ml O<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>; IC 95%: 1,89-3,56; p < 0,001), en la velocidad en 20 m (0,14 m.s; IC 95%: 0,06-0,22; p < 0,001), en la agilidad (-0,31 s; IC 95%: -0,38 a -0,24; p < 0,001), en el salto horizontal (0,10 m; IC 95%: 0,06-0,13; p < 0,001), en las flexiones de codo (2,55; IC 95%: 0,72-4,37; p < 0,001), en abdominales (1,49; IC 95%: 0,07-2,92; p = 0,033) y en equilibrio (2,58 s; IC 95%: 1,02-4,14; p < 0,001) a favor del subgrupo clasificado como adecuado (fig. 1).

Al comparar el subgrupo clasificado como adecuado con el denominado como muy bajo o delgadez, hay diferencias en la velocidad en 20 m (0,13 m.s; IC 95%: 0,06-0,20; p < 0,001), en salto horizontal (0,04 m; IC 95%: 0,01-0,07; p < 0,004) y en abdominales (1,32; IC 95%: 0,29-2,35; p = 0,003) a favor también del subgrupo clasificado como adecuado (fig. 1).

También, en la comparación de las capacidades físicas según el estado nutricional a partir del IMC y discriminada por sexo, se observaron diferencias entre los sujetos masculinos y femeninos. La asociación entre las capacidades físicas y la obesidad permanece para ambos sexos en la potencia aeróbica, velocidad en 20 m, agilidad y salto horizontal; pero solo para el sexo masculino en flexiones de codo y solo para el sexo femenino en el equilibrio (tabla 3).

La asociación entre las capacidades físicas y la categoría del IMC muy bajo o delgadez se mantuvo solo para el sexo masculino en la velocidad en 20 m, salto horizontal, flexiones de codo y abdominales (tabla 3).

## Discusión

La muestra de niños y niñas incluidos en este estudio estuvo conformada principalmente por pre-púberes y adolescentes físicamente activos. La proporción de niños con un peso bajo para la edad y una estatura baja para la edad fue alta, comparada con lo reportado en los estudios demográficos poblacionales de América Latina<sup>5,6</sup>. Por el contrario, la obesidad fue más frecuente en los niños de menor edad, pero más baja que los porcentajes reportados en otros estudios, los cuales se aproximan a una tercera parte de la población<sup>6,8,27</sup>.

Las capacidades físicas se incrementan con la edad; el aumento fue mayor en los niños con relación a las niñas, y este hallazgo es más notorio cuando se tiene en cuenta el estadio de maduración de caracteres sexuales propuesto por Tanner, lo cual está de acuerdo con estudios clásicos de Astrand<sup>28</sup> y Malina<sup>29</sup> y con investigaciones más recientes, como las de Armstrong<sup>30,31</sup>.

Según Astrand<sup>28</sup>, los niños mejoran sus capacidades físicas tanto aeróbicas como las de fuerza, con el crecimiento y la maduración; sin embargo, el desarrollo físico también afecta la progresión del acondicionamiento

**Tabla 2** Capacidades físicas según el estadio de maduración sexual de los niños de las Escuelas Populares del Deporte del Instituto de Deportes y Recreación Medellín (Colombia)

