



RELACIÓN ENTRE ESTADOS DE PESO Y FUERZA MUSCULAR EN ESCOLARES DE PRIMARIA

Relationship between weight status and muscle strength in primary school children

Andrés Rosa Guillamón, Eliseo García Cantó

Facultad de Educación. Universidad de Murcia

Equipo de investigación AFYDOS de la Universidad de Murcia

Recibido: 22/09/2016

Aceptado: 03/10/2017

Correspondencia:

Facultad de Educación. Universidad de Murcia Dirección: Avda. Teniente Flomesta, 5 - 30003 - Murcia

E-Mail: andres.rosa@um.es / eliseo.garcia@um.es

Resumen

El estatus de peso y la fuerza muscular son importantes marcadores biológicos del estado general de salud desde la infancia. El objetivo fue analizar la relación entre estatus de peso y fuerza muscular en escolares de primaria. En este estudio descriptivo relacional participaron 512 escolares (55,5% mujeres) de 8-11 años de edad. Se midió el peso y la talla de los escolares, y se calculó el índice de masa corporal (IMC). El IMC (normo-peso, sobrepeso y obesidad) fue clasificado siguiendo criterios estándar. Se evaluaron la fuerza del tren superior y la fuerza del tren inferior mediante el test de dinamometría manual y el test de salto horizontal a pies juntos, respectivamente. El análisis de la varianza detectó diferencias estadísticamente significativas. Así, los escolares con sobrepeso presentaron un mayor nivel de fuerza del tren superior con respecto a los escolares con normo-peso ($p < 0,05$). Los escolares con normo-peso presentaron una mayor fuerza del tren inferior con respecto a los escolares con sobrepeso u obesidad ($p < 0,01$). Los resultados sugieren que el estatus de peso constituye un elemento diferenciador de la fuerza muscular en escolares de 8 a 11 años del sureste español.

Palabras clave: Salud; índice de masa corporal; condición física; ejercicio físico; niños.

Abstract

Weight status and muscle strength are important biomarkers of overall health from childhood. The aim was to analyze the relationship between weight status and muscular strength in primary school children. This cross-sectional study was based on a total of 512 students (55,5% women) between 8-11 years. The school children's weight and height were measured and their body mass index (BMI) calculated. The BMI (normal-weight, overweight and obesity) were classified using standard criteria. The upper body strength and lower body strength were measured through dynamometry manual test and horizontal jump test, respectively. The analysis of variance detected statistically significant differences. The school children with overweight had higher level of upper body strength with respect to schoolchildren with normal-weight ($p < 0.05$). The schoolchildren with normal-weight had higher lower body strength with respect to school children with overweight or obesity ($p < 0.01$). The results suggest that weight status is a differentiator of muscular strength in school children from the southeast of Spain.

Keywords: Health; body mass index; physical fitness; physical exercise school children.

Introducción

Recientes investigaciones con escolares y adolescentes (de la Cruz, & Pino, 2010; Gálvez et al., 2015a; Joshi, Bryan, & Howat, 2012; Maestre, 2010; Mayorga-Vega, Brenes-Podadera, Rodríguez-Tejero, & Merino-Marban, 2012; Pacheco-Herrera, Ramírez-Vélez, R., & Correa-Bautista, 2016; Pino-Ortega, De la Cruz-Sánchez, & Martínez-Santos, 2010; Rosa, Rodríguez-García, García-Cantó, & Pérez-Soto, 2015; Tokmakidis, Kasambalis, & Christodoulos, 2006; Zenić, Foretić, & Blazević, 2013) han puesto de manifiesto el interés científico y sanitario por conocer el nivel de condición física ya que representa un potente indicador (y predictor) del estado de salud y calidad de vida desde la infancia (Castillo-Garzón, 2007; Gálvez et al., 2015c; Ortega, Ruiz, & Castillo, 2013; Ortega, Ruiz, Castillo, & Sjostrom, 2008; Ruiz et al., 2009; Ruiz, Ortega, Gutiérrez, Meusel, Sjöström, & Castillo, 2006).

Uno de los principales índices del estado de condición física es la fuerza muscular (FM) (Ruiz et al., 2011), ya que constituye un excelente biomarcador del estado de los sistemas osteo-articular, cardio-vascular y metabólico (Castillo-Garzón, 2007; Castro-Piñero et al., 2009; Castro-Piñero et al., 2010; García-Artero et al., 2007).

La evidencia científica disponible informa de un descenso a nivel mundial (Tomkinson, & Olds, 2007) y nacional (Castro-Piñero et al., 2009; Castro-Piñero et al., 2010; Ortega et al., 2005) de los niveles de aptitud física muscular en escolares y adolescentes. Este hecho se ha asociado de manera directa con la elevada prevalencia de obesidad infanto-juvenil (Artero et al., 2010; Casajús, Leiva, Villarroya, Legaz, & Moreno, 2007; Gálvez et al., 2015a; Ortega, Ruiz, & Castillo, 2013).

Teniendo en cuenta que la obesidad es un factor predictor de enfermedades fisiológicas tales como las dislipidemias, la aterosclerosis, el asma, la hipertensión o el cáncer de colon y el de mama (Kozub, 2006; Teixeira et al., 2006) y, vulnerabilidades psicosociales tales como el menor autoconcepto y la baja autoestima, el sentimiento de inferioridad, la ansiedad, la depresión, la conducta antisocial o la apatía (Gálvez et al., 2015b; Silva et al., 2008), es necesario prestar especial atención desde edades tempranas a todos los factores que pueden determinar esta patología, que se encuentra asociada al exceso de grasa corporal (Duncan, 2010; McAuley, & Blair, 2011). Además, la infancia constituye un periodo fundamental en la adopción de hábitos que configuran el estilo de vida en etapas posteriores (Gálvez et al., 2015a). Por consiguiente, si el hábito adquirido no es saludable se requiere de una estrategia eficaz de intervención, así como un alto nivel de concienciación para modificarlo en la juventud o en la adultez (Ortega et al., 2013).

