

## Condición física y riesgo cardiovascular futuro en niños y adolescentes argentinos: una introducción de la batería ALPHA

### *Physical fitness and future cardiovascular risk in Argentine children and adolescents: an introduction to the ALPHA test battery*

Mg. Jeremías David Secchi<sup>a</sup>, Lic. Gastón César García<sup>b</sup>, Dra. Vanesa España-Romero<sup>c</sup> y Dr. José Castro-Piñero<sup>d</sup>

#### RESUMEN

**Introducción.** Altos niveles de condición física están relacionados con la salud cardiovascular de niños y adolescentes. Actualmente, en Argentina, no existe la aplicación sistemática de una batería para evaluar la condición física en el ámbito escolar. El propósito principal del estudio fue aplicar la batería ALPHA para determinar la condición física en una muestra de niños y adolescentes argentinos, y establecer la proporción de sujetos con nivel de capacidad aeróbica indicativo de riesgo cardiovascular futuro.

**Población y métodos.** Una muestra de 1867 participantes (967 mujeres) de entre 6 y 19,5 años fueron evaluados con la batería ALPHA. Se midieron cuatro componentes de la condición física: 1) morfológico: estatura, peso corporal y perímetro de cintura; 2) muscular: test salto de longitud; 3) motor: test de velocidad/agilidad (carrera 4 x 10 m); 4) cardiorrespiratorio: test *course navette* de 20 m y cálculo del consumo máximo de oxígeno. Se calcularon los percentiles 5, 25, 50, 75 y 95 para los principales tests.

**Resultados.** El índice de masa corporal medio fue 20,8 kg/m<sup>2</sup>, y el 7,8% se clasificó en la categoría obesidad. Además, los participantes masculinos, en comparación con los femeninos, obtuvieron un mayor rendimiento en todos los tests de condición física ( $P < 0,001$ ). En el 31,6% de los participantes se observó un nivel de capacidad aeróbica indicativo de riesgo cardiovascular.

**Conclusiones.** La muestra de niños y adolescentes argentinos de sexo masculino presentó mayores niveles de condición física. Estas diferencias se incrementaron con la edad. Aproximadamente, 1 de cada 3 participantes tuvo un nivel de capacidad aeróbica indicativo de riesgo cardiovascular futuro.

**Palabras clave:** condición física, niños, adolescentes, *course navette* de 20 m, riesgo cardiovascular.

<http://dx.doi.org/10.5546/aap.2014.132>

#### INTRODUCCIÓN

La evaluación de la condición física (CF) en el ámbito escolar es un área de investigación que tiene su origen en la década de los cincuenta, del siglo xx.<sup>1</sup>

Sin embargo, la concepción original de la evaluación de la CF en la escuela se ha modificado radicalmente en los últimos 20 años.<sup>1,2</sup> De la CF centrada en el rendimiento, se pasó a la CF relacionada con la salud, cambiando la manera de entender e interpretar la evaluación de la CF.<sup>3-5</sup>

Un adecuado programa de evaluación de la CF puede ser eficaz para 1) motivar a los alumnos, 2) conocer su nivel de CF, 3) verificar progresos, 4) identificar factores de riesgo,<sup>6,7</sup> 5) diseñar programas de actividad física y 6) promover la salud y la educación física.<sup>8</sup> Además, evidencia científica reciente confirma que altos niveles de CF están relacionados fuertemente con la salud cardiovascular, metabólica, músculo-esquelética y mental de niños y adolescentes.<sup>9,10</sup>

En la escuela, la evaluación de la CF se realiza mediante una batería de test de condición física (BT-CF). La BT-CF tiene como ventaja evaluar a varios sujetos simultáneamente, consume poco tiempo, es segura, de fácil aplicación y de bajo costo, por lo que es adecuada para estudios epidemiológicos.<sup>11</sup> En la literatura científica, no encontramos una definición del concepto de BT-CF; para nosotros, esta puede ser definida como un conjunto de tests de campo que evalúan los diferentes componentes de la CF y que, de forma individual o en su conjunto, están relacionados con el rendimiento deportivo (BT-CF relacionada con el rendimiento) o con aspectos específicos de la salud presente y futura de una persona (BT-CF relacionada con la salud).

- Profesorado de Educación Física. Universidad Adventista del Plata. Libertador San Martín, Entre Ríos, Argentina.
- Instituto Superior de Formación Docente Mercedes Tomasa de San Martín de Balcarce. San Rafael, Mendoza, Argentina.
- Medical Research Council Epidemiology Unit, Institute of Metabolic Science, Addenbrooke's Hospital, Hills Road, Gran Bretaña.
- Departamento de Educación Física, Universidad de Cadiz, Puerto Real, España.

**Correspondencia:**  
Prof. Mg. Jeremías David Secchi:  
secchijere@hotmail.com

**Financiación:**  
Este estudio fue financiado por la Universidad Adventista de La Plata

**Conflicto de intereses:**  
Ninguno que declarar.

Recibido: 14-5-2013  
Aceptado: 20-11-2013

Entre las BT-CF más reconocidas se encuentran la EUROFIT, la FITNESSGRAM y la recientemente publicada batería ALPHA.<sup>12,13</sup> Esta última ha sido construida con una sólida base científica, con el objetivo de incluir solo aquellos tests que son válidos, confiables, seguros, de fácil aplicación y de los que científicamente se ha demostrado que tienen alguna relación con la salud presente y futura de niños y adolescentes.<sup>13,14</sup>

Desafortunadamente, en el sistema educativo argentino a nivel público o privado no se aplica una BT-CF válida y confiable que sirva como indicador de los niveles de salud de niños y adolescentes. Además, de acuerdo con nuestro conocimiento, no existe ningún estudio científico publicado que presente niveles de CF relacionados con la salud en población pediátrica argentina.