Capacidad física	Sexo	Clasificación del estadio de maduración Tanner										Valor de p <sup>a</sup>
		1 (n = 4.906)		2 (n = 3.587)		3 (n = 2.331)		4 (n = 1.494)		5 (n = 554)		
		Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	
Consumo de oxígeno (ml O <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> min <sup>-1</sup> )	Masculino	39,97	5,93	43,08	6,27	46,64	6,92	50,46	7,12	50,64	7,14	< 0,001
	Femenino	38,42	5,51	39,91	5,36	41,17	5,62	42,66	5,71	41,81	6,32	< 0,001
Velocidad en 20 m (m·s)	Masculino	4,30	0,58	4,66	0,54	4,97	0,68	5,21	0,62	5,36	0,66	< 0,001
	Femenino	4,00	0,51	4,22	0,55	4,33	0,52	4,42	0,66	4,50	0,69	< 0,001
Agilidad (s)	Masculino	2,69	0,53	2,63	0,47	2,45	0,45	2,37	0,43	2,24	0,46	< 0,001
	Femenino	2,90	0,57	2,92	0,56	2,93	0,58	2,89	0,54	2,82	0,56	0,703
Salto horizontal (m)	Masculino	1,28	0,26	1,47	0,23	1,65	0,25	1,85	0,26	1,94	0,26	< 0,001
	Femenino	1,12	0,25	1,26	0,23	1,34	0,25	1,38	0,25	1,40	0,23	< 0,001
Flexiones de codo (30 s)	Masculino	13,40	8,22	13,41	8,12	16,03	8,83	20,48	10,05	23,88	10,38	< 0,001
	Femenino	14,40	8,52	13,39	9,06	13,79	8,80	14,06	9,74	13,50	8,99	0,797
Abdominales (30 s)	Masculino	18,95	6,94	21,00	6,73	23,58	6,74	26,17	7,17	26,70	7,28	< 0,001
	Femenino	17,53	6,86	17,57	7,29	19,57	7,26	21,72	8,54	20,96	7,15	< 0,001
Equilibrio (s)	Masculino	12,13	10,85	13,69	11,17	14,05	11,37	15,39	11,71	11,83	10,84	< 0,001
	Femenino	11,93	10,61	14,23	11,29	12,99	11,14	15,15	11,56	17,14	12,15	< 0,001

<sup>a</sup> Contraste polinómico de orden lineal ponderado para evaluar tendencia (ANOVA).

**Tabla 3** Comparación entre el estado nutricional según la clasificación del índice de masa corporal y las capacidades físicas ajustadas por edad de los niños de las Escuelas Populares del Deporte del Instituto de Deportes y Recreación Medellín (Colombia)

