



Trabajo Original

Valoración nutricional

Efectos de un programa de ejercicio interválico de intensidad moderada-vigorosa sobre la condición física y la composición corporal en escolares de 11 y 12 años

Effects of moderate to vigorous intensity interval exercise program on fitness and fatness in 11-and 12-years-old schoolchildren

Jaume Gelabert¹, Adrià Muntaner-Mas^{1,2} y Pere Palou¹

¹Grupo de Investigación en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (GICAFE). Departamento de Educación Física y Deporte. Facultad de Educación. Universitat de les Illes Balears. Palma de Mallorca. ²Grupo de Investigación PROFITH ("PROmoting FITness and Health through Physical Activity"). Departamento de Educación Física y Deporte. Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Granada. Granada

Resumen

Introducción: se evidencia un aumento cada vez mayor de la preocupación debido a valores alarmantes en condición física y composición corporal, que sitúan a los escolares en unos parámetros de riesgo en lo relativo a la salud física. Numerosas investigaciones relacionan la actividad física con la mejora en la condición física y la composición corporal.

Objetivo: analizar los efectos de un programa de ejercicio interválico de intensidad moderada-vigorosa sobre indicadores de condición física (fuerza isométrica manual en ambas manos, fuerza explosiva del tren inferior, velocidad-agilidad y capacidad aeróbica) y de composición corporal (índice de masa corporal, % de grasa corporal, perímetro de cintura e índice cintura/altura), referentes todos ellos para la salud en escolares de 11 y 12 años.

Métodos: se desarrolla una intervención en la que participó un grupo experimental y otro control con 28 escolares cada uno de ellos. Transcurrió a lo largo de 7 semanas, con sesiones de 30 minutos totales antes del inicio de la actividad académica, 3 días por semana. Se realizaron diferentes juegos interválicos, con una intensidad moderada-vigorosa (70-80 % de la frecuencia cardíaca máxima). El registro en condición física y composición corporal se realizó a través de la batería ALPHA.

Resultados: mejoras significativas en fuerza isométrica con ambas manos y una reducción significativa del perímetro de cintura e índice cintura/altura.

Conclusión: los resultados muestran mejoras significativas en indicadores de condición física y composición corporal; sin embargo, se precisa de una intervención de mayor duración para conocer si las otras mejoras logradas en los indicadores analizados consiguen ser significativas con el transcurso del tiempo.

Palabras clave:

Condición física.
Composición corporal.
Actividad física.
Educación física.
Intensidad moderada-vigorosa.

Abstract

Introduction: there is growing evidence of concern for values in terms of physical condition and body composition that place school children being at risk in physical health. Numerous investigations relate physical activity with improvement in physical condition and body composition.

Objective: to analyze the effects of a sub-maximal intensity interval exercise program on physical condition (upper body isometric strength in both hands, lower body explosive strength, velocity-agility and cardiorespiratory fitness) and body composition (body mass index, % of body fat, waist circumference and waist/height index), all of them related to health, in schoolchildren of 11 and 12 years.

Methods: an intervention was developed in which an experimental group participated and another control group with 28 schoolchildren each. The study developed over 8 weeks, with sessions of total 30 minutes before the start of the academic activity 3 days per week. Different intervallc games were made with motor, cognitive and coordination challenges; with a moderate-vigorous intensity (70 %-80 % of maximum heart rate). The registration in physical condition and body composition was made through the ALPHA Battery.

Results: significant improvements in isometric strength in both hands and a reduction in waist circumference and waist/height were found.

Conclusions: the results show significant improvements in indicators of fitness and fatness, however, it requires a long-term intervention to know if the other improvements achieved in the analyzed indicators are significant over time.

Keywords:

Fitness. Fatness.
Physical activity.
Physical education.
Moderate-vigorous intensity.