El propósito principal del estudio fue aplicar la batería ALPHA para determinar la CF en una muestra de niños y adolescentes argentinos, y establecer la proporción de sujetos con nivel de capacidad aeróbica indicativo de riesgo cardiovascular futuro.

## POBLACIÓN Y MÉTODOS

### Diseño y muestra del estudio

El estudio fue realizado entre el 9 de abril y el 30 de octubre de 2012, en una muestra por conveniencia en niños y adolescentes argentinos de 6 a 19,5 años.

El diseño fue observacional, descriptivo y de corte transversal. La evaluación se efectuó en escuelas primarias y secundarias localizadas en diez ciudades de cinco provincias argentinas (Entre Ríos, Mendoza, Buenos Aires, Misiones y Santa Cruz). Participaron 16 escuelas (diez públicas y seis privadas), de las cuales ocho fueron de nivel primario y dos procedían de zonas rurales. La distribución geográfica no se realizó de forma aleatoria. Los participantes recibieron autorización médica al comienzo del año escolar; esta fue solicitada por las escuelas para participar de las clases de educación física. No se incluyeron en el estudio los sujetos con diagnóstico clínico de diabetes, asma, problemas músculo-esqueléticos u otro problema de salud que limitara o impidiera la práctica de actividad física.

El consentimiento informado por escrito fue obtenido de los padres y los estudiantes tras una explicación detallada de los objetivos del estudio. La investigación fue aprobada por la Comisión de Bioética de la Universidad Adventista del Plata.

## Procedimientos

Antes de comenzar el estudio, los investigadores y nueve profesores de educación física realizaron tres sesiones teórico-prácticas para estandarizar todo el proceso de evaluación.<sup>14,15</sup> Además, antes de la investigación, los docentes aplicaron una vez la batería ALPHA en las diferentes escuelas para familiarizarse con los tests.

## Evaluación de la condición física

Se aplicó la versión de la batería ALPHA de alta prioridad sin incluir el test de presión manual con dinamómetro y se incluyó el test de velocidad/agilidad 4 x 10 m, que se propone en la versión extendida.<sup>13,15</sup> El orden de evaluación fue el siguiente:

- 1) Componente morfológico:** se midió el peso, la talla y el perímetro de cintura de acuerdo con los protocolos establecidos.<sup>14,15</sup> Los participantes se pesaron sin calzado utilizando una balanza electrónica portátil marca OMRON HBF-500INT, con resolución 0,100 kg. La estatura se midió con un estadiómetro (SECA 206). Los participantes fueron identificados con sobrepeso y obesidad de acuerdo con los criterios de Cole.<sup>16</sup> El perímetro de cintura se midió con una cinta antropométrica inextensible (W606PM, Lufkin, US).
- 2) Componente muscular:** el test salto de longitud (SL) fue evaluado como indicador de la fuerza de los miembros inferiores. Consiste en saltar con los pies juntos y con movimiento de brazos (sin carrera previa) la mayor distancia horizontal posible. La distancia alcanzada es la medida entre el talón del pie más atrasado y la línea de salida.
- 3) Componente motor:** se utilizó el test de velocidad/agilidad 4 x 10 m como indicador integrado de la velocidad de movimiento, la agilidad y la coordinación del sujeto.<sup>14</sup> Consiste en correr ida y vuelta entre dos líneas de 10 m, transportando 3 esponjas alternadamente en el menor tiempo posible. El recorrido total es de 40 m.
- 4) Componente cardiorrespiratorio:** se evaluó mediante el test course navette (CN-20 m). Este consiste en correr entre dos líneas separadas por 20 m en doble sentido, ida y vuelta. El ritmo de carrera es impuesto por una señal sonora. La velocidad inicial es de 8,5 km/h<sup>-1</sup> y se incrementa en 0,5 km/h<sup>-1</sup> con intervalos de 1 minuto, llamados etapas. El sujeto debe pisar detrás de la línea de 20 m en el momento justo en que se emite la señal sonora o *beep*. El

test finaliza cuando el sujeto se detiene porque alcanzó la fatiga o cuando por dos veces consecutivas no llega a pisar detrás de la línea al sonido del *beep*. El rendimiento aeróbico fue expresado en número de vueltas, es decir, la cantidad de veces que el participante realiza el recorrido completo de 20 m (1 vuelta= 20 m). También se registró la etapa completa y la etapa y ½. A modo de ejemplo, si un sujeto completó la etapa 4 y alcanzó la mitad de la siguiente, se indica 4,5 (cuando se considera la etapa y ½), y se registra como 4 cuando se analiza solo la última etapa completa.

La capacidad aeróbica se determinó a través del consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$  máx.), estimado a partir de la ecuación de Leger:<sup>17</sup>  
 $VO_2 \text{ máx.} = 31,025 + 3,238 * V - 3,248 * E + 0,1536 * V * E$ .  
 En esta, V es la velocidad (en km/h<sup>-1</sup>) de la última etapa completa y E es la edad (en años) del sujeto. Los participantes fueron clasificados con nivel de capacidad aeróbica saludable si el  $VO_2$  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 por debajo de estos valores fueron clasificados con un nivel de capacidad aeróbica no saludable o indicativo de riesgo cardiovascular futuro, como lo establece el Fitnessgram®.<sup>27</sup>

Se tomaron dos mediciones de cada test, con excepción del CN-20m que se evaluó una sola vez. Para el análisis de datos, se utilizó el valor promedio en los tests del componente morfológico y el mayor rendimiento en los demás tests.

