

## Relación entre fuerza muscular y otros parámetros de la condición física en escolares de primaria

### Relationship between muscle strength and other parameters of fitness in primary school children

A. Rosa-Guillamón y E. García-Cantó

*Grupo de investigación Actividad Física y Deporte Orientado a la Salud (AFYDOS). Universidad de Murcia (Murcia, España).*

**Resumen:** Dentro de los determinantes de la condición física, la fuerza muscular es un importante predictor biológico del estado general de salud desde la infancia. El objetivo fue analizar la relación entre fuerza muscular y otros parámetros de condición física. Diseño de estudio descriptivo relacional donde se evaluó la fuerza isométrica del tren superior, la potencia explosiva del tren inferior, la capacidad aeróbica y la velocidad-agilidad mediante la *batería ALPHA-fitness* a una muestra de 512 escolares de 8-11 años. Se calculó el índice de fuerza muscular. Los resultados muestran que la fuerza muscular se asocia de manera positiva con la velocidad-agilidad y la capacidad aeróbica. Así, los escolares con un mayor nivel de **índice de fuerza** muscular presentaron niveles superiores de velocidad-agilidad y capacidad aeróbica. Los resultados del presente trabajo de investigación sugieren que los escolares con un mejor nivel de fuerza muscular tienen también un nivel superior de velocidad-agilidad (capacidad motora) y capacidad aeróbica.  
**Palabras clave:** salud, condición física, índice de masa corporal, ejercicio físico, niños.

**Abstract:** Among the determinants of physical fitness, muscle strength is an important biological predictor of general health from childhood. The aim was to analyze the relationship between muscle strength and other parameters of physical fitness. A relational descriptive design was implemented, evaluating isometric upper body strength, explosive lower body strength, aerobic capacity and speed-agility through *ALPHA-fitness test battery* of a sample of 512 students (284 women) between 8-11 years. The muscle strength index was calculated. The results show that muscle strength is associated positively with the speed-agility and aerobic capacity. School with a higher level of muscle strength index showed higher levels of speed-agility and aerobic capacity. The results of this research suggest that school children with a better level of muscle strength have also higher levels of speed-agility (motor capacity) and aerobic capacity.

**Keywords:** health, physical fitness, body mass index, physical exercise, children.

#### Abreviaturas

ALPHA-fitness: Assessing Levels of Physical Activity and fitness  
CF: condición física  
FM: fuerza muscular  
zIFM: índice de fuerza muscular  
IMC: índice de masa corporal  
OMS: Organización Mundial de la Salud

#### Introducción

Numerosos estudios han puesto de manifiesto el interés que tiene conocer el estado de condición física (CF; en inglés *physical fitness*) que posee una persona, ya que constituye un potente indicador biológico de salud y calidad de vida desde edades tempranas (Chang, Liu, Zhao, Li, & Yu, 2008; De la Cruz-Sánchez et al., 2013; Gálvez et al., 2015a; Gálvez et al., 2015c; López-Sánchez, López-Sánchez, & Díaz-Suárez, 2015c; López-Sánchez, López-Sánchez, & Díaz-Suárez, 2015d; Rosa, Rodríguez-García, García-Cantó, & Pérez-Soto, 2015; Vásquez et al., 2013).

La CF se define como la capacidad de una persona para la actividad física o ejercicio físico, y comprende un conjunto de funciones (músculo-esquelética, cardio-respiratoria, endocrino-metabólica, hemato-circulatoria, y endocrino-metabólica) y componentes (capacidad aeróbica, capacidad músculo-esquelética, capacidad motora, coordinación, equilibrio, y composición corporal) implicados en el movimiento (García-Cantó et al., 2015; López-Sánchez, López-Sánchez, Díaz-Suárez, 2015a; López-Sánchez, López-Sánchez, & Díaz-Suárez, 2016; Ortega, Ruiz, & Castillo, 2013a; Ruiz et al., 2011).

De entre las cualidades que componen la CF, la fuerza muscular (FM; en inglés *muscular strength*) ha adquirido una gran relevancia científica en el ámbito sanitario, ya que representa una medida directa del estado general de salud biológica, especialmente de los sistemas osteoarticular, cardiovascular y metabólico (Castillo-Garzón, 2007; Ortega et al., 2013a; Pacheco-Herrera, Ramírez-Vélez, & Correa-Bautista, 2016).

Diversos trabajos han demostrado en adultos que la FM se relaciona de manera inversa con distintos parámetros asociados con el síndrome metabólico (dislipidemia, intolerancia a la glucosa, lipoproteínas de alta densidad, obesidad abdomi-

Dirección para correspondencia [Correspondence address]: Andrés Rosa-Guillamón. E-mail: [andres.rosa@umes](mailto:andres.rosa@umes)

nal, presión arterial elevada, triglicéridos), así como con proteínas de inflamación aguda (Jurca, Lamonte, Barlow, Kampert, Church, & Blair, 2005; Schaap, Pluijm, Deeg, & Visser 2006; Visser et al., 2002).

A pesar de que gran parte de las manifestaciones clínicas de las enfermedades cardiorrespiratorias, crónicas y cerebrovasculares se producen durante la edad adulta, la evidencia científica disponible indica que su origen patogénico puede encontrarse en edades tempranas (Ortega et al., 2005; Ortega et al., 2013a).

En este sentido, recientes investigaciones realizadas con escolares y adolescentes del sureste español han observado que programas de intervención basados en la realización de ejercicio físico producían mejoras significativas en el estado de CF en general y de la FM en particular (Borrego-Balsalobre, López-Sánchez, & Díaz-Suárez, 2015a; Borrego-Balsalobre, López-Sánchez, & Díaz-Suárez, 2015b; Borrego-Balsalobre, López-Sánchez, & Díaz-Suárez, 2015c; López-Sánchez, Borrego-Balsalobre, & Díaz-Suárez, 2013; López-Sánchez, López-Sánchez, & Díaz-Suárez, 2015c; López-Sánchez, Nicolás-López, & Díaz-Suárez, 2016), concluyendo que la mejora del estado de CF desde edades tempranas mediante la realización de ejercicio físico de moderada a vigorosa intensidad es un factor a tener en cuenta para la salud física y mental del individuo (Borrego-Balsalobre, López-Sánchez, & Díaz-Suárez, 2014; Borrego-Balsalobre, López-Sánchez, & Díaz-Suárez, 2012), incluso en escolares con disfunciones de tipo neurobiológico (López-Sánchez et al., 2015a; López-Sánchez, López-Sánchez, & Díaz-Suárez, 2014; López-Sánchez, López-Sánchez, & Díaz-Suárez, 2015b; López-Sánchez et al., 2015c; López-Sánchez, López-Sánchez, & Díaz-Suárez, 2015d).