Recibido: 02/10/2019 • Aceptado: 23/03/2020

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Gelabert J, Muntaner-Mas A, Palou P. Efectos de un programa de ejercicio interválico de intensidad moderada-vigorosa sobre la condición física y la composición corporal en escolares de 11 y 12 años. *Nutr Hosp* 2020;37(3):514-523

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.02894>

Correspondencia:

Jaume Gelabert. Departamento de Educación Física y Deporte. Facultad de Educación. Universitat de les Illes Balears. Carretera de Valldemossa, km 7.5. 07122, Palma de Mallorca
e-mail: jaumegelabertc@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Los escolares se encuentran lejos de cumplir con las recomendaciones de realizar 60 minutos diarios de actividad física de intensidad moderada o vigorosa (AFMV) que establece la Organización Mundial de la Salud (1), lo que repercute de forma negativa sobre los indicadores de condición física y composición corporal determinantes para la salud. Estos predicen factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares, síndromes, baja calidad de vida y dolor de espalda en el futuro (2,3). De ello también deriva la prevalencia del sobrepeso y de la obesidad, que se encuentra presente en un 40 % de la población infantil y adolescente española (4), lo que supone un problema de salud pública y se postula como la epidemia del siglo *xxi* (5,6).

Así pues, la salud se ha posicionado en la educación como un elemento primordial para el trabajo con los escolares desde las diferentes materias (7), así como una responsabilidad general del sistema educativo (8) y, concretamente, de la materia de Educación Física, que puede incrementar el tiempo diario y semanal de actividad física de intensidad moderada-vigorosa de los estudiantes (9). Sin embargo, el entorno educativo actual no parece favorecer la situación, ya que, al analizarse la carga horaria destinada a la Educación Física, son pocos los países que a través de dicha materia cumplan con las recomendaciones de actividad física (10).

El currículo RD 126/2014 del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, que regula la Educación Primaria en España, no determina la carga horaria de forma específica. Así lo manifiesta el análisis realizado por Méndez, Fernández-Río, Méndez y Prieto (2015) (11), que muestra cómo la carga horaria semanal varía según la comunidad autónoma de 1 hora y 30 minutos a 2 horas y 15 minutos, y durante la investigación encontraron sesiones de 45 minutos, que, como indican los autores, no contemplan las características específicas de la Educación Física, como son el traslado para el uso de instalaciones o cuestiones relacionadas con el vestuario. Además, se suman a estos factores los aspectos organizativos de las sesiones, las indicaciones durante las actividades y sus transiciones, lo que sitúa el tiempo de compromiso motor en menos de un 50 % del tiempo total de la sesión (12).

En consecuencia, se precisa con urgencia el fomento de la actividad física en los centros educativos con el objetivo de mejorar los indicadores en condición física y composición corporal determinantes para la salud, pudiendo ser el aumento del compromiso motor durante las sesiones, el aprovechamiento de los recreos escolares (13,14) y el aumento de horas de Educación Física (15,16) soluciones a la problemática existente.

En esta línea, Ardoy, *et al.* (2011) (17), mediante una intervención desarrollada durante 4 meses con alumnos de 12 a 14 años, evidenciaron que duplicar la carga lectiva de Educación Física es suficiente para mejorar significativamente la condición física, específicamente la capacidad aeróbica y la flexibilidad. Además, en dicho estudio se valoraron también los efectos del incremento de la intensidad a ese mismo volumen de actividad física, con lo que se lograron mejoras significativas

en velocidad-agilidad y en las tasas de consumo máximo de oxígeno. Por ello, así como indican Cao, Quan y Zhuang (2019) (18) en su metaanálisis sobre investigaciones realizadas en escolares y adolescentes, el ejercicio interválico de alta intensidad parece postularse como la mejor opción frente al ejercicio continuo y a menores intensidades. Dentro del contexto escolar, destacan las investigaciones de Baquet, *et al.* (2002) (19) y Baquet, Guinhouys, Dupont, Nourry, y Berthoin (2014) (20) en escolares de edades entre los 8 y 11 años. La duración, la frecuencia, el tiempo de la sesión y las características de la intervención fueron similares en ambas: entre 10 y 7 semanas, respectivamente, de duración, una vez por semana. Sesiones de 60 minutos mediante la realización de *sprints* intermitentes de 10 o 20 segundos a velocidades aeróbicas máximas. El descanso fue de 10 o 20 segundos. El grupo control siguió con las clases regulares de Educación Física. En la primera intervención se obtuvieron mejoras significativas en la capacidad aeróbica, mientras que en la segunda los resultados indicaron incrementos significativos también en el salto horizontal. Reloba, *et al.* (2016) (21), también sobre población escolar, con dos sesiones extracurriculares semanales de 40 minutos durante 12 semanas, en las que se realizaban carreras, saltos, carga de pesos, etc., en formato de juegos también evidenciaron mejoras en la capacidad motora, en el VO_{2max} y en la capacidad musculoesquelética del tronco inferior, entre otros. Por el contrario, Camacho-Cardenosa, *et al.* (2016) (22) no encontraron ningún tipo de mejora significativa en ningún componente de la condición física.