### Análisis estadístico

Los datos fueron analizados con el programa SPSS, versión 18.0, y se presentaron en valores promedio y desvío estándar (DE), a menos que se indicara lo contrario. La normalidad de las variables fue determinada con la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Para analizar las diferencias entre sexos, por grupos de edad (niños de 6 a 12 años y adolescentes de 13 a 19 años) y nivel de capacidad aeróbica (saludable vs. no saludable), se utilizó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney. Esto se efectuó antes de la confirmación de la falta de normalidad en algunas de las variables del estudio. El nivel de significancia aceptado fue de  $p < 0,05$ . Para presentar las tablas y curvas de percentiles de los principales tests de CF, se empleó un proceso de suavizado de los percentiles aplicando el método LMS.<sup>18</sup> Este análisis se realizó con el programa LMS Chart Maker Light, versión 2.54. Debido al

bajo número de participantes de 6-10 años y 18-19 años, no fue posible calcular los percentiles para estas edades, por lo que estos fueron presentados de 11 a 17 años para ambos sexos.

### RESULTADOS

Se evaluaron 1867 niños y adolescentes (967 mujeres). Durante el estudio, ninguno de los participantes presentó molestias, dolor o lesión músculo-articular. Las características de la muestra, así como los valores obtenidos en las pruebas de CF para niños y adolescentes, se observan en la *Tabla 1*. En ambos grupos, los participantes masculinos obtuvieron en promedio un mejor rendimiento en los tests de CF. La proporción de sujetos con nivel de capacidad aeróbica indicativo de riesgo cardiovascular futuro fue del 31,6%. El 11,5% de los niños y el 49,1% de los adolescentes tuvieron un nivel de capacidad aeróbica no saludable ( $p < 0,001$ ). Se apreciaron diferencias significativas entre sexos en la prevalencia de capacidad aeróbica no saludable solo en el grupo de niños ( $p < 0,001$ ).

Las *Tablas 2-4* presentan los valores de CF de una muestra de jóvenes argentinos, clasificados por edad y sexo y expresados en los percentiles 5, 25, 50, 75 y 95. El percentil 5 ( $P_5$ ) para la etapa y ½ en el CN-20 m osciló entre 1,5-3,6 y 1,3-1,6 para varones y mujeres, respectivamente (*Tabla 4*). La observación de las curvas de percentiles permite apreciar una clara tendencia hacia un aumento de los niveles de CF con el incremento de la edad en los participantes masculinos (*Figura 1*). Por el contrario, en las mujeres, se observa un mantenimiento o un leve aumento de los niveles de CF con el incremento de la edad (*Figura 1*).

La *Tabla 5* muestra que los niños con capacidad aeróbica saludable tuvieron mayores niveles de fuerza en miembros inferiores (solo en las mujeres), un menor índice de masa corporal (IMC) y perímetro de cintura en ambos sexos. Además, la prevalencia de sobrepeso y obesidad fue menor en el grupo con capacidad aeróbica saludable, 22,2% vs. 75,8% en los participantes masculinos ( $p = 0,001$ ) y 32,2% vs. 57,9% en los participantes femeninos ( $p = 0,027$ ). Por su parte, los adolescentes con capacidad aeróbica saludable tuvieron mayores niveles de fuerza de miembros inferiores, velocidad/agilidad, un menor IMC, menor perímetro de cintura (solo en las mujeres) y menor prevalencia de sobrepeso y obesidad: 19% vs. 39,3% en los participantes masculinos ( $p = 0,001$ ) y 12,1% vs. 27,8% en los participantes femeninos ( $p = 0,001$ ).

TABLA 1. Diferencias por sexo en los niveles de condición física de niños y adolescentes argentinos

Componentes de la condición física	Todos						Niños de 6 a 12 años						Adolescentes de 13 a 19 años						
	N		Media		DE		Masculino		Femenino		P		Masculino		Femenino		P		
	N	Media	DE	N	Media	DE	N	Media	DE	N	Media	DE	N	Media	DE	N	Media	DE	
<b>Morfológico</b>																			
Edad (años)	1867	13,1	3,0	416	10,5	1,7	463	10,5	1,7	484	15,5	1,5	504	15,4	1,5	504	15,4	1,5	0,835
Peso corporal (kg)	1738	51,3	15,7	382	40,7	13,8	427	42,3	13,9	441	63,5	12,6	488	56,5	9,8	488	56,5	9,8	0,001
Estatura (cm)	1741	155,3	15,5	381	143,3	13,4	430	144,3	13,4	442	170,0	8,8	488	161,1	6,5	488	161,1	6,5	0,001
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	1735	20,8	4,1	379	19,3	4,2	427	19,9	4,6	441	21,8	3,3	488	21,8	3,5	488	21,8	3,5	0,239
Perím. cintura (cm)	870	67,5	10,7	146	61,9	9,6	199	61,7	8,2	178	73,5	10,9	347	70,0	9,7	488	70,0	9,7	0,001
Sobrepeso (%) <sup>a</sup>	1735	20,5	---	379	20,1	---	426	22,7	---	441	22,7	---	488	16,8	---	488	16,8	---	0,057
Obesidad (%) <sup>a</sup>	1735	7,8	---	379	11,1	---	426	13,3	---	441	3,9	---	488	4,1	---	488	4,1	---	0,063
<b>Muscular</b>																			
Salto de longitud (cm)	1475	148,7	36,1	326	138,4	29,0	352	124,6	28,1	363	189,7	29,4	434	141,7	20,9	434	141,7	20,9	0,001
<b>Motor</b>																			
4 x 10 m (s)	1135	12,7	1,9	174	13,3	2,0	190	14,2	1,9	355	11,1	1,3	416	13,0	1,3	416	13,0	1,3	0,001
<b>Cardiorrespiratorio</b>																			
Vueltas de 20 m (número)	1606	36,2	19,7	356	34,7	17,4	393	26,7	13,9	433	53,1	21,5	424	28,9	11,8	424	28,9	11,8	0,001
Etapas completadas (número)	1606	4,2	2,2	356	4,2	2,0	393	3,2	1,7	433	6,0	2,3	424	3,3	1,4	424	3,3	1,4	0,001
Etapas y 1/2 (número)	1606	4,3	2,2	356	4,2	2,0	393	3,3	1,6	433	6,2	2,2	424	3,6	1,4	424	3,6	1,4	0,001
Velocidad (km/h) <sup>b</sup>	1606	10,1	1,1	356	10,1	1,0	393	9,6	0,8	433	11,0	1,1	424	9,7	0,7	424	9,7	0,7	0,001
VO <sub>2</sub> máx. (ml/kg/min) <sup>c</sup>	1606	41,5	6,4	356	45,8	4,5	393	43,3	4,0	433	42,6	6,1	424	35,0	4,6	424	35,0	4,6	0,001
RC futuro (%) <sup>d</sup>	1606	31,6	---	356	18,5	---	393	5,1	---	433	46,7	---	424	51,7	---	424	51,7	---	0,143