Teniendo en cuenta que estas y otras investigaciones señalan que altos niveles de CF y, concretamente, de FM ( $X \geq P_{60}$ ) se asocian directamente con la salud metabólica, cardiovascular, músculo-esquelética e incluso mental de los jóvenes (Gálvez et al., 2015b; Rodríguez-García et al., 2015; Rodríguez-García et al., 2014; Ortega et al., 2005; Ortega et al., 2013a; Ortega, Ruiz, Castillo, & Sjöström, 2008), y que la asociación entre FM y otros determinantes del estado de CF no ha sido estudiada en escolares, el objetivo de este estudio fue analizar la relación entre FM y otros parámetros de la CF (capacidad motora y aeróbica) en escolares de 8 a 11 años del sureste español.

## Método

### Muestra

Un total de 512 escolares (228 varones y 284 mujeres) de edades comprendidas entre 8 y 11 años ( $9,43 \pm 1,31$  años en varones y  $9,46 \pm 1,31$  años en mujeres) de edad partici-

paron en el presente estudio transversal correlacional *ex post facto* (Thomas, & Nelson, 2007). Los escolares pertenecían a diversos centros **públicos de educación primaria** del sureste español, y fueron seleccionados mediante un proceso aleatorio estratificado. Se planteó como criterio de exclusión la presencia de patologías osteoarticulares agudas o crónicas, y no presentar por escrito consentimiento informado de los padres o tutores legales de los participantes.

### Instrumento

La valoración previa de los participantes para realizar los test de CF se realizó a través del Cuestionario de Aptitud para la Actividad Física (Thomas, Reading, & Shepard, 1992). La finalidad de este instrumento fue contribuir a la selección preliminar segura de sujetos para participar en el presente trabajo en el cual se emplean test de campo de CF. Este instrumento ha sido empleado en diversos estudios previos con escolares de educación primaria de 8 a 11 años (De la Cruz-Sánchez et al., 2013; Gálvez et al., 2015b; Rodríguez-García et al., 2015; Rosa, & García-Cantó, 2016). En el presente estudio el *Alpha* de Cronbach fue de 0,818, mostrando una adecuada consistencia interna y una alta fiabilidad y validez.

Para medir la salud relacionada con la CF se seleccionaron diversas pruebas de la *Batería ALPHA-Fitness basada en la evidencia* (Ruiz et al., 2011), realizando los siguientes cambios: se omitieron los pliegues cutáneos por motivos de tiempo limitado, y se añadió el test de carrera 4x10 metros que se propone en la versión extendida, para ofrecer una información más completa del estado de CF (Gálvez et al., 2015b; Rodríguez-García et al., 2015; Rodríguez-García et al., 2014; Rosa-Guillamón, & García-Cantó, 2016; Rosa et al., 2015; Ruiz et al., 2010).

Durante todo el proceso se tuvo en cuenta el protocolo (medida, número de ensayos y puntuación) determinado en esta batería. Los parámetros que se evaluaron fueron los siguientes.

### Componente morfológico

El peso (kilogramos; kg) se midió con una báscula electrónica (modelo 220, SECA, Hamburgo, Alemania). La talla (centímetros; cm) fue medida con un estadiómetro (Holtain Ltd., Dyfed, UK). El índice de masa corporal (IMC) fue calculado como el peso en kg dividido por la talla en metros al cuadrado ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ).

### Capacidad motora

La velocidad-agilidad (segundos; s) y coordinación dinámica general fueron medidas con el test de carrera de ida y vuelta 4x10 metros (Vicente-Rodríguez et al., 2012). Se utilizó

como instrumento de medida un cronómetro profesional (HS-80TW-1EF, Casio, Tokio, Japan).

#### Capacidad músculo-esquelética

La fuerza isométrica del tren superior (kilogramos; kg) fue medida a través de dinamometría manual mediante un dinamómetro digital con agarre ajustable (TKK 5041 Grip D, Takei, Tokio, Japan), y con una regla-tabla para adaptar la amplitud del agarre (España-Romero et al., 2010; Ruiz, España-Romero, Ortega, Sjostrom, Castillo, & Gutiérrez, 2006).

La potencia explosiva del tren inferior (centímetros; cm) se valoró mediante salto longitudinal a pies juntos (Castro Piñero et al., 2010). Se empleó para su medida una cinta métrica de PVC y fibra de vidrio (Modelo 74-Y100M, CST/Berger, Chicago, USA).

Se calculó la variable **índice de fuerza muscular** (zIFM) como la suma de las puntuaciones Z estandarizadas de la razón entre test de dinamometría/peso y test de salto longitudinal (Ortega, Sánchez-López, Solera-Martínez, Fernández-Sánchez, Sjöström, & Martínez-Vizcaíno, 2013b). Se ha descrito la capacidad del zIFM como indicador de parámetros de salud física y mental en escolares de primaria (Pacheco-Herrera et al., 2016; Rodríguez-García et al., 2015). Teniendo como referencia puntos de corte establecidos previamente en escolares de primaria (Rodríguez-García et al., 2015), se clasificó a los escolares en tres grupos según su nivel de FM: zIFM bajo ( $X < P_{20}$ ), zIFM medio ( $P_{20} \geq X > P_{60}$ ), y zIFM alto ( $X \geq P_{60}$ ). En esta investigación, el  $P_{20}$  fue de 0,42 y el  $P_{60}$  fue de 0,54.

#### Capacidad aeróbica

La capacidad aeróbica (paliers) fue medida a través del test de Course-Navette (Lèger, Mercier, Gadoury, & Lambert, 1988). Para medir esta variable se empleó un equipo audio portátil (Behringer EPA40, Thomann, Burgebrach, Germany), y un dispositivo de memoria USB (Hayabusa, Toshiba, Tokio, Japan). Se anotó el último palier o medio palier completado, y se estimó indirectamente el consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2\text{máx}}$ ) usando las ecuaciones de Lèger a partir del resultado en el test de Course-Navette y edad.