Cabe destacar, por la similitud a la presente investigación, el estudio de Lambrick, Kaufmann, Stoner y Faulkner (2016) (23) basado en juegos de alta intensidad de 6 minutos de duración con 2 minutos de descanso entre ellos. Se aplicó a escolares de 8-10 años a lo largo de 6 semanas, realizando semanalmente 2 sesiones de 40 minutos. El grupo control seguía con la rutina de las clases de Educación Física. Los resultados mostraron mejoras significativas en la capacidad aeróbica y velocidad máxima.

Se han llevado a cabo otras intervenciones de ejercicios interválicos de alta intensidad, con las que se han logrado reducir el perímetro de cintura y el IMC y mejorar la capacidad aeróbica en población adolescente e infantil (24). Aunque los programas interválicos de alta intensidad pueden crear rechazo entre parte de la comunidad científica a causa del fuerte componente fisiológico que se aplica sobre la población escolar y adolescente, no se han documentado en la literatura científica efectos negativos. Así lo constatan importantes revisiones sistemáticas (25,26) realizadas sobre población escolar y adolescente. En ellas se evidenció la eficacia del ejercicio interválico de alta intensidad, ya que repercute con unos beneficios cardiometabólicos similares o mejores que una actividad aeróbica continua.

En este sentido, el objetivo del presente artículo fue analizar la influencia de un programa de ejercicio interválico de intensidad moderada-vigorosa sobre diferentes indicadores de condición física y composición corporal en escolares de 11 y 12 años.

Tabla I. Características principales de la muestra

Características	Muestra total		Grupo experimental		Grupo control		p
	n		n		n		
<i>Variables de control</i>							
Edad (años)	56	11,74 ± 0,34	28	11,74 ± 0,30	28	11,74 ± 0,37	0,969
Género (masculino)	56	53,60	28	53,60	28	53,60	0,788
Pico de crecimiento	56	13,37 ± 1,07	28	13,15 ± 1,16	28	13,58 ± 0,95	0,133
Nivel de actividad física	56	2,93 ± 0,72	28	2,84 ± 0,78	28	3,02 ± 0,67	0,376
Frecuencia cardíaca en reposo (ppm)	28	99,07 ± 16,50	28	99,07 ± 16,50			
Frecuencia cardíaca máxima (ppm)	28	208,79 ± 0,42	28	208,79 ± 0,42			
<i>Ocupación profesional materna</i>							
Nivel bajo	8	14,30	4	14,30	4	14,30	0,959
Nivel medio	25	44,60	13	46,40	12	42,90	
Nivel alto	23	41,10	11	39,30	12	42,90	
Nivel de estudios maternos							
Sin estudios	1	1,80	1	3,60	0	0,00	
Educación Primaria	8	14,30	6	21,40	2	7,10	
Educación Secundaria	10	17,90	4	14,30	6	21,40	
Bachillerato/Formación Profesional	23	41,10	11	39,30	12	42,90	
Estudios Universitarios	14	25,00	6	21,40	8	28,60	0,444
<i>Condición física</i>							
Dinamometría mano derecha (N/kg)	56	4,30 ± 0,79	28	4,37 ± 0,95	28	4,21 ± 0,58	0,474
Dinamometría mano izquierda (N/kg)	55	4,00 ± 0,77	28	4,04 ± 0,94	27	3,95 ± 0,54	0,650
Salto horizontal (cm)	56	139,75 ± 21,22	28	142,17 ± 23,86	28	137,32 ± 18,32	0,397
Velocidad-agilidad 4 x 10m (s)	56	12,53 ± 1,08	28	12,51 ± 1,12	28	12,56 ± 1,06	0,884
Course-Navette (largos)	55	37,51 ± 17,54	28	35,35 ± 18,32	27	40,00 ± 16,73	0,309
<i>Composición corporal</i>							
Talla (cm)	56	147,86 ± 7,78	28	146,94 ± 6,90	28	148,76 ± 8,59	0,386
Peso (kg)	56	45,47 ± 9,58	28	43,86 ± 10,23	28	47,08 ± 8,77	0,212
Índice de masa corporal (kg/m ²)	56	20,61 ± 3,03	28	20,14 ± 3,69	28	21,08 ± 2,16	0,250
Infrapeso	2	3,60	2	7,10	0	0,00	
Normopeso	30	53,60	16	57,10	14	50,00	
Sobrepeso u obesidad	24	42,90	10	35,70	14	50,00	0,123
% Grasa corporal	56	26,66 ± 5,95	28	26,22 ± 7,02	28	27,10 ± 4,72	0,583
Perímetro de cintura (cm)	56	69,94 ± 9,30	28	68,63 ± 10,90	28	71,25 ± 7,35	0,295
Índice cintura/altura	56	0,47 ± 0,06	28	0,47 ± 0,07	28	0,48 ± 0,04	0,434