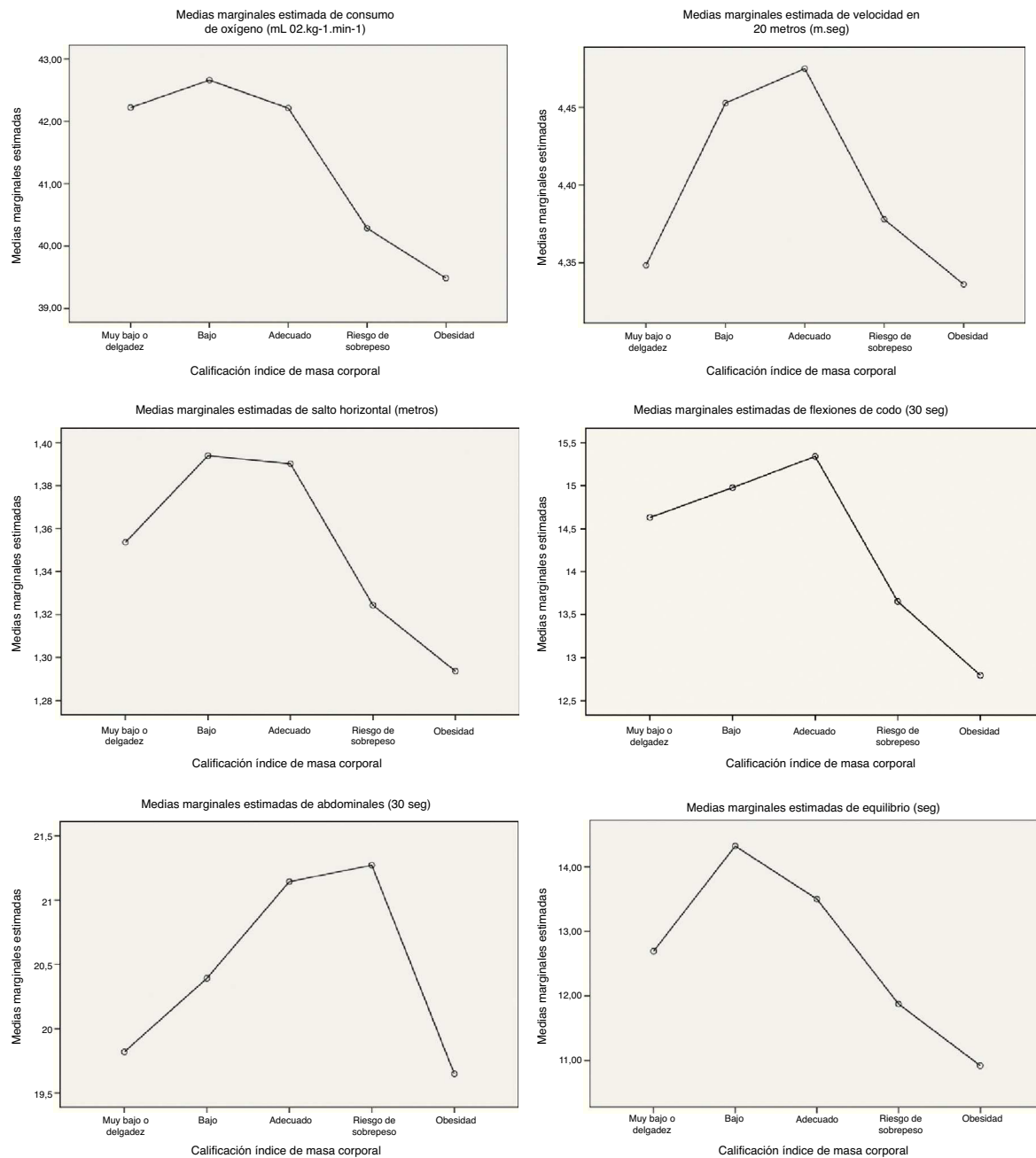
Capacidad física	Sexo	Clasificación del estado nutricional según el IMC			Diferencia de medias (b-a)	IC 95% de la diferencia (b-a)		Valor de p <sup>a</sup>	Diferencia de medias (b-c)	IC 95% de la diferencia (b-c)		Valor de p <sup>b</sup>
		Muy bajo o delgadez (a)	Adecuado (b)	Obesidad (c)		Inferior	Superior			Inferior	Superior	
		(n = 769) Media <sup>c</sup>	(n = 7.845) Media <sup>c</sup>	(n = 492) Media <sup>c</sup>								
Consumo de oxígeno (ml O <sub>2</sub> .kg <sup>-1</sup> min <sup>-1</sup> )	Masculino	43,54	44,11	41,04	0,57	-0,17	1,32	0,304	3,07	2,10	4,03	< 0,001
	Femenino	40,27	40,06	37,49	-0,20	-1,36	0,95	1,000	2,57	1,31	3,83	< 0,001
Velocidad en 20 m (m s)	Masculino	4,50	4,72	4,57	0,22	0,15	0,29	< 0,001	0,15	0,06	0,24	< 0,001
	Femenino	4,14	4,20	4,06	0,07	-0,05	0,18	1,000	0,14	0,02	0,27	0,014
Agilidad (s)	Masculino	2,58	2,54	2,83	-0,04	-0,10	0,02	0,586	-0,28	-0,36	-0,21	< 0,001
	Femenino	2,91	2,88	3,23	-0,03	-0,15	0,09	1,000	-0,35	-0,48	-0,22	< 0,001
Salto horizontal (m)	Masculino	1,45	1,52	1,42	0,07	0,04	0,10	< 0,001	0,10	0,06	0,14	< 0,001
	Femenino	1,23	1,24	1,14	0,02	-0,03	0,07	1,000	0,10	0,05	0,16	< 0,001
Flexiones de codo (30 s)	Masculino	13,98	16,56	11,73	2,58	1,41	3,75	< 0,001	4,83	2,83	6,83	< 0,001
	Femenino	14,57	13,91	13,67	-0,66	-3,05	1,72	1,000	0,24	-2,83	3,31	1,000
Abdominales (30 s)	Masculino	21,02	22,78	21,36	1,75	0,84	2,67	< 0,001	1,42	-0,13	2,98	0,103
	Femenino	18,20	19,20	17,64	1,00	-0,93	2,93	1,000	1,56	-0,92	4,04	0,774
Equilibrio (s)	Masculino	12,53	13,43	12,13	0,90	-0,46	2,26	0,642	1,30	-0,46	3,06	0,378
	Femenino	12,71	13,41	9,56	0,71	-1,65	3,06	1,000	3,85	1,29	6,41	< 0,001