#### Procedimiento

Se contactó con los centros escolares seleccionados, y se informó en reuniones con los representantes de la finalidad y protocolo del estudio. Se obtuvo por escrito el consentimiento de los padres o tutores legales de los participantes. Previo al trabajo de campo, y con la finalidad de estandarizar el protocolo de aplicación de las pruebas, se planteó un proceso de

entrenamiento de los exploradores colaboradores, los cuales eran maestros especialistas en educación física. Este entrenamiento se realizó con niños y niñas de las edades incluidas en la muestra de participantes, y se prolongó durante un período de 3 semanas.

La aplicación de la batería de pruebas se realizó durante dos días en cada centro escolar. Se recomendó a los escolares no realizar actividades deportivas la tarde anterior, no alterar la alimentación habitual, y vestir ropa deportiva ligera. En la primera sesión, en una sala anexa al centro educativo la cual estaba correctamente ventilada y con una temperatura agradable, se realizó la valoración antropométrica. En la segunda sesión, en un pabellón o pista polideportiva, se realizaron las medidas de los test de campo de la CF. Estas medidas se tomaron a primera hora de la mañana con el fin de evitar la fatiga de otras actividades físicas que realizan durante el día. Se realizó un calentamiento estándar de 8 minutos basado en carrera continua y movilidad articular.

El trabajo fue realizado durante el curso académico (2014/15), en horario lectivo, y en similares condiciones climáticas. La investigación se llevó a cabo de acuerdo con las normas deontológicas reconocidas por la Declaración de Helsinki (revisión de 2013), y siguiendo las recomendaciones de Buena Práctica Clínica de la CEE (documento 111/3976/88 de julio de 1990) y la normativa legal vigente española que regula la investigación clínica en humanos (Real Decreto 561/1993 sobre ensayos clínicos).

#### Análisis estadístico

Los resultados se presentan como media  $\pm$  desviación estándar, así como recuento numérico, porcentajes y error estándar. La distribución de las variables resultó normal a través de la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Las diferencias según sexo y edad se analizaron mediante un análisis de la varianza simple (*oneway* ANOVA) para variables continuas, y el test de chi-cuadrado de Pearson para las variables categóricas. Se calcularon puntuaciones directas de las variables de estudio para realizar un análisis de correlaciones parciales controladas por edad (años) y sexo (varones = 0 y mujeres = 1). Para estudiar si los escolares con un mayor nivel de FM (expresado a partir del IFM) tenían un mayor nivel de velocidad-agilidad y capacidad aeróbica (paliers), se realizó un análisis de la covarianza (ANCOVA), ajustado por edad (años) y sexo (0 = varones y 1 = mujeres) introduciendo en el modelo el zIFM como factor fijo y las dimensiones de la CF (velocidad-agilidad y capacidad aeróbica) como variables dependientes. La prueba de Levene fue utilizada para comprobar la homogeneidad de las varianzas. El valor de  $p$  de los contrastes de hipótesis *post-hoc* se determinó mediante la corrección de Bonferroni para comparaciones múltiples. El **análisis estadístico** fue realizado con el programa Statistical Package for the Social Sciences

(v.19.0, SPSS Inc., Chicago, EE.UU.) fijándose el nivel de significación en  $\alpha = 0,05$ .

## Resultados

Se evaluaron 228 varones y 284 mujeres. Durante el estudio, ninguno de los escolares presentó molestias, dolor o lesión músculo-articular.

La tabla 1 muestra las características de composición corporal (peso, talla e IMC), capacidad motora (test 4 x10m), capacidad músculo-esquelética (fuerza de prensión manual y fuerza del tren inferior), capacidad aeróbica (test de Course-Navette),  $VO_2$ máx y zIFM.

El ANOVA detectó que el promedio general en los test de 4 x 10m, salto longitudinal, Course-Navette, así como en el  $VO_2$ máx fue significativamente superior en los varones ( $p < 0,01$ ). La distribución de la muestra en función del zIFM mostró una mayor prevalencia de mujeres en los niveles bajo (70,6 vs. 29,4,  $p < 0,001$ ) y medio (58,8 vs. 41,2,  $p < 0,05$ ). En el análisis de las diferencias en función de la edad y sexo, la prueba ANOVA detectó diferencias estadísticamente significativas a

favor de los varones: i) en el grupo de 8 años, en los test de 4 x10m ( $14,1 \pm 1,2$  vs.  $14,7 \pm 1,2$ ,  $p < 0,01$ ), salto longitudinal ( $100,1 \pm 20,0$  vs.  $91,6 \pm 15,5$ ,  $p < 0,01$ ), y Course-Navette ( $3,0 \pm 1,5$  vs.  $2,5 \pm 0,8$ ), así como en el  $VO_2$ máx ( $47,5 \pm 3,4$  vs.  $46,3 \pm 1,9$ ,  $p < 0,01$ ) y zIFM ( $0,49 \pm 0,09$  vs.  $0,46 \pm 0,08$ ,  $p < 0,01$ ); ii) en el grupo de 10 años, en el test de 4 x 10m ( $13,4 \pm 0,8$  vs.  $14,0 \pm 0,8$ ,  $p < 0,01$ ); y, iii) en el grupo de 11 años, en el test de Course-Navette ( $4,8 \pm 1,9$  vs.  $3,6 \pm 1,5$ ,  $p < 0,01$ ), y  $VO_2$ máx ( $46,6 \pm 4,8$  vs.  $43,5 \pm 3,6$ ,  $p < 0,001$ ).

En la distribución de la muestra en función del zIFM, la prueba chi-cuadrado detectó diferencias estadísticamente significativas en el grupo de 8 años. Así, los varones mostraron una mayor prevalencia de nivel alto de zIFM (69,0 vs. 31,0,  $p < 0,01$ ), mientras que las mujeres presentaron una mayor prevalencia en los niveles bajo ( $64,3$  vs.  $35,7$ ,  $p < 0,05$ ) y medio ( $64,3$  vs.  $37,5$ ,  $p < 0,05$ ). Asimismo, esta prueba detectó diferencias en el grupo de 10 años mostrando las mujeres una mayor prevalencia de nivel bajo de zIFM ( $84,6$  vs.  $15,4$ ,  $p < 0,001$ ), y en el grupo de 11 años, presentando las mujeres una mayor prevalencia de nivel medio de zIFM ( $64,5$  vs.  $35,5$ ,  $p < 0,05$ ).