Por tanto, evaluar el estatus de peso de los escolares en base a criterios internacionales ajustados a su edad y sexo (Cole, Bellizzi, Flegal, & Dietz, 2000; Cole, & Lobstein, 2012; Ogden, Carroll, Curtin, McDowell, Tabak, & Flegal, 2006), y observar la relación que tiene con el nivel de FM como predictor de la salud biológica e incluso psicológica (Rodríguez-García et al., 2014; Rodríguez-García, Gálvez, García-Cantó, Pérez-Soto, Rosa, Tárraga, & Tárraga, 2015; Rosa, & García-Cantó, 2016), puede ser importante para obtener informes del estado de salud y, de esta manera, desarrollar intervenciones eficaces para la mejora del nivel de aptitud física muscular (da Silva, Fisberg, de Souza Pires, Nassar, & Sottovia, 2013; de la Cruz, & Pino, 2010; Floody et al., 2015; Garber et al., 2011; OMS, 2010; Strong et al., 2005; Thivel et al., 2011). En base a estos antecedentes, el objetivo fue analizar la relación entre estatus de peso y FM en una muestra de escolares de 8 a 11 años del sureste español.

Material y método

Participantes

Se trata de un estudio descriptivo transversal *ex post facto* (Thomas, & Nelson, 2007). La muestra estuvo conformada por 512 escolares (55,5% mujeres) en edades comprendidas entre 8 y 11 años (media \pm desviación estándar: $9,45 \pm 1,31$ años). Para la realización de este trabajo se seleccionaron de manera aleatoria diversos centros públicos de educación primaria. Para obtener una muestra representativa con la que poder inferir a la población, el muestreo se realizó siguiendo un proceso estratificado y polietápico, en el cual las unidades de primera etapa fueron las comarcas naturalmente establecidas en la Región de Murcia (Altiplano, Noroeste, Río Mula, Vega del Segura, Valle del Guadalentín y Campo de Cartagena), las de segunda etapa los distintos municipios, las de tercera los centros educativos, y las de cuarta y última, el alumnado de primaria.

Todos los participantes cursaban dos sesiones semanales de educación física escolar. Antes de aceptar la participación en el estudio, los padres o tutores legales de los escolares, así como los responsables de las escuelas recibieron información sobre la finalidad y protocolo del mismo. Se planteó como criterio de exclusión la presencia de una patología osteomuscular. Se recibió por escrito el consentimiento informado. 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). El estudio se sometió a la aprobación del comité de bioética de la Universidad de Murcia.

VARIABLES e INSTRUMENTOS

Se administró el *Cuestionario de Aptitud para la Actividad Física* (Thomas, Reading, & Shepard, 1992) para evaluar la capacidad de los escolares para la realización de las pruebas de FM. Para medir las variables del estudio se seleccionaron pruebas que pertenecen a la *Batería ALPHA-fitness basada en la evidencia* (Ruiz et al., 2011). Se siguió el protocolo de medición establecido en la misma.

Valoración del estatus de peso

El *peso* (kg) se midió con una báscula electrónica (modelo 220, SECA, Hamburgo, Alemania). La *talla* (cm) fue medida con un estadiómetro (Holtain Ltd., Dyfed, United Kingdom). El *índice de masa corporal (IMC)* fue calculado como el peso en kg dividido por la talla en metros al cuadrado (kg/m^2). A partir del IMC, se categorizó a los escolares en tres grupos de *estatus de peso* (*normo-peso*, *sobrepeso* y *obesidad*) siguiendo criterios estándar ajustados a su edad y sexo (Cole, Bellizzi, Flegal, & Dietz, 2000).

El *perímetro de cintura* (cm) se midió con una cinta antropométrica (Harpender Anthropometric Tape, Holtain Ltd, Dyfed, United Kingdom).

Valoración de la fuerza muscular

La *fuerza del tren superior (FTS)* fue evaluada mediante el test de dinamometría manual (kg) a través de 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). La *fuerza del tren inferior (FTI)* se evaluó mediante el test de salto horizontal a pies juntos (cm) (Castro Piñero et al., 2010).

La fiabilidad y validez de estas pruebas ha sido contrastada en estudios previos realizados con escolares de 8 a 12 años del sureste español (Rodríguez et al., 2015; Rosa et al., 2015).

Procedimiento

Los sujetos fueron evaluados durante los meses de octubre y noviembre del curso académico 2014/15. Antes de comenzar el estudio, los investigadores y los exploradores colaboradores (dos maestros especialistas en educación física) desarrollaron un proceso de entrenamiento con sesiones teórico-prácticas para estandarizar el protocolo de medición de estas pruebas. Este entrenamiento se realizó con niños y niñas de las edades incluidas en la muestra de participantes.