IMC: índice de masa corporal. Categorías del índice de masa corporal para la edad y sexo: a (muy bajo o delgadez); b (adecuado); c (obesidad).

<sup>a</sup> Diferencia de medias estimadas (b-a) del IMC ajustada por edad (ANCOVA).

<sup>b</sup> Diferencia de medias estimadas (b-c) del IMC ajustada por edad (ANCOVA).

<sup>c</sup> Medias marginales estimadas ajustadas por edad (ANCOVA).



**Figura 1** Gráfico de perfil derivado del análisis de covarianza (ANCOVA) de toda la muestra ( $n = 12.872$ ) donde se identifican las medias marginales estimadas de las capacidades físicas según la clasificación del estado nutricional por el índice de masa corporal ajustadas por edad y sexo de los niños de las Escuelas Populares del Deporte del Instituto de Deportes y Recreación Medellín (Colombia).

cardiorrespiratorio y osteomuscular, y estas a su vez están condicionadas por el estado nutricional y el sexo<sup>30</sup>. En un estudio, que incluyó niños y niñas de 12 años de edad, el sexo y el estadio de maduración por Tanner, mostraron una fuerte asociación con el  $VO_2$  máximo, incluso mayor que el peso corporal<sup>31</sup>. Los resultados obtenidos en este estudio, tanto en el componente de potencia aeróbica como en los de fuerza, muestran un aumento en el desempeño en la medida que incrementa el estadio de maduración de Tanner, el cual fue más notorio en los

hombres que en las mujeres, similar a los hallazgos de otros autores<sup>30-32</sup>.

Al evaluar la relación entre las capacidades físicas y el estado nutricional, se encontró una disminución en la potencia aeróbica ( $VO_2$  máximo) en la categoría de obesidad, según el indicador de IMC para la edad y sexo. Estos hallazgos son similares a lo reportado por algunos autores en múltiples países, quienes han registrado un menor  $VO_2$  máximo y desempeño físico en los niños con un peso alto para la edad y el sexo, y en aquellos con obesidad según el IMC<sup>9,33,34</sup>.

Es importante tener en cuenta que el VO<sub>2</sub> máximo, el cual se encuentra disminuido en los niños obesos, se relaciona con un deterioro en la capacidad funcional y una mayor morbilidad por causas cardiovasculares<sup>10</sup>. Por tal razón, el sedentarismo, la obesidad y la baja condición física en la niñez podrían ser el inicio de la presencia de múltiples factores de riesgo cardiovascular en la vida adulta y de un peor pronóstico.

Con relación a las capacidades físicas inherentes a la velocidad, fuerza y coordinación, la información existente es escasa y en general poco concluyente<sup>9,35</sup>. Contrario a esta evidencia, los resultados obtenidos en el presente estudio mostraron que los niños obesos también tuvieron una menor velocidad, agilidad, fuerza explosiva, resistencia a la fuerza y equilibrio. Igualmente se encontró que los niños con un IMC clasificado como muy bajo o delgadez tenían un menor desempeño en la velocidad, fuerza explosiva y resistencia a la fuerza.