**Tabla 1.** Diferencias según sexo y edad en los parámetros de condición física (228 varones y 284 mujeres).

	Sexo	8 años (n = 194)	9 años (n = 78)	10 años (n = 56)	11 años (n = 184)	Total (n = 512)
Peso (kg)	V	30,4 ± 6,7	37,2 ± 8,7	41,1 ± 8,6	46,2 ± 10,9	38,1 ± 11,1
	M	29,9 ± 6,7	36,7 ± 7,6	37,7 ± 8,5	45,2 ± 10,6	37,4 ± 10,9
Talla (cm)	V	128,7 ± 6,1	138,1 ± 5,9	142,5 ± 7,9	151,3 ± 7,8	139,5 ± 12,0
	M	128,0 ± 6,3	135,3 ± 7,5	141,0 ± 5,3	151,3 ± 7,9	139,1 ± 12,4
IMC (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>a</sup>	V	18,2 ± 2,8	19,4 ± 4,2	20,1 ± 3,2	20,0 ± 3,8	19,3 ± 3,5
	M	18,1 ± 3,0	20,1 ± 4,0	19,0 ± 4,3	19,6 ± 3,9	19,1 ± 3,7
4x10m (s)	V	14,1 ± 1,2**	13,6 ± 0,7	13,4 ± 0,8**	12,9 ± 1,5	13,5 ± 1,3**
	M	14,7 ± 1,2	13,9 ± 0,8	14,0 ± 0,8	13,1 ± 1,2	13,9 ± 1,3
DM (kg) <sup>b</sup>	V	14,0 ± 7,1	15,6 ± 3,4**	16,9 ± 3,6	20,6 ± 4,4	16,8 ± 6,1*
	M	13,0 ± 5,4	13,4 ± 2,7	16,7 ± 2,5	19,4 ± 4,3	15,8 ± 5,3
SL (cm) <sup>c</sup>	V	100,1 ± 20,0**	96,9 ± 15,1	107,6 ± 18,4	112,4 ± 19,4	105,0 ± 19,8**
	M	91,6 ± 15,5	94,6 ± 18,4	100,9 ± 11,7	109,2 ± 22,4	99,5 ± 20,1
C-N (paliers) <sup>d</sup>	V	3,0 ± 1,5**	2,8 ± 1,0	3,7 ± 1,3	4,8 ± 1,9**	3,7 ± 1,8***
	M	2,5 ± 0,8	2,6 ± 1,3	3,1 ± 1,0	3,6 ± 1,5	2,9 ± 1,3
$VO_2$ máx (mL/kg <sup>-1</sup> /min <sup>-1</sup> ) <sup>e</sup>	V	47,5 ± 3,4**	45,1 ± 2,3	45,6 ± 3,2	46,6 ± 4,8***	46,6 ± 3,8***
	M	46,3 ± 1,9	44,7 ± 2,9	44,2 ± 2,5	43,5 ± 3,6	44,8 ± 3,1
zIFM <sup>f</sup>	V	0,49 ± 0,09**	0,48 ± 0,06	0,52 ± 0,09	0,57 ± 0,11	0,53 ± 0,10*
	M	0,46 ± 0,08	0,44 ± 0,09	0,52 ± 0,08	0,56 ± 0,09	0,50 ± 0,11
Bajo, n (%) <sup>g</sup>	V	20(35,7)*	4(15,4)***	2(33,3)	4(28,6)	30 (29,4)***
	M	36(64,3)	22(84,6)	4(66,7)	10(71,4)	72(70,6)
Medio, n (%) <sup>g</sup>	V	30(37,5)*	18(47,4)	14(58,3)	22(35,5)*	84(41,2)*
	M	50 (62,5)	20 (52,6)	10 (41,7)	40 (64,5)	120 (58,8)
Alto, n (%) <sup>g</sup>	V	40 (69,0)**	6 (42,9)	16 (61,5)	52 (48,1)	114 (55,3)
	M	18 (31,0)	8 (57,1)	10 (38,5)	56 (51,9)	92 (44,7)

Los resultados se presentan como media  $\pm$  desviación estándar. <sup>a</sup>IMC = Índice de masa corporal (componente morfológico); <sup>b</sup>DM = Dinamometría Manual (fuerza de prensión manual); <sup>c</sup>SL = Salto Longitudinal (fuerza del tren inferior); <sup>d</sup>C-N = Course-Navette (capacidad aeróbica, en paliers); <sup>e</sup>VO<sub>2</sub>máx = Consumo máximo de oxígeno; <sup>f</sup>zIFM = Índice de Fuerza Muscular (puntuaciones Z); <sup>g</sup>Nivel de fuerza muscular a partir del zIFM. \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$ , test ANOVA para variables continuas y test chi-cuadrado para variables categóricas.

La tabla 2 muestra el análisis de correlaciones parciales

controladas por edad y sexo de las variables de FM con los parámetros de CF. Un elevado peso e IMC se correlacionaron con valores superiores en el test de 4x10m ( $r$  entre 0,192 y 0,218;  $p < 0,001$ ), y con menores valores en el test de Course-Navette ( $r$  entre -0,404 y -0,351;  $p < 0,001$ ). La FM expresada a partir de diferentes variables (fuerza isométrica del tren superior, potencia explosiva del tren inferior y zIFM) se correlacionó con un mejor rendimiento en el test de 4x10m ( $r$  entre -0,339 y -0,158;  $p < 0,001$ ), y en el test de Course-Navette ( $r$  entre 0,375 y 0,474;  $p < 0,001$ ).

**Tabla 2.** Correlación entre los parámetros de fuerza muscular y las variables de velocidad-agilidad y capacidad aeróbica.

	4 x10m (s) <sup>a</sup>	Course-Navette (paliers) <sup>b</sup>
Peso (kg)	0,192***	-0,351***
Talla (cm)	-0,007	-0,034
Índice de masa corporal (kg/m <sup>2</sup> )	0,218***	-0,404***
Dinamometría manual (kg)	-0,158***	0,014
Salto longitudinal (cm)	-0,225***	0,375***
zIFM <sup>c</sup>	-0,339***	0,474***

*Nota.* <sup>a</sup>Capacidad motora; <sup>b</sup>Capacidad aeróbica, se obtuvieron similares resultados con la variable VO<sub>2</sub>máx (datos no mostrados); <sup>c</sup>zIFM = Índice de Fuerza Muscular (puntuaciones Z). \*\*\* $p < 0,001$ .