N= número de sujetos evaluados. DE= desvío estándar. IMC= índice de masa corporal. Perím. cintura= perímetro de cintura.

<sup>a</sup> La prevalencia de sobrepeso y obesidad fue calculada de acuerdo con los criterios publicados por Cole.<sup>16</sup>

<sup>b</sup> Corresponde a la velocidad alcanzada en la última etapa completa en el test course navette de 20 m.

<sup>c</sup> Consumo máximo de oxígeno predictivo aplicando la ecuación de Leget.<sup>17</sup>

<sup>d</sup> RC futuro (%)= riesgo cardiovascular futuro según los criterios de referencia para la capacidad aeróbica publicados por el Fitnessgram®.<sup>2</sup>

TABLA 2. Valores percentiles para el test de fuerza de miembros inferiores: salto de longitud (cm)

	N	Media	DE	L	M	S	P <sub>5</sub>	P <sub>25</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>75</sub>	P <sub>95</sub>
<b>Femenino</b>											
11 años	124	133,2	27,5	1,617	135,6	0,188	88,2	117,6	135,6	152,2	174,2
12 años	105	134,8	20,9	1,598	134,5	0,167	93,7	118,8	134,5	149,2	169,0
13 años	95	134,8	18,6	1,493	135,8	0,153	99,1	121,4	135,8	149,5	168,2
14 años	92	140,7	22,8	1,296	138,8	0,147	103,9	124,8	138,8	152,3	171,2
15 años	62	143,8	20,2	0,984	142,1	0,146	108,2	128,2	142,1	156,1	176,2
16 años	96	147,1	21,7	0,523	144,7	0,149	111,2	130,5	144,7	159,6	182,2
17 años	68	140,8	21,9	-0,056	143,6	0,156	111,2	129,2	143,6	159,6	186,0
<b>Masculino</b>											
11 años	84	139,3	26,7	1,593	138,1	0,185	91,2	120,2	138,1	154,8	177,0
12 años	108	152,8	26,6	1,400	150,3	0,167	106,2	132,9	150,3	166,8	189,6
13 años	68	161,5	25,6	1,250	161,7	0,150	120,2	145,0	161,7	177,9	200,6
14 años	62	179,0	23,5	1,246	174,3	0,136	134,2	158,2	174,3	190,1	212,3
15 años	92	194,9	23,0	1,516	189,2	0,124	148,2	173,0	189,2	204,7	225,9
16 años	90	202,7	25,0	2,017	200,6	0,116	157,7	184,2	200,6	215,7	235,7
17 años	36	206,0	29,4	2,608	208,0	0,111	162,2	191,3	208,0	222,8	241,6

Se efectuó el suavizado de percentiles con el método LMS.<sup>18</sup> N= número de sujetos evaluados. La muestra total fue de 1182 sujetos. DE= desvío estándar; L= asimetría; M= mediana; S= coeficiente de variación.

TABLA 3. Valores percentiles para el test de velocidad/agilidad: 4 x 10 m (s)

	N	Media	DE	L	M	S	P <sub>5</sub>	P <sub>25</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>75</sub>	P <sub>95</sub>
<b>Femenino</b>											
11 años	51	13,3	1,8	-3,612	12,8	0,105	16,8	13,9	12,8	12,0	11,2
12 años	51	13,3	1,5	-2,990	13,0	0,103	16,5	14,1	13,0	12,2	11,4
13 años	85	13,2	1,3	-2,326	13,1	0,100	16,1	14,1	13,1	12,3	11,4
14 años	86	13,1	1,5	-1,705	13,0	0,097	15,7	13,9	13,0	12,2	11,3
15 años	61	13,1	1,2	-1,221	12,9	0,094	15,3	13,8	12,9	12,1	11,2
16 años	96	12,8	1,1	-0,790	12,8	0,092	15,0	13,6	12,8	12,0	11,1
17 años	67	12,9	1,2	-0,414	12,7	0,093	14,9	13,6	12,7	12,0	11,0
<b>Masculino</b>											
11 años	29	12,2	1,8	-1,530	12,2	0,142	16,3	13,6	12,2	11,2	10,0
12 años	51	12,4	2,1	-1,444	12,0	0,133	15,6	13,2	12,0	11,0	9,9
13 años	48	11,6	1,1	-1,418	11,7	0,123	14,8	12,7	11,7	10,8	9,7
14 años	62	11,6	1,5	-1,616	11,4	0,114	14,3	12,4	11,4	10,6	9,7
15 años	91	11,2	1,3	-2,022	11,1	0,106	13,7	12,0	11,1	10,4	9,6
16 años	96	10,7	1,1	-2,469	10,7	0,097	13,1	11,5	10,7	10,1	9,4
17 años	41	10,9	1,1	-2,838	10,6	0,090	12,9	11,4	10,6	10,1	9,4