Es necesario resaltar que los niños incluidos en este estudio tenían una buena condición de salud en general, según los datos de la valoración médica; además, son niños activos, ya que se encuentran adscritos a un programa de deporte formativo, realizan varias sesiones de ejercicio por semana y en un mayor porcentaje pertenecían al grupo de edad de énfasis, que son niños con edades entre 10 y 17,9 años. Por lo tanto, es menos probable la presencia de deficiencias nutricionales graves como la desnutrición infantil, en su forma aguda y crónica, en un programa de deporte formativo en comparación con la población general.

Teniendo en cuenta la anterior premisa, era menos factible encontrar niños con estados de desnutrición graves que pudieran afectar negativamente los resultados de las pruebas físicas. Incluso, en general, podría ser adecuado describirlos en algunos casos como niños sanos con unas condiciones genéticas y ambientales que los predisponen a una estatura baja y contextura delgada, cuando son evaluados y comparados con patrones de referencia provenientes de niños étnicamente con una mayor estatura y peso corporal.

Sin embargo, a pesar de dichos planteamientos, también encontramos unos valores más bajos en los resultados de los test físicos en los niños clasificados en el grupo de muy bajo o delgadez en comparación con la categoría de adecuado para el IMC según la edad y el sexo; además, observamos cambios en la asociación al discriminar por sexo, posiblemente por variabilidad de los resultados obtenidos y diferencias genéticas y hormonales.

En múltiples trabajos, los niños con menor estatura y menor peso, para la edad y el sexo, presentan una menor capacidad aeróbica y de los componentes de la fuerza, especialmente si pertenecen a estratos socioeconómicos bajos<sup>32</sup>. Esta relación puede mantenerse incluso si hay otros factores medioambientales sobreañadidos. En 2 estudios que incluyeron niños bolivianos, las diferencias en las capacidades físicas permanecían según la estatura para la edad, luego de hacer las comparaciones teniendo en cuenta el estrato socioeconómico y el lugar de vivienda a grandes alturas<sup>36,37</sup>.

La evaluación de las capacidades físicas es una forma sencilla y eficiente de estudio del efecto de la obesidad sobre la salud de un niño. Un bajo rendimiento físico puede señalar la diferencia entre una constitución «gruesa» y un estilo de vida poco saludable, el cual se hace evidente no solo por

el exceso de peso, sino también por el detrimento en el acondicionamiento físico.

A partir de nuestros hallazgos y según algunos reportes en la literatura<sup>38-40</sup>, podríamos pensar que el deterioro en las capacidades físicas en los niños puede ser un marcador temprano del compromiso cardiovascular y osteomuscular o una condición que cambia de forma simultánea en el tiempo con otras variables metabólicas e inflamatorias. Estas hipótesis abren las puertas para futuras investigaciones, que permitan comparar las capacidades físicas con diferentes parámetros clínicos y de laboratorio en niños sanos, desnutridos y obesos, y evaluar el valor predictivo de la capacidad física en la niñez en la morbilidad cardiovascular en la vida adulta.

## Conclusiones

En los niños incluidos en este estudio hay asociación entre el estado nutricional y las capacidades físicas. Los niños con riesgo de sobrepeso y obesidad presentaron los peores resultados en las pruebas físicas, y los niños con desnutrición tuvieron una disminución en la velocidad, en la fuerza explosiva y en la resistencia a la fuerza.

## Financiación

Esta investigación fue realizada con recursos del Instituto de Deportes y Recreación INDER, Medellín, en el Contrato Interadministrativo con la Universidad de Antioquia N.º C-0340 de 2008.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Agradecimientos

Nuestros sinceros agradecimientos a las directivas y coordinadores de los diferentes grupos, del Instituto de Deportes y Recreación INDER, Medellín; a todos los niños y sus familias que accedieron a ser evaluados e hicieron posible estos hallazgos.

Reconocemos la excelente labor a todas las personas que participaron en la recolección de la información, y en especial a los docentes y compañeros del Posgrado de Medicina Aplicada a la Actividad Física y el Deporte de la Universidad de Antioquia.