Se recomendó a los padres que los escolares no realizasen ejercicio físico-deportivo la tarde anterior, no alterasen su alimentación habitual, y vistiesen ropa deportiva ligera. Todos los participantes (en grupos de 20-25) fueron evaluados por los exploradores colaboradores bajo la supervisión de los investigadores, proporcionando demostraciones de cada prueba antes de valorar las mismas, utilizando el mismo orden para medir y dejando intervalos de 5-10 minutos entre medidas. Primero, se midió el peso y la talla en un aula que estaba correctamente ventilada y con una temperatura entre 21°-26°. Se tomaron dos medidas y se registró la media. Posteriormente, se administraron los test de dinamometría manual y salto longitudinal. Se permitió a cada participante realizar un intento para familiarizarse con la prueba. Ambos test se administraron dos veces y el mejor resultado fue registrado. Se realizó un calentamiento estándar de 8 minutos basado en movilidad articular y carrera continua.

Todas las mediciones se realizaron durante las dos primeras horas lectivas para evitar el posible cansancio de la jornada escolar, y para interrumpir lo menos posible la dinámica de la escuela.

Análisis de datos

Se presenta un análisis descriptivo de las variables a partir de los estadísticos de la media, desviación estándar, mínimo, máximo, error estándar, recuento numérico y porcentaje. La distribución de las variables resultó normal a través de la prueba de Kolmogorov-Smirnov. La prueba de Levene fue utilizada para comprobar la homogeneidad de las varianzas. Para las variables continuas, las diferencias según sexo se estudiaron mediante un análisis de la covarianza (ANCOVA) ajustado por edad (años). Se calculó la eta al cuadrado (η^2) para estimar la magnitud de la diferencia. Las diferencias para las variables categóricas se analizaron mediante el test de chi-cuadrado de Pearson. Se calcularon puntuaciones directas de las variables de estudio. Posteriormente, se realizó un análisis de correlaciones parciales controladas por edad (años) y sexo (0 = varones y 1 = mujeres) para analizar las relaciones de los parámetros de composición corporal con las variables de FM. Para estudiar si los escolares con un determinado estatus de peso (normo-peso, sobrepeso y obesidad) tenían un mayor nivel de FTS o FTI, se realizó un análisis de la varianza simple (*one-way ANOVA*), introduciendo en el modelo el estado de peso como factor fijo y el parámetro de FM como factor dependiente. El valor de p de los contrastes de hipótesis post-hoc se determinó mediante la corrección de Bonferroni para comparaciones múltiples. Se estableció un intervalo de confianza (IC) del 95%. El análisis estadístico fue realizado con el programa SPSS (v.19.0, SPSS Inc., Chicago, EE.UU.) fijándose el nivel de significación en $\alpha = 0,05$.

Resultados

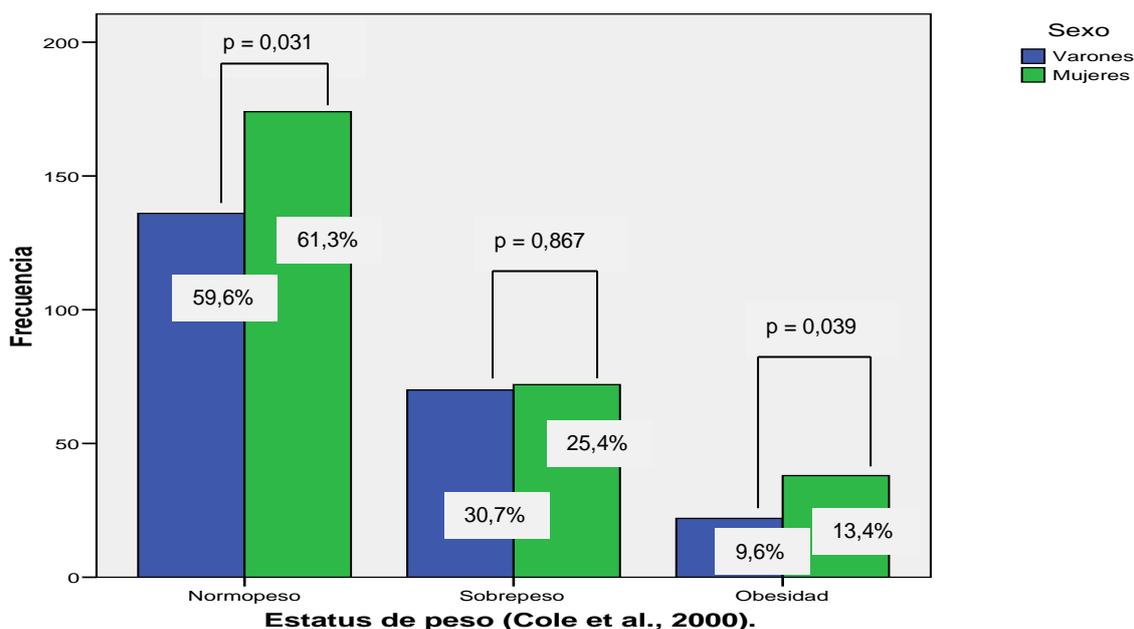
En la tabla 1, se presenta el análisis descriptivo de los parámetros de estudio, así como el análisis de las diferencias según sexo. La prueba ANCOVA detectó diferencias estadísticamente significativas en las variables FTS ($p < 0,05$) y FTI ($p < 0,01$).

Tabla 1. Diferencias según sexo en los parámetros de estudio.