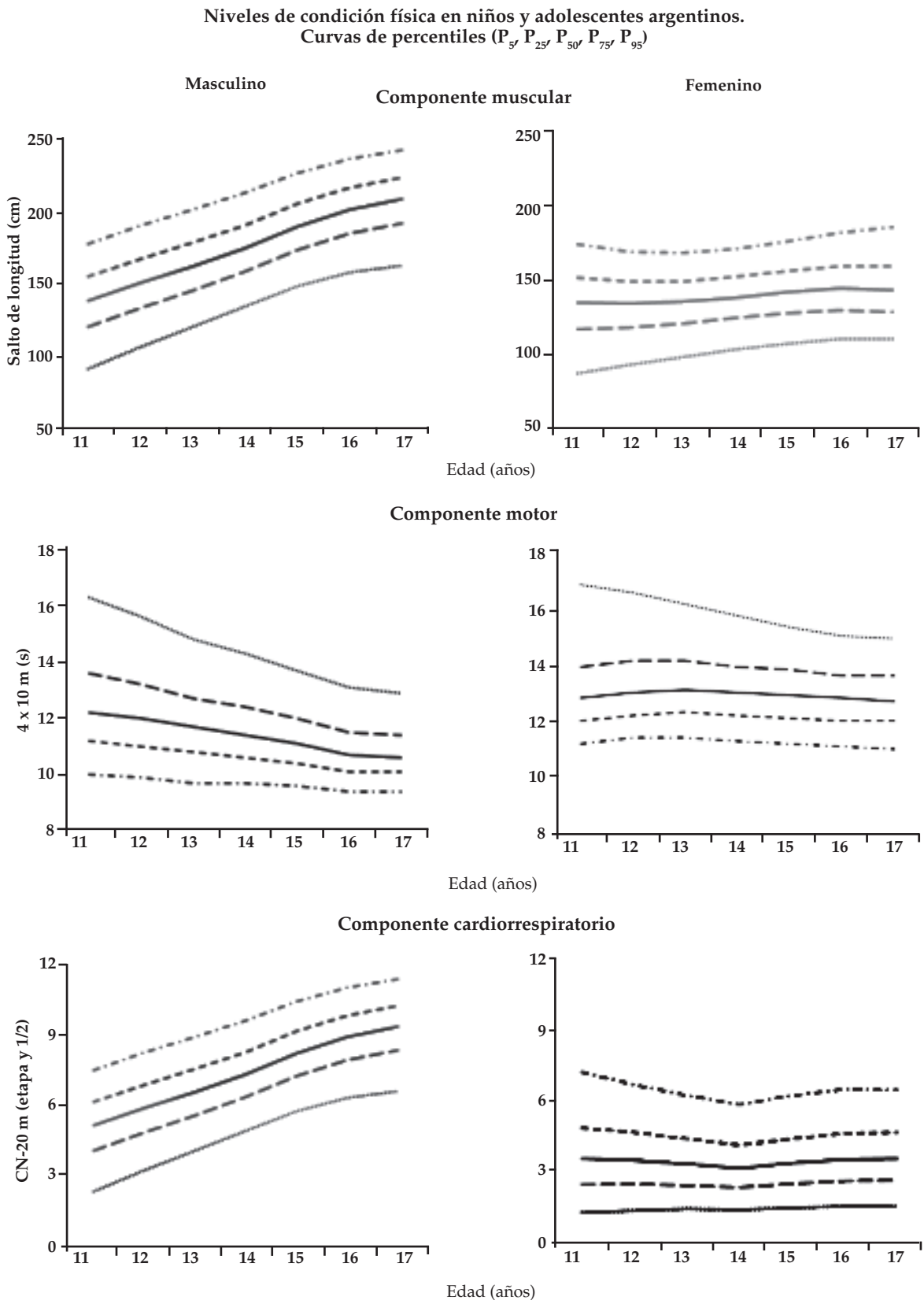
Se efectuó el suavizado de percentiles con el método LMS.<sup>18</sup> N= número de sujetos evaluados. La muestra total fue de 915 sujetos. DE= desvío estándar; L= asimetría; M= mediana; S= coeficiente de variación.

TABLA 4. Valores percentiles para el test course navette de 20 m (etapa y ½)

	N	Media	DE	L	M	S	P <sub>5</sub>	P <sub>25</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>75</sub>	P <sub>95</sub>
<b>Femenino</b>											
11 años	137	3,7	1,9	0,428	3,6	0,496	1,3	2,5	3,6	4,9	7,2
12 años	106	3,8	1,4	0,429	3,5	0,457	1,4	2,5	3,5	4,6	6,7
13 años	89	3,4	1,3	0,414	3,3	0,429	1,5	2,5	3,3	4,4	6,2
14 años	95	3,4	1,5	0,384	3,2	0,417	1,4	2,4	3,2	4,1	5,8
15 años	57	3,8	1,7	0,380	3,4	0,418	1,5	2,5	3,4	4,4	6,2
16 años	95	3,6	1,5	0,413	3,5	0,417	1,6	2,6	3,5	4,6	6,5
17 años	69	3,8	1,4	0,470	3,6	0,412	1,6	2,7	3,6	4,6	6,4
<b>Masculino</b>											
11 años	90	4,6	1,8	0,953	4,7	0,419	1,5	3,4	4,7	6,0	8,0
12 años	111	5,1	2,1	0,777	5,0	0,412	1,9	3,6	5,0	6,4	8,6
13 años	78	5,1	2,1	0,628	4,9	0,399	2,1	3,6	4,9	6,2	8,4
14 años	81	5,3	1,9	0,576	5,0	0,382	2,3	3,8	5,0	6,4	8,6
15 años	110	6,3	2,1	0,635	5,8	0,360	2,7	4,4	5,8	7,2	9,5
16 años	88	7,1	2,2	0,782	6,7	0,332	3,3	5,2	6,7	8,2	10,5
17 años	53	6,5	2,1	0,975	7,0	0,300	3,6	5,6	7,0	8,4	10,4

Se efectuó el suavizado de percentiles con el método LMS.<sup>18</sup> N= número de sujetos evaluados. La muestra total fue de 1259 sujetos. DE= desvío estándar; L= asimetría; M= mediana; S= coeficiente de variación.