En la tabla 3, se presentan los resultados del análisis de las variables de velocidad-agilidad y capacidad aeróbica en función del nivel de zIFM. La prueba ANCOVA ajustada por edad y sexo detectó diferencias estadísticamente significativas en el test de 4 x 10m (velocidad-agilidad) ( $F = 26,40$ ,  $p < 0,001$ ).

Se observaron, sobre todo, diferencias entre los niveles alto y bajo de zIFM ( $13,2 \pm 1,2$  vs.  $14,7 \pm 1,3$ ,  $p < 0,001$ ). Asimismo, la prueba ANCOVA detectó diferencias estadísticamente significativas en el test de Course-Navette ( $F = 44,06$ ,  $p < 0,001$ ).

**Tabla 3.** Análisis de las variables de condición física en función del nivel de fuerza muscular.

zIFM	4x10m (s) <sup>a</sup>	Dif*Medias	EE	p valor	IC 95% (LI-LS)		
Bajo (n = 102)	14,7 $\pm$ 1,3	Medio	0,724 ***	0,139	< 0,001	0,452	0,997
		Alto	1,059 ***	0,146	< 0,001	0,772	1,346
Medio (n = 204)	13,7 $\pm$ 1,1	Bajo	-0,724 ***	0,139	< 0,001	-0,997	-0,452
		Alto	0,335 **	0,114	0,004	0,110	0,559
Alto (n = 206)	13,2 $\pm$ 1,2	Bajo	-1,059 ***	0,146	< 0,001	-1,346	-0,772
		Medio	-0,335 **	0,114	0,004	-0,559	-0,110
zIFM	Course-Navette (paliers) <sup>b</sup>	Dif*Medias	EE	p valor	IC 95% (LI-LS)		
Bajo (n = 102)	2,0 $\pm$ 0,7	Medio	-0,782 ***	0,161	< 0,001	-1,099	-0,465
		Alto	-1,563 ***	0,170	< 0,001	-1,897	-1,229
Medio (n = 204)	3,0 $\pm$ 1,3	Bajo	0,782 ***	0,161	< 0,001	0,465	1,099
		Alto	-0,781 ***	0,133	< 0,001	-1,042	-0,520
Alto (n = 206)	4,1 $\pm$ 1,6	Bajo	1,563 ***	0,170	< 0,001	1,229	1,897
		Medio	0,781 ***	0,133	< 0,001	0,520	1,042

*Nota.* Los resultados se presentan como media  $\pm$  desviación estándar. Dif\*Medias = Diferencia de Medias; EE = Error Estándar; IC = Intervalo de Confianza (LI = Límite Inferior y LS = Límite Superior); zIFM = Índice de Fuerza Muscular (puntuaciones Z); <sup>a</sup>Capacidad motora; <sup>b</sup>Capacidad aeróbica, se obtuvieron similares resultados con la variable VO<sub>2</sub>máx (datos no mostrados).

## Discusión

Los resultados del presente trabajo de investigación muestran los siguientes hallazgos: i) tener un mejor rendimiento en los test de valoración de la FM (dinamometría manual y salto longitudinal) se asocia de manera positiva con un mejor rendimiento en los test de 4 x 10m y Course-Navette (ver tabla 2); de esta manera, los escolares con un mayor nivel de zIFM (expresada en este trabajo mediante la relación entre fuerza isométrica del tren superior y potencia explosiva del tren inferior) presentaron niveles superiores de velocidad-agilidad, capacidad aeróbica (expresada en paliers obtenidos en el test de Course-Navette), y  $VO_2$ máx indicativo de riesgo cardiovascular futuro (Ortega et al., 2013a) (ver tabla 3; datos del  $VO_2$ máx no mostrados); ii) poseer un IMC superior se asocia con un menor rendimiento en los test de 4 x 10m y Course-Navette (ver tabla 2); así, los escolares con un IMC superior presentaron un menor nivel de velocidad-agilidad y capacidad aeróbica (en paliers y en  $mL/kg^{-1}/min^{-1}$ ) (ver tabla 3; datos del  $VO_2$ máx no mostrados); iii) en general, se aprecian mayores valores de CF en los varones, especialmente significativos en los parámetros de velocidad-agilidad, potencia explosiva del tren inferior, capacidad aeróbica (en paliers y en  $mL/kg^{-1}/min^{-1}$ ), y FM general (zIFM). También se observa un incremento en los valores de CF conforme aumenta la edad, sobre todo en los 10 y 11 años (ver tabla 1).

Este trabajo representa una aplicación en la práctica de una serie de pruebas diseñadas para evaluar en el medio escolar la salud relacionada con la CF. Se ha descrito la capacidad de estas pruebas para realizar una medición objetiva y completa del estado de CF en escolares de primaria y adolescentes (Gálvez et al., 2015b; Ortega et al., 2005; Ortega et al., 2008; Rosa et al., 2015). Además, tienen una relación directa con la salud física según los principios del American College of Sport Medicine (Amstrong, Whaley, Brubaker, & Otto, 2005), y con el bienestar psicosocial (Gálvez et al., 2015a; Rodríguez-García et al., 2014; Rodríguez-García et al., 2015). Por tanto, los resultados de este trabajo aportan evidencia científica para el diseño de estrategias que mejoren la aptitud física muscular de los individuos “en” y “desde” el marco escolar, y pone al maestro de educación física en un rol de evaluador y promotor de comportamientos saludables. El ámbito escolar constituye, por tanto, un excelente medio para educar en hábitos de ejercicio físico muscular, y preservar de esta manera la salud osteoarticular, muscular y cardiovascular de individuos en edad escolar, lo que coincide con lo reportado en recientes investigaciones con escolares del sureste español (Borrego-Balsalobre et al., 2015a; Borrego-Balsalobre et al., 2015b; Borrego-Balsalobre et al., 2015c; López-Sánchez et al., 2013; López-Sánchez et al., 2015a; López-Sánchez et al., 2016; López-Sánchez et al., 2015b; López-Sánchez et al., 2014; López-Sánchez et al., 2015c).