## Bibliografía

1. Nannan N, Norman R, Hendricks M, Dhansay MA, Bradshaw D. Estimating the burden of disease attributable to childhood and maternal undernutrition in South Africa in 2000. *S Afr Med J*. 2007;97 8 Pt 2:733-9.
2. Hubert HB, Feinleib M, McNamara PM, Castelli WP. Obesity as an independent risk factor for cardiovascular disease: A 26-year follow-up of participants in the Framingham Heart Study. *Circulation*. 1983;67:968-77.
3. Saunders J, Smith T. Malnutrition: Causes and consequences. *Clin Med*. 2011;10:624-7.



4. World Health Statistics 2009. Geneva: World Health Organization; 2009. p. 149.
5. Martínez R, Fernández A. Desnutrición infantil en América Latina y el Caribe. Desafíos. Vol. 2. Santiago, Chile: CEPAL, Naciones Unidas, UNICEF; 2006. p. 12.
6. Lutter CK, Chaparro CM, Muñoz S. Progress towards Millennium Development Goal 1 in Latin America and the Caribbean: The importance of the choice of indicator for undernutrition. Bull World Health Organ. 2011;89:22–30.
7. De Onis M, Blossner M. Prevalence and trends of overweight among preschool children in developing countries. Am J Clin Nutr. 2000;72:1032–9.
8. Steinberger J, Daniels SR. Obesity, insulin resistance, diabetes, and cardiovascular risk in children: an American Heart Association scientific statement from the Atherosclerosis, Hypertension, and Obesity in the Young Committee (Council on Cardiovascular Disease in the Young) and the Diabetes Committee (Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism). Circulation. 2003;107:1448–53.
9. Dumith SC, Ramires VV, Souza MA, Moraes DS, Petry FG, Oliveira ES, et al. Overweight/obesity and physical fitness among children and adolescents. J Phys Act Health. 2010;7:641–8.
10. Myers J, Prakash M, Froelicher V, Do D, Partington S, Atwood JE. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. N Engl J Med. 2002;346:793–801.
11. Chang C, Liu W, Zhao X, Li S, Yu C. Effect of supervised exercise intervention on metabolic risk factors and physical fitness in Chinese obese children in early puberty. Obes Rev. 2008;9 Suppl 1:135–41.
12. Craig CL, Shields M, Leblanc AG, Tremblay MS. Trends in aerobic fitness among Canadians, 1981 to 2007–2009. Appl Physiol Nutr Metab. 2012;37:511–9.
13. Albon HM, Hamlin MJ, Ross JJ. Secular trends and distributional changes in health and fitness performance variables of 10-14-year-old children in New Zealand between 1991 and 2003. Br J Sports Med. 2008;44:263–9.
14. Shang X, Liu A, Li Y, Hu X, Du L, Ma J, et al. The association of weight status with physical fitness among Chinese children. Int J Pediatr. 2010;515414. <http://dx.doi.org/10.1155/2010/515414>
15. Adamo KB, Sheel AW, Onywera V, Waudu J, Boit M, Tremblay MS. Child obesity and fitness levels among Kenyan and Canadian children from urban and rural environments: A KIDS-CAN Research Alliance Study. Int J Pediatr Obes. 2011;6:e225–32.
16. American Academy of Pediatrics. Medical conditions affecting sports, participation. Pediatrics. 2001;107:1205–9.
17. Maron BJ, Thompson PD, Ackerman MJ, Balady G, Berger S, Cohen D, et al. Recommendations and considerations related to preparticipation screening for cardiovascular abnormalities in competitive athletes: 2007 update: A scientific statement from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism: endorsed by the American College of Cardiology Foundation Circulation. 2007;115:1455–643.
18. Docherthy D. Measurement in Pediatric Exercise Science. Champaign: Canadian Society For Exercise Physiology. Human Kinetics; 1996.