FIGURA 1. Curvas de percentiles (de abajo hacia arriba:  $P_5$ ,  $P_{25}$ ,  $P_{50}$ ,  $P_{75}$ ,  $P_{95}$ ) de la condición física relacionada con la salud. Las curvas de percentiles fueron suavizadas con el método LMS.<sup>18</sup> CN-20 m = course navette de 20 m



## DISCUSIÓN

El presente estudio constituye el primer trabajo de investigación publicado que incorporó la batería ALPHA en una muestra de 1867 niños y adolescentes argentinos. La batería ALPHA se aplicó en 10 ciudades de cinco provincias que incluyen los 4 puntos geográficos del país (este, oeste, norte y sur). Hasta el momento, no tenemos conocimiento de ningún estudio publicado de similares características en población pediátrica argentina.

En las *Tablas 2-4*, se presentan los primeros percentiles de la batería ALPHA (en población argentina) con el propósito de interpretar o puntuar los niveles de CF y realizar comparaciones con futuros estudios. En la bibliografía, encontramos referencias a diferentes puntos de corte para los niveles de CF. Ortega y sus colaboradores mencionan los valores de CF del P<sub>5</sub> como "nivel de CF patológico"<sup>19</sup> o "señal de alarma",<sup>20</sup> de manera que los jóvenes que se encuentren en el P<sub>5</sub> o por debajo sean examinados por la posible coexistencia de factores de riesgo cardiovasculares. Por su parte, Silva mostró que el percentil 40, para el número de vueltas del

CN-20 m, es el punto de corte más preciso para diagnosticar alto riesgo metabólico en jóvenes portugueses (10-18 años).<sup>6</sup> Futuros estudios deberán centrarse en validar puntos de corte para los tests que evalúan los diferentes componentes de la CF en población argentina.

### Diferencias en los niveles de CF entre grupos de edad y género

En concordancia con estudios previos,<sup>19-23</sup> los niveles de fuerza, velocidad/agilidad, rendimiento y capacidad aeróbica en el presente estudio fueron mayores en los participantes masculinos. La magnitud de esta diferencia se incrementó con la edad; fue más amplia en el grupo de los adolescentes (entre 12,7% y 46,2%) que en el grupo de los niños (5-22,8%). Las razones por las cuales el rendimiento es menor en niños podrían atribuirse a la menor masa muscular en relación con el peso corporal, una capacidad glucolítica menor y la deficiente coordinación neuromuscular.<sup>24</sup>

Otras diferencias entre sexos se apreciaron en la velocidad alcanzada en el CN-20 m y el VO<sub>2</sub> máx. predictivo. Estas diferencias son

TABLA 5. Diferencias en los componentes morfológico, muscular y motor entre los grupos con capacidad aeróbica saludable y no saludable en niños y adolescentes argentinos

Componente de la CF <sup>a</sup>	Parámetro	Grupo de edad	Género	Capacidad aeróbica		Valor de p		
				No saludable	Saludable			
Morfológico	IMC <sup>b</sup> (kg/m <sup>2</sup> )	Niños	Masculino	24,6 ± 4,9	18,3 ± 3,2	0,001		
			Femenino	24,1 ± 5,1	19,7 ± 4,3	0,001		
		Adolescentes	Masculino	23,0 ± 3,8	21,1 ± 2,6	0,001		
			Femenino	22,6 ± 3,7	20,6 ± 2,4	0,001		
		Perímetro de cintura (cm)	Niños	Masculino	80,3 ± 11,6	60,9 ± 7,8	0,001	
				Femenino	74,2 ± 11,9	62,1 ± 7,8	0,012	
	Adolescentes	Masculino	73,9 ± 12,6	73,5 ± 11,1	0,886			
		Femenino	71,7 ± 10,6	68,2 ± 8,0	0,003			
Sobrepeso y obesidad (%)	Niños	Masculino	75,8 (%)	22,2 (%)	0,001			
		Femenino	57,9 (%)	32,2 (%)	0,027			
	Adolescentes	Masculino	39,3 (%)	19,0 (%)	0,001			
		Femenino	27,8 (%)	12,1 (%)	0,001			
Muscular	Salto de longitud (cm)	Niños	Masculino	138,4 ± 20,9	145,6 ± 21,3	0,686		
			Femenino	109,5 ± 26,7	125,5 ± 28,3	0,020		
		Adolescentes	Masculino	179,9 ± 29,1	196,4 ± 28,3	0,001		
			Femenino	136,7 ± 26,3	137,9 ± 31,5	0,001		
		Motor	Test de velocidad y agilidad 4 x 10 m (s)	Niños	Masculino	12,9 ± 1,9	13,3 ± 2,1	0,331
					Femenino	14,9 ± 2,3	13,8 ± 1,7	0,173
Adolescentes	Masculino			11,4 ± 1,4	11,0 ± 1,2	0,009		
	Femenino			13,3 ± 1,4	12,7 ± 1,1	0,001		

Los participantes se agruparon por edad en niños (de 6 a 12 años) y adolescentes (de 13 a 19 años), sexo y nivel de capacidad aeróbica (saludable y no saludable) de acuerdo con los criterios de referencia del Fitnessgram<sup>®</sup>.<sup>2</sup> Los datos se presentaron en valores promedio y desvío estándar, con excepción de la prevalencia de sobrepeso y obesidad.