En este trabajo se presentan también fórmulas apropiadas, según criterios de validez (Cole et al., 2000; Lèger et al., 1988), para obtener de manera indirecta parámetros como el IMC o el  $VO_2$ máx, y se han tenido en cuenta los criterios establecidos en trabajos previos para obtener el zIFM (Ortega et al., 2013b; Pacheco-Herrera et al., 2016; Rodríguez et al., 2015), de forma que toda esta información pueda ser de utilidad para interpretar los resultados de los test con la intención de proponer a los profesionales sanitarios, padres/tutores y docentes de educación física el seguimiento individualizado de los niños a lo largo del periodo de escolarización obligatorio.

No se han encontrado investigaciones que analicen la asociación de la FM (como factor predictor) con otros parámetros determinantes de la CF como la velocidad-agilidad o la capacidad aeróbica, lo que impide que se realicen comparaciones directas. No obstante, Vásquez et al. (2013) en una muestra de 120 escolares chilenos obesos (8-13 años) analizaron el efecto de un programa de ejercicio físico muscular sobre el estado de CF general (expresado en este trabajo a partir de la capacidad aeróbica), la grasa corporal y factores relacionados con el síndrome metabólico. Este programa tuvo una duración de 3 meses, con 30 sesiones en total (3 sesiones semanales de 45 minutos cada una, con un día de descanso entre ellas). La intervención se enfocó al entrenamiento de FM local, mediante la realización de ejercicios sobre 6 grupos musculares (bíceps, hombro, pectoral, abdominal, muslo y gemelo) que hacían llegar a la fatiga. Los resultados mostraron el impacto positivo del ejercicio físico muscular sobre el nivel de CF, la reducción de la grasa corporal, del síndrome metabólico y de los factores de riesgo cardiovascular, mostrándose estos resultados coherentes con lo observado en diversos estudios realizados con escolares de enseñanza primaria (Borrego-Balsalobre et al., 2015d; López-Sánchez et al., 2013; López-Sánchez et al., 2015a; López-Sánchez et al., 2015b).

En este estudio realizado por Vásquez et al. (2013) se concluyó, en la misma línea de lo encontrado en otros trabajos (Borrego-Balsalobre et al., 2015b; Pacheco-Herrera et al., 2016), que la FM puede ser un determinante de la salud relacionada con la CF, y una estrategia efectiva y de coste económico reducido en el tratamiento de la obesidad y de sus comorbilidades en escolares de primaria. Pero, además, la mejora de la CF (y la FM en particular) mediante la realización de ejercicio físico de moderada a vigorosa intensidad, presenta en escolares con enfermedades de tipo neurológico como Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad, efectos beneficiosos en parámetros de la salud relacionada con la calidad de vida como la calidad del sueño (López-Sánchez et al., 2015c; López-Sánchez et al., 2015d).

Por su parte, Borrego-Balsalobre et al. (2015a) en un trabajo realizado con 123 escolares de 6-11 años (57 varones y 66 mujeres) analizaron el efecto de un programa de ejercicio

físico de moderada a vigorosa intensidad sobre la capacidad aeróbica (medida a través del test de Course-Navette). En este programa cada sesión duraba 15 minutos (10 minutos de tiempo real de práctica y 5 para organización y explicación). La intervención se realizó a lo largo de 12 semanas durante los recreos de todos los lunes, miércoles y viernes. Las actividades consistieron en juegos en espacios reducidos y ejercicio físico muscular basado en saltos y lanzamientos. Los resultados indicaron que la mejora de la FM puede tener un efecto beneficioso sobre la capacidad aeróbica desde edades tempranas. Otros trabajos, en la misma línea que estos autores han concluido que la realización de ejercicio físico intenso y de tipo muscular favorece la reducción de grasa corporal y el IMC (López-Sánchez et al., 2015a), observándose a su vez un efecto protector sobre futuras enfermedades cardiovasculares tal y como se puede apreciar en la revisión de Ortega et al. (2013a).

Por su parte, Chang et al. (2008) en una muestra de 49 escolares obesos de 12-14 años observaron en el grupo experimental una asociación positiva de la FM con otros parámetros de la CF y con factores de riesgo metabólico. Los escolares que participaron en el programa de ejercicio físico muscular durante 9 meses (grupo experimental), redujeron sus valores de IMC e incrementaron su nivel de capacidad aeróbica y flexibilidad, y su rendimiento en pruebas de fuerza resistencia del tren superior e inferior. Asimismo, se redujeron las lipoproteínas de alta densidad-colesterol, la glucosa sérica en ayunas, los niveles de insulina y resistencia a la insulina (HOMA-IR). No obstante, a los 3 meses todos estos parámetros relativos a la salud y al estado de CF regresaron al nivel previo a la intervención.

Todos estos resultados, aunque derivados en su mayoría de investigaciones realizadas con muestras de estudio reducidas, coinciden en señalar a la actividad física como una oportunidad para la mejora del nivel de FM, y aportan evidencia empírica a favor de propuestas como la planteada por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2010), contemplando la actividad físico-deportiva como una actividad propositiva o intencional que incide positivamente sobre diversos parámetros determinantes del estado de CF, y en consecuencia sobre la salud y la calidad de vida.

Asimismo, los resultados de estos estudios indican que el

ejercicio físico en escolares realizado con la finalidad de mejorar las funciones endocrino-metabólica, cardiorrespiratoria, músculo-esquelética, hemato-circulatoria y psico-neurológica debe cumplir unos requisitos bien establecidos. En este sentido, la OMS (2010) establece para sujetos de 5-17 años lo siguiente: i) realizar un mínimo de 60 minutos diarios de actividad física moderada (3 - 6 METs) o vigorosa (> 6 METs); ii) aunque la mayor parte de la actividad física debe ser de carácter aeróbico, se debe realizar como mínimo tres veces a la semana ejercicio físico muscular.

Este trabajo presenta las limitaciones inherentes a su diseño transversal, y a la escasez de la muestra analizada. Se ha medido la salud relacionada con la CF mediante pruebas extraídas de una batería de campo que no aporta el mismo rigor científico que las medidas realizadas en laboratorio y la realización de análisis bioquímicos. Sin embargo, esta batería ha sido validada internacionalmente, y ha sido empleada con resultados consistentes en distintos estudios con escolares y personas jóvenes. Una de las fortalezas de este trabajo es la apertura de una nueva línea de investigación en la que se emplea el estudio de la FM como variable independiente en el análisis del estado de CF.