	Varones (n = 228)	Mujeres (n = 284)	p	η^2
PC (cm)	66,0 ± 10,3	65,3 ± 9,7	0,373	0,001
Peso (kg)	38,1 ± 11,1	37,4 ± 10,9	0,262	0,003
Talla (cm)	139,5 ± 12,0	139,1 ± 12,4	0,265	0,003
IMC (kg/m ²)	19,3 ± 3,5	19,1 ± 3,7	0,560	0,003
FTS (kg)	16,8 ± 6,2	15,8 ± 5,3	0,011*	0,008
FTI (cm)	105,0 ± 19,9	99,5 ± 20,1	0,002*	0,018

Leyenda: los resultados se presentan como media ± DE. PC = perímetro de cintura; IMC = índice de masa corporal; FTS = fuerza del tren superior; FTI = fuerza del tren inferior.

Como análisis complementario y con el propósito de estudiar las diferencias en la distribución de la muestra en función del estatus de peso, se llevó a cabo un test de chi-cuadrado de Pearson (ver figura 1). La prueba arrojó diferencias significativas siendo superior la prevalencia de normo-peso y obesidad en el grupo de las mujeres frente a los varones ($p < 0,05$; para ambos).

**Figura 1.** Distribución de la muestra en función del estatus de peso.

El análisis de correlaciones parciales controladas por edad y sexo entre los parámetros de composición corporal y FM se presenta en la tabla 2. Un mayor perímetro de cintura, peso, talla e IMC se correlacionó con un nivel superior de FTS (r entre 0,191 y 0,379; $p < 0,001$). Por su parte, un mayor perímetro de cintura, peso e IMC se correlacionó con un nivel inferior de FTI (r entre -0,103 y -0,190; p entre 0,05 y $< 0,001$).

Tabla 2. Correlación entre los parámetros de composición corporal y fuerza muscular

	FTS (kg)		FTI (cm)	
	r	p	r	p
PC (cm)	0,303	$< 0,001^*$	-0,190	$< 0,001^*$
Peso (kg)	0,332	$< 0,001^*$	-0,103	0,020*
Talla (cm)	0,379	$< 0,001^*$	0,025	0,572
IMC (kg/m ²)	0,191	$< 0,001^*$	-0,136	0,002*

Leyenda: PC = perímetro de cintura; IMC = índice de masa corporal; FTS = fuerza del tren superior; FTI = fuerza del tren inferior.

Además de observar las correlaciones entre las diferentes variables, y siguiendo el planteamiento desarrollado en la introducción, se analizó la relación entre estatus de peso y FM. En la tabla 3, se observa que la prueba ANOVA detectó diferencias estadísticamente significativas en la FTS en función del estatus de peso ($\eta^2 = 0,027$). Los escolares con sobrepeso mostraron valores promedio superiores en el test de dinamometría manual con respecto a sus pares con normo-peso y obesidad ($17,6 \pm 6,5$ v. $15,5 \pm 5,2$; y, $17,6 \pm 6,5$ v. $16,8 \pm 5,6$, respectivamente). No obstante, estas diferencias solo fueron significativas con respecto a los escolares con normo-peso ($p < 0,001$).

Tabla 3. Relación entre estatus de peso y fuerza del tren superior (test de dinamometría manual).

Estatus de peso	Media \pm DE	Post hoc	EE	p	IC 95% (LI-LS)	
Normo-peso (A) ($n = 310$)	$15,5 \pm 5,2$ (kg)	A vs B	-2,122	0,573	$< 0,001^*$	-3,248 -0,997
		A vs C	-1,296	0,797	0,105	-2,862 0,271
Sobrepeso (B) ($n = 142$)	$17,6 \pm 6,5$ (kg)	B vs A	2,122	0,573	$< 0,001^*$	0,997 3,248
		B vs C	0,827	0,870	0,343	-0,884 2,537
Obesidad (C) ($n = 60$)	$16,8 \pm 5,6$ (kg)	C vs A	1,296	0,797	0,105	-0,271 2,862
		C vs B	-0,827	0,573	0,343	-2,537 0,884

Leyenda: DE = Desviación Estándar; EE = Error Estándar; IC = Intervalo de Confianza; LI = Límite Inferior; LS = Límite Superior.

La tabla 4 describe los resultados arrojados por la prueba ANOVA en el análisis de la relación entre estatus de peso y FTI. Se detectaron diferencias estadísticamente significativas en la FTI ($\eta^2 = 0,027$). Así, los escolares con normo-peso presentaron valores promedio superiores en el test de salto longitudinal con respecto a sus semejantes con sobrepeso y obesidad ($104,5 \pm 21,3$ v. $98,3 \pm 17,6$; y, $104,5 \pm 21,3$ v. $96,6 \pm 17,6$, respectivamente; $p < 0,01$ para ambos).

Tabla 4. Relación entre estatus de peso y fuerza del tren inferior (test de salto horizontal).

Estatus de peso	Media \pm DE	Post hoc	EE	p	IC 95% (LI-LS)	
Normo-peso (A) ($n = 310$)	$104,5 \pm 21,3$ (cm)	A vs B	6,166	2,022	0,002*	2,19 10,14
		A vs C	7,868	2,814	0,005*	2,34 13,40
Sobrepeso (B) ($n = 142$)	$98,3 \pm 17,6$ (cm)	B vs A	-6,166	2,022	0,002*	-10,14 -2,19
		B vs C	1,703	3,073	0,580	-4,33 7,74
Obesidad (C) ($n = 60$)	$96,6 \pm 17,6$ (cm)	C vs A	-7,868	2,814	0,005*	-13,40 -2,34
		C vs B	-1,703	3,073	0,580	-7,74 4,33

Leyenda: DE = Desviación Estándar; EE = Error Estándar; IC = Intervalo de Confianza; LI = Límite Inferior; LS = Límite Superior.