19. Ledesma S, Palafox L. Manual de fórmulas antropométricas. México: McGraw-Hill Interamericana; 2006.
20. Kuczmarski RJ, Ogden CL, Grummer-Strawn LM, Flegal KM, Guo SS, Wei R, et al. CDC growth charts: United States. Adv Data. 2000;314:1–27.
21. Lohman TG. Applicability of body composition techniques and constants for children and youths. Exerc Sport Sci Rev. 1986;14:325–57.
22. ACSM's Resource Manual For Guidelines For Exercise Testing And Prescription. 5th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 2006.
23. 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.
24. Diéguez C, Iturriaga R. Actualizaciones en Endocrinología: CreCIMIENTO. 2.ª ed Madrid: McGraw-Hill Interamericana; 2005.
25. Australian Sports Commision. Physiological Test for Elite Athletes. Champaign: Human Kinetics; 2000.
26. Schuklenk U. Helsinki Declaration revisions. Issues Med Ethics. 2001;9:29.
27. Singh RB, Pella D, Mechirova V, Kartikey K, Demeester F, Tomar RS, et al., The Five City Study Group. Prevalence of obesity, physical inactivity and undernutrition, a triple burden of diseases during transition in a developing economy. Acta Cardiol. 2007;62:119–27.
28. Astrand PO. Human physical fitness with special reference to sex and age. Physiol Rev. 1956;36:307–35.
29. Malina RM. Growth and physical performance of American Negro and white children. A comparative survey of differences in body size, proportions and composition, skeletal maturation, and various motor performances. Clin Pediatr (Phila). 1969;8:476–83.
30. Armstrong N. Aerobic fitness of children and adolescents. J Pediatr (Rio J). 2006;82:406–8.
31. Armstrong N, Welsman JR, Kirby BJ. Peak oxygen uptake and maturation in 12-yr olds. Med Sci Sports Exerc. 1998;30:165–9.
32. Spurr GB, Reina JC, Dahners HW, Barac-Nieto M. Marginal malnutrition in school-aged Colombian boys: Functional consequences in maximum exercise. Am J Clin Nutr. 1983;37:834–47.
33. Grassi GP, Turci M, Sforza C. Aerobic fitness and somatic growth in adolescents: A cross sectional investigation in a high school context. J Sports Med Phys Fitness. 2006;46:412–8.
34. He QQ, Wong TW, Du L, Jiang ZQ, Yu TS, Qiu H, et al. Physical activity, cardiorespiratory fitness, and obesity among Chinese children. Prev Med. 2010;52:109–13.
35. Fogelholm M, Stigman S, Huisman T, Metsamuuronen J. Physical fitness in adolescents with normal weight and overweight. Scand J Med Sci Sports. 2008;18:162–70.
36. Blonc S, Fellmann N, Bedu M, Falgairette G, de Jonge R, Obert P, et al. Effect of altitude and socioeconomic status on  $VO_{2max}$  and anaerobic power in prepubertal Bolivian girls. J Appl Physiol. 1996;80:2002–8.
37. Obert P, Bedu M, Fellmann N, Falgairette G, Beaune B, Quintela A, et al. Effect of chronic hypoxia and socioeconomic status on  $VO_{2max}$  and anaerobic power of Bolivian boys. J Appl Physiol. 1993;74:888–96.
38. Li S, Chen W, Srinivasan SR, Xu J, Berenson GS. Relation of childhood obesity/cardiometabolic phenotypes to adult cardiometabolic profile: The Bogalusa Heart Study. Am J Epidemiol. 2012;176 Suppl 7:S142–9.
39. Freedman DS, Patel DA, Srinivasan SR, Chen W, Tang R, Bond MG, et al. The contribution of childhood obesity to adult carotid intima-media thickness: The Bogalusa Heart Study. Int J Obes (Lond). 2008;32:749–56.
40. Gustat J, Srinivasan SR, Elkasabany A, Berenson GS. Relation of self-rated measures of physical activity to multiple risk factors of insulin resistance syndrome in young adults: The Bogalusa Heart Study. J Clin Epidemiol. 2002;55:997–1006.