a. CF= condición física. b. IMC= índice de masa corporal.

similares a las reportadas en otros estudios realizados en niños y adolescentes.<sup>17,25-29</sup> Sin embargo, en adultos jóvenes, hemos encontrado mayores diferencias en el VO<sub>2</sub> máx. predictivo en comparación con los niños y adolescentes del presente estudio.<sup>4,30</sup>

### Niveles de condición física en relación con otros países

Se compararon por sexo los niveles de CF en un total de 19 estudios (13 países). La fuerza de miembros inferiores, con el test SL en ocho estudios;<sup>11,19-23,31,32</sup> la velocidad/agilidad, con el test 4 x 10 m en tres estudios,<sup>19,20,21</sup> y el rendimiento aeróbico, en el CN-20 m en 17 estudios.<sup>5,6,11,17,19-21,23,25-29,31,33-35</sup>

Los niveles de fuerza en los varones fueron mayores en relación a dos estudios,<sup>1,20</sup> similares en cinco estudios<sup>19,21-23,31</sup> e inferiores en relación a 1 estudio.<sup>32</sup> Las mujeres solo presentaron niveles de fuerza levemente superiores en relación a dos estudios;<sup>11,32</sup> fueron similares en dos trabajos<sup>22,31</sup> e inferiores en relación a cuatro estudios.<sup>19-21,23</sup> Con respecto a los niveles de velocidad/agilidad, los varones presentaron valores similares en tres estudios,<sup>19-21</sup> mientras que en las mujeres el rendimiento fue inferior en los tres estudios analizados.<sup>19-21</sup>

En cuanto al rendimiento aeróbico, los participantes masculinos alcanzaron niveles superiores en relación a un estudio,<sup>34</sup> similares o levemente inferiores en seis estudios<sup>5,11,23,27,31,35</sup> y fueron menores en relación a diez estudios.<sup>6,17,19-21,25,26,28,29,33</sup> En las mujeres, fueron similares en relación a seis estudios<sup>5,11,23,31,34,35</sup> e inferiores en once estudios.<sup>6,17,19-21,25-29,33</sup> El rendimiento físico comparado indica que la muestra de niños y adolescentes argentinos se encuentra entre los países con niveles de CF más bajos.

### Capacidad aeróbica y riesgo cardiovascular futuro

Cuando analizamos la muestra total del presente estudio, aproximadamente 1 de cada 3 jóvenes argentinos tuvo un nivel de capacidad aeróbica indicativo de riesgo cardiovascular futuro (*Tabla 1*). Sin embargo, el análisis por grupos de edades mostró que la proporción de adolescentes con capacidad aeróbica no saludable fue notablemente superior (49,1%) en comparación con el grupo de los niños (11,5%). Estos valores fueron superiores a los observados en adolescentes españoles<sup>19</sup> (19,3% ♂ y 17,3% ♀), adolescentes europeos<sup>20</sup> (38% ♂ y 43% ♀), niños y

adolescentes australianos<sup>23</sup> (29% ♂ y 23% ♀) y en adolescentes estadounidenses<sup>7</sup> (29% ♂ y 31% ♀).

Estos resultados deben interpretarse con precaución debido a que hay factores, como el punto de corte del VO<sub>2</sub> máx. empleado, la ecuación aplicada para estimar el VO<sub>2</sub> máx. y el test utilizado, que podrían afectar las clasificaciones.<sup>4</sup> En relación con este tema, Secchi y García<sup>4</sup> demostraron que la ecuación predictiva del VO<sub>2</sub> máx. y los criterios de referencia del Fitnessgram<sup>®2,3</sup> modifican significativamente la proporción de adultos jóvenes que se encuentran en riesgo cardiometabólico.

Los datos del presente estudio mostraron que los niños y adolescentes con capacidad aeróbica saludable, en general, tuvieron una mejor CF (*Tabla 5*). Además, presentaron menor perímetro de cintura y prevalencia de sobrepeso y obesidad, los cuales son factores que están relacionados con un mejor perfil cardiovascular.<sup>9,10</sup> 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>8</sup>

Una de las fortalezas del estudio fue evaluar la CF con la batería ALPHA, cuya validez, confiabilidad, aplicabilidad y relación con la salud ha sido demostrada en niños y adolescentes.<sup>11-13</sup> Entre las limitaciones del estudio, es importante destacar la falta de representatividad de la muestra y el número de participantes relativamente bajo para establecer valores de referencia de la población pediátrica argentina. Sin embargo, debido a la falta de datos normativos de CF en esta población, el presente estudio proporciona los primeros valores de CF evaluados con la batería ALPHA en una población de escolares argentinos.

### CONCLUSIONES

La muestra de niños y adolescentes argentinos de sexo masculino presentó mayores niveles de condición física. Estas diferencias se incrementaron con la edad. Aproximadamente, uno de cada tres participantes tuvo un nivel de capacidad aeróbica indicativo de riesgo cardiovascular futuro. ■

### Agradecimientos

Agradecemos a Jonatan Ruiz por su aporte para enriquecer el estudio. A los profesores de Educación Física que colaboraron con el trabajo de campo: Silvia Ruggiero, Alberto Espada, Tania Domato, Alexis Buchhammer, Silvia Rode,



Favio Rodríguez, Ramón Schwemmer, Andrea Rodríguez y José Luis Sosa.