Discusión

Los resultados del presente trabajo de investigación indican que el estatus de peso se asocia de manera significativa con la FM en escolares de 8-11 años del sureste español. De esta manera, los escolares con sobrepeso presentaron un mayor nivel de FTS con respecto a sus pares homólogos con normo-peso (ver tabla 3). Por su parte, los escolares con normo-peso mostraron un mayor nivel de FTI que sus semejantes con sobrepeso u obesidad (ver tabla 4). Además, se observó una asociación significativa entre las características antropométricas y los parámetros de FM. Así, un mayor perímetro de cintura, peso, talla e IMC se correlacionó con un mejor rendimiento en el test de dinamometría manual, que mide la FTS (ver tabla 2). Por otro lado, un mayor perímetro de cintura, peso e IMC se correlacionó con un menor desempeño físico en el test de salto horizontal, que evalúa la FTI (ver tabla 2). En relación al análisis del estatus de peso y de la FM según sexo, los varones presentaron un mayor nivel de FTS y de FTI (ver tabla 1), así como una menor prevalencia de obesidad que las mujeres (ver figura 1).

De acuerdo con nuestros resultados, otros trabajos realizados con escolares y adolescentes europeos, africanos, asiáticos, sudamericanos y norteamericanos han reportado que los individuos con sobrepeso presentan un mayor nivel FTS que los escolares con normo-peso y obesidad, mientras que son aquellos individuos con normo-peso los que muestran un mejor nivel de FTI si se les compara con los escolares con sobrepeso y obesidad (Castro-Piñero et al., 2009; de la Cruz, & Pino, 2010; Joshi et al., 2012; Maestre, 2010; Mayorga-Vega et al., 2012; Pacheco-Herrera et al., 2016; Pino-Ortega et al., 2010; Thivel et al., 2011). La coincidencia de nuestros resultados con los encontrados en estos trabajos podría ser debida al empleo de una metodología de investigación similar, a pesar de estudiar muestras de participantes pertenecientes a distintos entornos socioculturales.

Teniendo en cuenta nuestros resultados, y en base a la literatura científica disponible (Ortega et al., 2013; Ortega et al., 2005; Ruiz et al., 2011; Ruiz et al., 2006) se confirma que la terapia actual sobre la obesidad ha de tener como pilar fundamental seguir las recomendaciones actuales de actividad física y deportiva (acumular 60 minutos al día de actividad física moderada o vigorosa, es decir, ≥ 3 METS), y la educación en hábitos de dieta saludable (Cuenca-García et al. 2011; de la Cruz, & Pino, 2010; Hodking, Hamlin, Ross, & Peters, 2010).

Por tanto, se recomienda que las políticas públicas de promoción de la salud y la actividad física no solo favorezcan la puesta en práctica de intervenciones diseñadas para la mejora de la salud relacionada con la condición cardiovascular sino que también contemplen otros índices de salud como la fuerza-resistencia muscular (Garber et al., 2011; Pacheco-Herrera et al., 2016).

En este contexto, las escuelas pueden desempeñar un papel importante mediante la valoración del nivel de actividad física y la condición física general (Cuenca-García et al. 2011; Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2014). En concreto, la identificación de los individuos con baja aptitud física muscular para evaluar la salud osteo-muscular, así como la promoción de comportamientos positivos para la salud tales como animar y educar a los escolares para ser físicamente activos en horario no escolar, con especial énfasis en una intensidad óptima de la actividad física (Arday et al., 2010; de la Cruz, & Pino, 2010; US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, 2010). Autores tales como Strong et al. (2005) e instituciones tales como la OMS (2010) recomiendan para sujetos de 5-17 años realizar al menos tres veces a la semana ejercicio físico de fuerza resistencia muscular. En el mismo sentido, tanto el Ministerio de Sanidad como el Ministerio de Educación de España recomiendan diversas estrategias organizativas, motivacionales y metodológicas para incrementar el tiempo de compromiso motor en la educación física escolar y que tienen como principal exponente el diseño de unidades didácticas activas (Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2014).

Por otro lado, se ha descrito en individuos jóvenes que un IMC por encima de valores saludables (Cole et al., 2000; Cole, & Lobstein, 2012) se asocia, en general, con un estatus disminuido en la mayoría de los indicadores de la condición física (de la Cruz, & Pino, 2010; Gálvez et al., 2015a; Pino-Ortega et al., 2010) y parece que, además de por el menor nivel de aptitud física general, se debe también a la acumulación excesiva de grasa corporal presentando, significativamente, un peor desempeño físico en aquellas actividades y pruebas en las que es necesario propulsar la masa corporal si se les compara con sus semejantes con bajo peso y normo-peso (Casajús et al., 2007).

Por tanto, los individuos con mayor masa corporal presentan una evidente desventaja ya que deben mover una carga extra durante la ejecución de estas pruebas (de la Cruz, & Pino, 2010; Rosa et al., 2015b). Esta evidencia ha sido observada también en este trabajo, donde los escolares con sobrepeso u obesidad han obtenido significativamente peores resultados en el test de salto longitudinal con respecto a los escolares con normo-peso ($p < 0,01$). Sin embargo, Floody et al. (2015) en un trabajo realizado con 100 individuos de 12-15 años, en el cual se analizó la condición física, la composición corporal y la glucosa en ayunas en función del estatus de peso, no encontraron diferencias estadísticamente significativas en los test empleados para medir la FM (encogimiento abdominal, curl de bíceps con 3,5-55,5 kg y salto horizontal) entre los grupos analizados (bajo-peso, normo-peso, sobrepeso y obesidad). Incluso se ha observado que personas jóvenes con sobrepeso pero con una condición cardiovascular saludable presentaban niveles iguales o superiores en FTI con respecto a otros sujetos con normo-peso pero con una condición cardiovascular no saludable (Duncan, 2010; McAuley, & Blair, 2011).