## Conclusiones

Los resultados del presente trabajo de investigación sugieren que los escolares con un mejor nivel de FM tienen también un nivel superior de velocidad-agilidad (capacidad motora) y capacidad aeróbica. Asimismo, los escolares con un mayor IMC tienen un menor nivel de velocidad-agilidad y capacidad aeróbica. La mejora de la FM, como uno de los principales indicadores de salud relacionada con la CF, podría ejercer un papel protector frente a distintas enfermedades futuras. Se requieren, por tanto, estudios observacionales con un mayor tamaño de muestra, y especialmente estudios longitudinales y prospectivos, para constatar los resultados obtenidos en este trabajo.

**Agradecimientos:** Los autores quieren expresar su agradecimiento a escolares, padres, maestros e instituciones que participaron en este estudio.

## Referencias bibliográficas

1. Amstrong, L. E., Whaley, M. H., Brubaker, P. H. y Otto, R. M. (2005). *American College of Sport Medicine. Guidelines for Exercise Testing and Prescription* (7 ed.). Philadelphia: Lippincott Williams y Wilkins.
2. Borrego-Balsalobre, F. J., López-Sánchez, G. F., & Díaz-Suárez, A. (2015a). Effects of a vigorous physical activity program in the endurance of primary school children. *ATHLOS: International Journal of Social Sciences of Physical Activity, Game and Sport*, 8, 31-46.
3. Borrego-Balsalobre, F. J., López-Sánchez, G. F., & Díaz-Suárez, A. (2015b). Effects of a vigorous physical activity program in the strength of primary schoolchildren. *TRANCES: Revista de Transmisión del Conocimiento Educativo y de la Salud*, 7(3), 387-406.
4. Borrego-Balsalobre, F. J., López-Sánchez, G. F., & Díaz-Suárez, A. (2015c). Influence of a vigorous physical activity program on cholesterol level of primary schoolchildren. *AGON: International Journal of Sport Sciences*, 5(2), 60-71.
5. Borrego-Balsalobre, F. J., López-Sánchez, G. F., & Díaz-Suárez, A. (2012). Physical condition influence in self-concept of a teens group of Alcantarilla town. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 12(2), 57-62.