Los valores son expresados como media ± desviación estándar o como frecuencia relativa y %. Las diferencias entre los grupos han sido analizadas utilizando una prueba t para muestras independientes o chi cuadrado.

METODOLOGÍA

DISEÑO Y PARTICIPANTES

El presente estudio de intervención se desarrolló a través de una metodología cuantitativa y un enfoque cuasi experimental. La descripción de las características de los participantes

se muestra en la tabla I. En ella se presenta la equiparación inicial en todas las variables dependientes de condición física y composición corporal, así como el total de la muestra, que se compuso de 56 escolares en edades comprendidas entre 11 y 12 años (11,74 ± 0,34), distribuidos equitativamente entre el grupo experimental (GE) y el grupo control (GC). En referencia al género, la población masculina se situó en el 53,6 %.

Participaron en el estudio dos colegios de carácter concertado de Mallorca (Islas Baleares), ambos con un entorno socioeconómico de nivel medio, con la misma carga lectiva referente a Educación Física, espacios similares y metodologías educativas también parejas.

PROCEDIMIENTO

Toda la información se registró entre el mes de abril y junio del año 2018. Todas las pruebas se llevaron a cabo en horario lectivo, respetando una misma franja horaria y vestuario para cada una de las pruebas. El investigador, durante el día previo a cada una de las mediciones, recordó a los escolares la importancia de descansar bien la noche anterior.

INDICADORES DE CONDICIÓN FÍSICA

Se siguieron las indicaciones del manual de la batería ALPHA-Fitness de alta prioridad y versión extendida para escolares y adolescentes (27). Todas las pruebas fueron explicadas y ejemplificadas por el investigador antes de empezar el registro. También se realizó un calentamiento previo. Para el análisis de la fuerza musculoesquelética se realizaron dos pruebas diferenciadas; la primera de ellas midió la fuerza isométrica manual en ambos brazos. Fue registrada a través del test de prensión manual utilizando un dinamómetro ajustable con precisión de 1 kg (TKK 5001 Grip A; Takey, Japón). En segundo lugar, se evaluó la fuerza explosiva de las extremidades inferiores mediante el test del salto horizontal. La velocidad y la agilidad se midieron a través del test de 4 × 10 m. Para evaluar la capacidad aeróbica se realizó la prueba de los 20 metros, más conocida como Course-Navett.