Por otro lado, en un estudio llevado a cabo con 2.778 escolares y adolescentes (1.265 mujeres) de 6-17,9 años, en el que se realizó una valoración global del nivel de FM se observaron resultados concluyentes (Castro-Piñero et al., 2009). Concretamente, los individuos con bajo peso y normo-peso presentaron niveles similares de FTI (evaluada mediante los test de salto longitudinal y salto vertical). Asimismo, los sujetos de estos grupos mostraron significativamente un mayor nivel de FTI con respecto a sus semejantes con exceso de peso, en la misma línea que lo reportado en escolares españoles por Casajús et al. (2007) ($n = 1.068$, 7-12 años); de la Cruz, & Pino (2010) ($n = 293$, $9,9 \pm 0,79$ años); Gálvez et al. (2015a) ($n = 216$, 8-11 años); Mayorga-Vega et al. (2012) ($n = 71$, 10-12 años); Pino-Ortega et al. (2010) ($n = 293$, $9,99 \pm 0,79$ años); Rosa et al. (2015) ($n = 216$, $9,4 \pm 1,3$ años) y, griegos por Tokmakidis et al. (2006) ($n = 709$, $8,9 \pm 1,6$ años); y, también, en adolescentes españoles por Artero et al., 2010 ($n = 2.474$, 13-18,5 años).

En los estudios anteriormente citados, no solo se observaron diferencias en los test de FTI sino también en los test de FTS y en la fuerza resistencia muscular. En concreto, se observó que los escolares con normo-peso presentaron un mejor rendimiento en el test de flexión de brazos en el suelo que sus pares con sobrepeso-obesidad, lo que concuerda con lo reportado por da Silva et al. (2013), Joshi et al. (2012) y Tokmakidis et al. (2006); en el test de suspensión en barra, coincidiendo con Artero et al. (2010); y, en el test de encogimiento abdominal, en coherencia con lo observado por Casajús et al. (2007). No obstante, este exceso de peso es un factor que se ha asociado de manera positiva con rendimientos superiores en otro tipo de pruebas de valoración de la FTS tales como el test de lanzamiento de balón medicinal (Castro Piñero et al., 2009).

En el presente estudio, los escolares con sobrepeso mostraron un mejor desempeño en el test de dinamometría manual que sus semejantes con normo-peso ($p < 0,001$), no hallándose diferencias significativas con respecto a los escolares con obesidad, coincidiendo en ambos aspectos con lo expuesto en los trabajos de Artero et al. (2010), Casajús et al. (2007), de la Cruz, & Pino, (2010), Mayorga et al. (2012) y Pino-Ortega et al. (2010).

Se ha descrito que este mejor rendimiento podría ser explicado porque los sujetos con sobrepeso-obesidad, además de una mayor cantidad de masa grasa (la cual no deben propulsar o desplazar) también pueden presentar una mayor cantidad de materia libre de grasa (Artero et al., 2010; Casajús et al., 2007; Mayorga-Vega et al., 2012). Asimismo, en las pruebas de lanzamiento la inercia podría ser favorecida por esta mayor cantidad de masa corporal total (Castro-Piñero, 2009). Esto podría explicar, en cierta medida, por qué los sujetos con bajo peso tienen significativamente un menor rendimiento en dicha prueba que aquellos con normo-peso o sobrepeso-obesidad (Artero et al., 2010).

Este trabajo presenta las limitaciones inherentes a su diseño de tipo transversal, lo que no permite establecer relación de causalidad entre las variables estudiadas. También es necesario reconocer que la evaluación de la FM mediante pruebas extraídas de una batería de campo no aporta la misma precisión que las medidas realizadas en laboratorio. Sin embargo, estos test han sido validados internacionalmente, y ya se han empleado con resultados fiables en distintas investigaciones. Por otro lado, se ha categorizado a los escolares en grupos de estatus de peso a partir del IMC, debido a la escasa disponibilidad de tiempo en los centros docentes para poder llevar a cabo otras mediciones más precisas del porcentaje de masa muscular y masa grasa. No obstante, Zenić et al. (2013) demuestran en su estudio que el IMC es el predictor antropométrico más significativo del estado de condición física. No fueron incluidos otros parámetros potencialmente influyentes en la composición corporal o la aptitud física neuromuscular tales como la dieta, el estatus socioeconómico, la etnia, el estado madurativo, el nivel de ejercicio físico y deportivo, los factores endocrinos u otras variables de la condición física tales como la potencia anaeróbica o la resistencia aeróbica. A pesar de estas limitaciones, nuestros resultados son coherentes con los reportados en estudios nacionales (Castro-Piñero et al., 2009; de la Cruz, & Pino, 2010; Joshi et al., 2012; Maestre, 2010; Mayorga-Vega et al., 2012; Pino-Ortega et al., 2010; Thivel et al., 2011) e internacionales (Joshi et al., 2012; Maestre, 2010; Pacheco-Herrera et al., 2016; Thivel et al., 2011).

A modo de conclusión, los resultados del presente trabajo de investigación sugieren que el estatus de peso podría ser un elemento diferenciador de la FM en escolares de 8 a 11 años del sureste español. Poseer un estatus de normo-peso puede ser un factor determinante para tener un mayor nivel de FTI. Por su parte, poseer un estatus de sobrepeso puede ser un factor determinante para tener una mayor FTS. Por último, los varones presentan una mayor FTS, FTI, y una menor prevalencia de obesidad.