6. Borrego-Balsalobre, F. J., López-Sánchez, G. F., & Díaz-Suárez, A. (2014). Relationships between physical fitness and physical self-concept in Spanish adolescents. *PROCEDIA: Social and Behavioral Sciences*, 132, 343-350.
7. Chang, C., Liu, W., Zhao, X., Li, S., & Yu, C. (2008). Effect of supervised exercise intervention on metabolic risk factors and physical fitness in Chinese obese children in early puberty. *ObesRev*, 9,135-141.
8. Castillo-Garzón, M.J. (2007). Physical fitness is an important contributor to health for the adults of tomorrow. *Selección*, 17(1), 2-8.
9. Castro-Piñero, J., Gonzalez-Montesinos, J. L., Mora, J., Keating, X. D., Girela-Rejon, M. J., Sjostrom, M., & Ruiz, J. R. (2009). Percentile values for muscular strength field tests in children aged 6 to 17 years: influence of weight status. *J Strength Cond Res*, 23(8), 2295-2310.
10. Cole, T. J., Bellizzi, M. C., Flegal, K. M., & Dietz, W. H. (2000). Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *British Medical Journal*, 320, 1240-1243.
11. De la Cruz-Sánchez, E., Aguirre-Gómez, M.D., Pino-Ortega, J., Díaz-Suárez, A., Valero-Valenzuela, A., & García-Pallarés, J. (2013). Rural – urban differences in children's physical fitness. *Revista de Psicología del Deporte*, 21(2), 359-363.
12. España-Romero, V., Ortega, F. B., Vicente-Rodríguez, G., Artero, E. G., Rey, J. P., & Ruiz, J. R. (2010). Elbow Position Affects Handgrip Strength in Adolescents: Validity and Reliability of Jamar, Dynex, and Tkk Dynamometers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(1), 272-277.
13. Gálvez, A., Rodríguez-García, P.L., García-Cantó, E., Rosa, A., Pérez Soto, J.J., Tárraga, M.L., & Tárraga, P.J. (2015a). Capacidad aeróbica y calidad de vida en escolares de 8 a 12 años. *ClinInvestigArterioscler*, 27(5), 239-245.
14. Gálvez, A., Rodríguez-García, P.L., Rosa, A., García-Cantó, E., Pérez Soto, J.J., Tárraga, M.L., & Tárraga, P.J. (2015b). Nivel de condición física y su relación con el estatus de peso corporal en escolares. *NutrHosp*, 31(1), 393-400.
15. Gálvez, A., Rosa, A., García-Cantó, E., Rodríguez-García, P.L., Pérez-Soto, J.J., Tárraga, M.L., & Tárraga, P.J. (2015c). Estado nutricional y calidad de vida relacionada con la salud en escolares el sureste español. *NutrHosp*, 31(2), 737-743.
16. García-Cantó, E., Pérez-Soto, J., Rodríguez-García, P.L., Rosa, A., López-Miñarro, P.A., & López, F. (2015). The relationship between segmental coordination, agility and physical activity in adolescents. *Motriz, Río Claro*, 21(2), 200-206.
17. Jurca, R., Lamonte, M.J., Barlow, C.E., Kampert, J.B., Church, T.S. y Blair, S.N. (2005). Association of muscular strength with incidence of metabolic syndrome in men. *Med Sci Sports Exerc*, 37(11),1849-55.
18. Léger, L. A., Mercier, D., Gadoury, C., & Lambert, J. (1988). The multistage 20 meter shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Sciences*, 6(2), 93-101.
19. López-Sánchez, G. F., Borrego-Balsalobre, F. J., & Díaz-Suárez, A. (2013). Effects of a physical activity program on body composition of school children of 3-5 years. *SPORT TK: RevistaEuroamericana de CienciasdelDeporte*, 2(2), 41-44.
20. López-Sánchez, G.F., López-Sánchez, L., Díaz-Suárez, A. (2015a). Efectos de un Programa de Actividad Física en la Composición Corporal de Escolares con TDAH. *Kronos*, 14(2).
21. López Sánchez, G. F., López Sánchez, L. & Díaz Suárez, A. (2016). Effects of a physical activity program on the general dynamic and segmentary coordination of children with ADHD. *Journal of Sport and Health Research*, 8(2), 115-128.
22. López-Sánchez, L., López-Sánchez, G. F., & Díaz-Suárez, A. (2015b). Effects of a physical activity program on the heart rate, blood pressure and oxygen saturation of schoolchildren with ADHD. *Revistaelectrónicaactividadfísica y ciencias*, 7(1), 1-24.
23. López Sánchez, G. F., López Sánchez, L., & Díaz Suárez, A. (2015c). Effects of a physical activity program on the life quality of schoolchildren with Attention Deficit Hyperactivity Disorder ADHD. *AGON: International Journal of Sport Sciences*, 5(2), 86-98.
24. López-Sánchez, G. F., López-Sánchez, L., & Díaz-Suárez, A. (2014). Effects of a physical activity program on the physical fitness of schoolchildren with ADHD. *RICCAF: Revista Iberoamericana de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 3(3), 24-37.
25. López-Sánchez, G.F., López-Sánchez, L., & Díaz-Suárez, A. (2015d). Effects of a physical activity program on the sleep with ADHD. *SPORT TK: Revista Euroamericana de Ciencias del Deporte*, 5(1), 19-26.
26. López-Sánchez, G. F., Nicolás-López, J., & Díaz-Suárez, A. (2016). Effects of a program of intense physical activity on the body composition of adolescents from Murcia. *SPORT TK: RevistaEuroamericana de CienciasdelDeporte*, 5(2), 83-88.
27. Organización Mundial de la Salud. (2010). *Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud*. Ginebra: WHO.
28. Ortega, F. B., Ruiz, J., & Castillo, M. J. (2013a). Actividad física, condición física y sobrepeso en escolares y adolescentes: evidencia procedente de estudios epidemiológicos. *Endocrinología y Nutrición*, 60(8), 458-469.
29. Ortega, F.B., Ruiz, J.R., Castillo, M.J., Moreno, L.A., González-Gross, M, Wärnberg, J., Gutiérrez, A., & Grupo AVENA (2005). Low level of physical fitness in Spanish adolescents. Relevance for future cardiovascular health (AVENA study). *RevEspCardiol*, 58, 898-909.
30. Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Castillo, M. J., & Sjöström, M. (2008). Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *International Journal of Obesity (Lond)*, 32, 1-11.
31. Ortega, F.B., Sánchez-López, M., Solera-Martínez, M., Fernández-Sánchez, A., Sjöström, M., & Martínez-Vizcaíno, V. (2013b). Self-reported and measured cardiorespiratory fitness similarly predict cardiovascular disease risk in Young adults. *Scand J Med Sci Sports*, 23(6),749-757.
32. Pacheco-Herrera, J. D., Ramírez-Vélez, R., & Correa-Bautista, J. E. (2016). Índice general de fuerza y adiposidad como medida de la condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes de Bogotá, Colombia: Estudio FUPRECOL. *NutrHosp*, 33(3).
33. Rodríguez-García, P.L., Tárraga, L., Rosa, A., García-Cantó, E., Pérez-Soto, J.J., Gálvez, A., & Tárraga, P. (2014). Physical Fitness Level and Its Relationship with Self-Concept in School Children. *Psychology*, 5, 2009-2017.
34. Rodríguez-García, P.L., Gálvez, A., García-Cantó, E., Pérez-Soto, J.J., Rosa, A., Tárraga, L., & Tárraga, P.L. (2015). Relationship between the Self-Concept and Muscular Strength in Southern Spanish Children. *J PsycholPsychother* 5, 222.
35. Rosa-Guillamón A, & García-Cantó E. (2016). Relationship between physical fitness and mental health in primary school children. *RICCAF: Revista Iberoamericana de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 5(2),31-42.
36. Rosa, A., Rodríguez-García, P.L., García-Cantó, E., & Pérez-Soto, J.J. (2015). Niveles de condición física de escolares de 8 a 11 años en relación al género y a su estatus corporal. *Ágora para la EF y el Deporte*, 17(3), 237-250.
37. Ruiz, J.R., Castro-Piñero, J, España-Romero, V., Artero, E.G., Ortega, F.B., Cuenca, M.M., Jiménez-Pavón, D., Chillón, P., Girela-Rejón, M.J., Mora, J., Gutiérrez, A., Suni, J., Sjostrom, M., Castillo, M.J. (2010). Field-based fitness assessment in young people: the ALPHA health-related fitness test battery for children and adolescents. *Br J SportsMed*45(6), 518-24.
38. Ruiz, J. R., España Romero, V., Castro Piñero, J., Artero, E. G., Ortega, F. B., & Cuenca García, M. Jiménez-Pavón, D., Chillón, P., Girela-Rejón, M.a J., Mora, J., Gutiérrez, A., Suni, J., Sjostrom, M., & Castillo, M. J. (2011). Batería ALPHA-Fitness: test de campo para la evaluación de la condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes. *NutrHosp*, 26(6), 1210-1214.

39. Ruiz, J. R., España-Romero, V., Ortega, F. B., Sjostrom, M., Castillo, M. J., & Gutiérrez, A. (2006). Hand span influences optimal grip span in male and female teenagers. *Journal of Hand Surgical American*, 31(8), 1367-1372.
40. Thomas, J. R., & Nelson, J. K. (2007). *Métodos de investigación en actividad física*. Barcelona: Paidotribo.
41. Thomas, S., Reading, J., & Shephard, R. J. (1992). Revision of the physical-activity readiness questionnaire (PAR-Q). *Canadian Journal of Sport Sciences-Revue Canadienne Des Sciences Du Sport*, 17(4), 338-345.
42. Vázquez, F., Díaz, E., Lera, L. Meza, J., Salas, I., Rojas, P., Atalah, E., & Burrows, R. (2013). Impacto del ejercicio de fuerza muscular en la prevención secundaria de la obesidad infantil; intervención al interior del sistema escolar. *NutrHosp*, 28(2), 347-356.
43. Vicente-Rodríguez, G., Rey-López, J. P., Mesana, M. I., Poortvliet, E., Ortega, F. B., Polito, A., & Moreno, L. A. (2012). Reliability and intermethod agreement for body fat assessment among two field and two laboratory methods in adolescents. *Obesity*, 20(1), 221-228.
44. Visser, M., Pahor, M., Taaffe, D.R., Goodpaster, B.H., Simonsick, E.M., Newman, A.B., Nevitt, M. y Harris, T.B. (2002). Relationship of interleukin-6 and tumor necrosis factor-alpha with muscle mass and muscle strength in elderly men and women: the Health ABC Study. *J Gerontol A BiolSci Med Sci*, 57, M326-332.