## BIBLIOGRAFÍA

- Morrow JR Jr, Zhu W, Franks BD, Meredith MD, et al. 1958-2008: 50 years of youth fitness tests in the United States. *Res Q Exerc Sport* 2009;80(1):1-11.
- The Cooper Institute for Aerobics Research. FITNESSGRAM Test Administration Manual. 3rd ed. Champaign: Human Kinetics; 2004. Págs.38-9.
- 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.
- Secchi JD, García GC. Cardiorespiratory fitness and cardiometabolic risk in young adults. *Rev Esp Salud Pública* 2013;87:35-48.
- Moreira C, Santos R, Ruiz JR, Vale S, et al. Comparison of different VO<sub>2</sub>max equations in the ability to discriminate the metabolic risk in Portuguese adolescents. *J Sci Med Sport* 2011;14(1):79-84.
- Silva G, Aires L, Mota J, Oliveira J, et al. Normative and criterion-related standards for shuttle run performance in youth. *Pediatr Exerc Sci* 2012;24(2):157-69.
- Lobelo F, Pate RR, Dowda M, Liese AD, et al. Validity of cardiorespiratory fitness criterion-referenced standards for adolescents. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41(6):1222-9.
- Ardoy DN, Fernández-Rodríguez JM, Ruiz JR, Chillón P, et al. Improving physical fitness in adolescents through a school-based intervention: the EDUFIT study. *Rev Esp Cardiol* 2011;64(6):484-91.
- Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Sjörström M. Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *Int J Obes (Lond)* 2008;32(1):1-11.
- Ruiz JR, Castro-Piñero J, Artero EG, Ortega FB, et al. Predictive validity of health-related fitness in youth: a systematic review. *Br J Sports Med* 2009;43(12):909-23.
- España-Romero V, Artero EG, Jiménez-Pavón D, Cuenca-García M, et al. Assessing health-related fitness tests in the school setting: reliability, feasibility and safety; the ALPHA Study. *Int J Sports Med* 2010;31(7):490-7.
- Castro-Piñero J, Artero EG, España-Romero V, Ortega FB, et al. Criterion-related validity of field-based fitness tests in youth: a systematic review. *Br J Sports Med* 2010;44(13):934-43.
- Ruiz JR, Castro-Piñero J, España-Romero V, Artero EG, 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(6):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.
- Manual de Instrucciones de la Batería ALPHA-Fitness: Test de campo para la evaluación de la condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes. [Acceso: 12 de diciembre de 2013]. Disponible en: <https://sites.google.com/site/alphaprojectphysicalactivity/alpha-public-documents/alpha-fit/assessing-fitness-in-children>.
- Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, 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.
- Cole TJ, Green PJ. Smoothing reference centile curves: the LMS method and penalized likelihood. *Stat Med* 1992;11(10):1305-19.
- Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Moreno LA, et al. Low level of physical fitness in Spanish adolescents. Relevance for future cardiovascular health (AVENA study). *Rev Esp Cardiol* 2005;58(8):898-909.
- Ortega FB, Artero EG, Ruiz JR, España-Romero V, et al. Physical fitness levels among European adolescents: the HELENA study. *Br J Sports Med* 2011;45(1):20-9.
- Ortega FB, Artero EG, Ruiz JR, Vicente-Rodríguez G, et al. Reliability of health-related physical fitness tests in European adolescents. The HELENA Study. *Int J Obes (Lond)* 2008;32(Suppl 5):S49-57.
- Castro-Piñero J, González-Montesinos JL, Mora J, Keating XD, et al. Percentile values for muscular strength field tests in children aged 6 to 17 years: influence of weight status. *J Strength Cond Res* 2009;23(8):2295-310.
- 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(2):98-108.
- Bar-Or O, Rowland TW. Pediatric Exercise Medicine: from physiologic principles to health care application. United States: Human Kinetics; 2004. Págs.3-19.
- Léger L, Lambert A, Goulet A, Rowan C, et al. Capacity aerobic des Québécois de 6 a 17 ans: test navette de 20 metres avec paliers de 1 minute. *Can J Appl Sport Sci* 1984;9:64-9.
- Matsuzaka A, Takahashi Y, Yamazoe M, Kumakura N, et al. Validity of the Multistage 20-M Shuttle-Run Test for Japanese Children, Adolescents, and Adults. *Pediatr Exerc Sci* 2004;16:113-25.
- Beets MW, Pitetti KH. A comparison of shuttle-run performance between midwestern youth and their national and international counterparts. *Pediatr Exerc Sci* 2004;16:94-112.
- Liu NYS, Plowman SA, Looney MA. The reliability and validity of the 20-meter shuttle test in American students 12 to 15 years old. *Res Q Exerc Sport* 1992;63:360-5.
- Barnett A, Chan LY, Bruce IC. A preliminary study of the 20-m multistage shuttle run test as a predictor of peak VO<sub>2</sub> in Hong Kong Chinese students. *Pediatr Exerc Sci* 1993;5:42-50.
- García GC, Secchi JD. Relationship between the final speeds reached in the 20 metre Course Navette and the MAS-EVAL test. A proposal to predict the maximal aerobic speed. *Apunts Med Esport* 2013;48(177):27-34.
- Baquet G, Twisk JW, Kemper HC, Van Praagh E, Berthoin S. Longitudinal Follow-up of fitness during childhood: interaction with physical activity. *Am J Hum Biol* 2006;18(1):51-8.
- Artero EG, España-Romero V, Castro-Piñero J, Ruiz J, et al. Criterion-related validity of field-based muscular fitness tests in youth. *J Sports Med Phys Fitness* 2012;52(3):263-72.
- Slinger J, Breda E, Kupiers H. Aerobic fitness data for Dutch adolescents (2002-2005). *Pediatr Exerc Sci* 2009;21:10-18.
- Carrel AL, Bowser J, White D, Moberg DP, et al. Standardized childhood fitness percentiles derived from scholl-based testing. *J Pediatr* 2012;161(1):120-4.
- Sandercock G, Voss C, Cohen D, Taylor M, Stasinopoulos DM. Centile curves and normative values for the twenty metre shuttle-run test in English schoolchildren. *J Sports Sci* 2012;30(7):679-87.