Referencias

- Arday, D. N., Fernández-Rodríguez, J. M., Chillón, P., Artero, E. G., España-Romero, V., Jiménez-Pavón, D., & Ortega, F. B. (2010). Educando para mejorar el estado de forma física, estudio Edufit: Antecedentes, diseño, metodología y análisis del abandono/ adhesión al estudio. *Revista Española de Salud Pública*, *84*(2), 151-168.
- Artero, E. G., España-Romero, V., Ortega, F. B., Jiménez-Pavón, D., Ruiz, J. R., Vicente-Rodríguez, G., Bueno, M., Marcos, A., Gómez-Martínez, S., Urzanqui, A., González-Gross, M., Moreno, L. A., Gutiérrez, A., & Castillo, M. J. (2010). Health-related fitness in adolescents: underweight, and not only overweight, as an influencing factor. The AVENA study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *20*, 418-427. doi: 10.1111/j.1600-0838.2009.00959.x
- Boreham, C., Twisk, J., Murray, L., Savage, M., Strain, J.J., & Cran, G. (2001). Fitness, fatness, and coronary heart disease risk in adolescents: the Northern Ireland Young Hearts Project. *Med Sci Sports Exerc*, *33*, 270-4
- Casajús, J. A., Leiva, M. T., Villarroya, A., Legaz, A., & Moreno, L. A. (2007). Physical performance and school physical education in overweight Spanish children. *Annals of Nutrition & Metabolism*, *51*(3), 288-296. doi:10.1159/000105459.

- Castro-Piñero, J., González-Montesinos, J.L., Mora, J., Keating, X.D., & Girela-Rejón, M. J., Sjöström, M., y Ruiz, J. R. (2009). Percentile values for muscular strength field tests in children aged 6 to 17 years: influence of weight status. *Journal of Strength Cond Res*, 23(8), 2295-310.
- Castro-Pinero, J., Ortega, F. B., Artero, E. G., Girela-Rejon, M. J., Mora, J., Sjostrom, M., & Ruiz, J. R. (2010). Assessing muscular strength in youth: usefulness of standing long jump as a general index of muscular fitness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(7), 1810-1817.
- Cohen, J. (1998). *Statistical power analysis for the behavioural sciences* (2ª ed.). Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- 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. doi:10.1136/bmj.320.7244.1240.
- Cole, T. J., & Lobstein, T. (2012). Extended international (IOTF) body mass index cut-offs for thinness, overweight and obesity. *Pediatr Obes*, 7(4), 284-294.
- Cuenca-García, M., Jiménez-Pavón, D., España-Romero, V., Artero, E., Castro-Piñero, J., Ortega, F., Ruiz, J., & Castillo, M. (2011). Condición física relacionada con la salud y hábitos de alimentación en niños y adolescentes: propuesta de addendum al informe de salud escolar. *Revista de Investigación en Educación*, 9(2), 35-50.
- da Silva, L.S., Fisberg, M., de Souza Pires, M.M., Nassar, S.M., & Sottovia, C.B. (2013). The effectiveness of a physical activity and nutrition education program in the prevention of overweight in schoolchildren in Criciúma, Brazil. *Eur J Clin Nutr*, 67(11), 1200-4.
- de la Cruz, E., & Pino, J. (2010). Health-related physical fitness in schoolchildren and Spanish Physical Activity Guidelines. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 5, 45-49.
- Duncan, G. E. (2010). The "fit but fat" concept revisited: population-based estimates using NHANES. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 7.
- 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.
- Floody, P. D., Navarrete, F. C., Guzmán, I. P. G., Mayorga, D. J., Ramírez-Campillo, R., Jara, C. C., ... & Inostroza, H. D. (2015). Niveles de obesidad, glicemia en ayuno y condición física en escolares chilenos. *Nutr Hosp*, 31(n06), 2445-2450.
- Gálvez, A., Rodríguez-García, P.L., Rosa, A., García-Cantó, E., Pérez-Soto, J.J., Tárraga, M.L., & Tárraga, P.J. (2015a). Nivel de condición física y su relación con el estatus de peso corporal en escolares. *Nutr Hosp*, 31(1), 393-400.
- Gálvez, A., Rodríguez-García, P.L., Rosa, A., García-Cantó, E., Pérez-Soto, J.J., Tárraga, M.L., & Tárraga, P.J. (2015b). Relación entre el estatus de peso corporal y el autoconcepto en escolares. *Nutr Hosp*, 31(2), 723-729.
- 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. *Nutr Hosp*, 31(2), 737-743.
- Garber, C.E., Blissmer, B., Deschenes, M.R., Franklin, B.A., Lamonte, M.J., Lee, I.M., Nieman, D.C., & Swain, D.P. (2011). American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 43(7), 1334-1359.
- García-Artero, E., Ortega, F.B., Ruiz, J.R., Mesa, J.L., Delgado, M., González-Gross, M., & et al. (2007). Lipid and metabolic profiles in adolescents are affected more by physical fitness than physical activity (AVENA study). *Rev Esp Cardiol*, 60, 581-588.
- Joshi, P., Bryan, C., & Howat, H. (2012). Relationship of body mass index and fitness levels among schoolchildren. *J Strength Cond Res*, 26(4), 1006-14.
- Kozub, F. M. (2006). Motivation and Physical Activity in Adolescents With Visual Impairments: Review: Rehabilitation and Education for Blindness and Visual Impairment, 37(4), 149-160.
- Maestre, J.M. (2010). Connection between nutritional state and physical fitness in school population. *Journal of Sport and Health Research*, 2(2), 95-108.
- Mayorga-Vega, D., Brenes-Podadera, A., Rodríguez-Tejero, M., & Merino-Marban, R. (2012). Association of BMI and physical fitness level among elementary school students. *Journal of Sport and Health Research*, 4(3), 299-310.

- McAuley, P. A. y Blair, S. N. (2011). Obesity paradoxes. *Journal of Sports Sciences*, 29(8), 773-782.
- Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2014). *Unidades didácticas activas*. Recuperado de <http://publicacionesoficiales.boe.es/>.
- Organización Mundial de la Salud. (2010). *Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud*. Ginebra: WHO.
- Ortega, F. B., Ruiz, J., & Castillo, M. J. (2013). Actividad física, condición física y sobrepeso en escolares y adolescentes: evidencia procedente de estudios epidemiológicos. *Endocrinología y Nutrición*, 60, 458-469.
- Ortega, F.B., Ruiz, J.R., Castillo, M.J., Moreno, L.A., González-Gross, M, Wärnbergd, J., Gutiérrez, A., & Grupo AVENA (2005). Low level of physical fitness in Spanish adolescents. Relevance for future cardiovascular health (AVENA study). *Rev Esp Cardiol*, 58, 898-909.
- Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Castillo, M. J., & Sjostrom, M. (2008). Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *Int J Obes (Lond)*, 32 (1), 1-11.
- 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. *Nutrición Hospitalaria*, 33(3).
- Pino-Ortega, J., De la Cruz-Sánchez, E., & Martínez-Santos, R. (2010). Health-related fitness in school children: compliance with physical activity recommendations and its relationship with body mass index and diet quality, *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 60(4), 374-379.
- 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.
- 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 Psychol Psychother* 5, 222.
- Rosa, A., & García-Cantó, E. (2016). Fuerza muscular y su relación con patrones de violencia entre iguales en escolares de 8 a 12 años. *EmásF, Revista Digital de Educación Física*, 7(40), 64-78.
- Rosa, A., Rodríguez-García, P.L., García-Cantó, E., & Pérez-Soto, J.J. (2015b). 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.
- Ruiz, J. R., Castro-Pinero, J., Artero, E. G., Ortega, F. B., Sjostrom, M., Suni, J., & Castillo, M. J. (2009). Predictive validity of health-related fitness in youth: a systematic review. *Br J Sports Med*, 43(12), 909-923.
- 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., Sjöström, 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, *Nutrición Hospitalaria*, 26(6), 1210-1214.
- Ruiz, J.R., Ortega, F.B., Gutiérrez, A., Meusel, D., Sjöström, M., & Castillo, M.J. (2006). Health-related fitness assessment in childhood and adolescence; A European approach based on the AVENA, EYHS and HELENA studies *J Public Health*, 14, 269-277.
- Silva, M. N., Markland, D., Minderico, C. S., Vieira, P. N., Castro, M. M., Coutinho, S. R., & Teixeira, P. J. (2008). A randomized controlled trial to evaluate self-determination theory for exercise adherence and weight control: rationale and intervention description. *Bmc Public Health*, 8, 234.
- Strong, W.B., Malina, R.M., Blimkie, C.J.R., Daniels, S.R., Dishman, R. K., Gutin, B., Hergenroeder, A.C., Must, A., Nixon, P.A., Pivarnik, J.M., Rowland, T., Trost, S., & Trudeau, F. (2005). Evidence based physical activity for school-age youth. *The Journal of Pediatrics*, 146, 732-737.
- Teixeira, P. J., Going, S. B., Houtkooper, L. B., Cussler, E. C., Metcalfe, L. L., Blew, R. M., & Lohman, T. G. (2006). Exercise motivation, eating, and body image variables as predictors of weight control. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(1), 179-188.
- Thivel, D., Isacco, L., Lazaar, N., Aucoutier, J., Ratel, S., Doré, E., Meyer, M., & Duché, P. (2011). Effect of a 6-month school-based physical activity program n body composition and physical fitness in lean ano bese schoolchildren. *Eur J Pediatr*, 170, 1435-1443.
- Thomas, J. R., & Nelson, J. K. (2007). *Métodos de investigación en actividad física*. Barcelona: Paidotribo.

- 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.
- Tokmakidis, S. P., Kasambalis, A., & Christodoulos, A. D. (2006). Fitness levels of Greek primary schoolchildren in relationship to overweight and obesity. *European Journal of Pediatrics*, 165, 867-874. doi:10.1007/s00431-006-0176-2.
- Tomkinson, G.R., & Olds, T.S. (2007). Secular changes in pediatric aerobic fitness test performance: the global picture. *Med Sport Sci*, 50, 46-66.
- US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention (2010). Strategies to improve the quality of physical education. *National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, Division of Adolescent and School Health*, 1-3.
- 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.
- Zenić, N., Foretić, N., & Blazević, M. (2013). Nonlinear relationships between anthropometric and physical fitness variables in untrained pubescent boys. *Coll Antropol*, 37(2), 153-9.

Referencia del artículo:



Rosa, A., & García, E. (2017). Relación entre estatus de peso y fuerza muscular en escolares de primaria. *E-balonmano.com: Revista de Ciencias del Deporte* 13(3), 251-262.
<http://www.e-balonmano.com/ojs/index.php/revista/index>