INDICADORES DE COMPOSICIÓN CORPORAL

Todos los registros se realizaron por la mañana y siguiendo las indicaciones de la Batería ALPHA-Fitness (27). La talla se midió utilizando un tallímetro (SECA 213 Ltd., Alemania), con una exactitud de 0,1 cm. Para la masa corporal (kg) y el porcentaje de grasa corporal (%), se utilizó un dispositivo para valorar la composición corporal por bioimpedancia (TANITA BC 601 Ltd., Países Bajos), con una precisión de 0,1 kg y una capacidad máxima de 150 kg. Dichas mediciones están sustentadas por diferentes investigaciones (28). Para el cálculo del IMC, se dividió el peso (kg) entre la altura al cuadrado (m²). Dicho índice fue categorizado en infrapeso, normopeso o sobrepeso/obesidad, siguiendo los valores indicados por Cole y Lobstein (2012) (29) en referencia a la edad y al sexo. El perímetro de cintura (cm) se evaluó utilizando una cinta no elástica con una precisión de 0,1 cm (SECA 201, Alemania). El índice cintura/altura se calculó de la división del perímetro de cintura (cm) entre la altura (cm).

VARIABLES DE CONTROL

Como variables de confusión de la presente investigación se utilizaron el género y el nivel de actividad física de intensidad moderada-vigorosa, que se registró mediante el autocumplimiento por parte de los escolares del cuestionario PAQ-C (30), destinado a una población de 8 a 14 años. También se utilizaron como variables de control las horas de sueño y el desplazamiento al centro, tal como proponen van den Berg, *et al.* (2016) (31) y el pico de crecimiento. Este último se postula como una herramienta más adecuada que la edad para considerar el desarrollo biológico propio de cada participante (32). Además del consentimiento informado, se registró el nivel educativo materno, en el que se daban como opciones un modelo simplificado de la Clasificación Nacional de Educación y la ocupación profesional materna, que se dicotomizó en tres grandes categorías basadas en los diez grandes grupos propuestos por la Clasificación Internacional Uniforme de Ocupaciones expuesta por la Organización Internacional del Trabajo, y añadiendo un onceavo y doceavo grupo que diera respuesta al desempleo y a las amas de casa, respectivamente.

La frecuencia cardíaca se monitorizó de forma simultánea e individualizada durante toda la intervención, ya que cada participante utilizó un sensor de frecuencia cardíaca Polar H10 que mostraba y registraba en directo las pulsaciones por minuto (medias, máximas y mínimas), el porcentaje y el tiempo trabajado en cada una de las cinco zonas establecidas según la intensidad. Dicho registro se realizó y se guardó en la base de datos de forma automática a través de la aplicación Polar Team para el sistema operativo iOS de Apple, instalada y utilizada en un iPad Pro.

INTERVENCIÓN EN EL GRUPO EXPERIMENTAL (GE)

El programa de ejercicio interválico de intensidad moderada-vigorosa se desarrolló a lo largo de 7 semanas, con 3 sesiones semanales y con una recuperación de 48 horas entre ellas. La adherencia total al programa por parte de los escolares se situó en un 95,13 %.

El programa se iniciaba a las 9 a.m. y consistía en la realización de 5 juegos diferentes según el día de la semana, todos con una duración de 3 minutos y una recuperación activa de 1 minuto entre cada uno de ellos. Previamente se ejecutaba un breve calentamiento basado en carrera suave y movilidad articular. Durante los 20 minutos de duración por sesión del programa, los participantes trabajaron en una intensidad moderada-vigorosa. Los sensores registraron un trabajo medio del 75,96 % ± 4,60 de su frecuencia cardíaca máxima (FCM) (Fig. 1). Se reconocieron puntualmente, debido a las recuperaciones activas, mínimos del 54,84 % ± 4,93 y máximos, debido a momentos del juego que elevaban la intensidad de los escolares, que se situaron en el 90,08 % ± 4,12. También se registró el tiempo en el que cada escolar se ubicó en cada una de las zonas de intensidad establecidas con el objetivo de conocer el porcentaje de tiempo de trabajo en que los escolares se habían situado en cada una de ellas (Fig. 2).

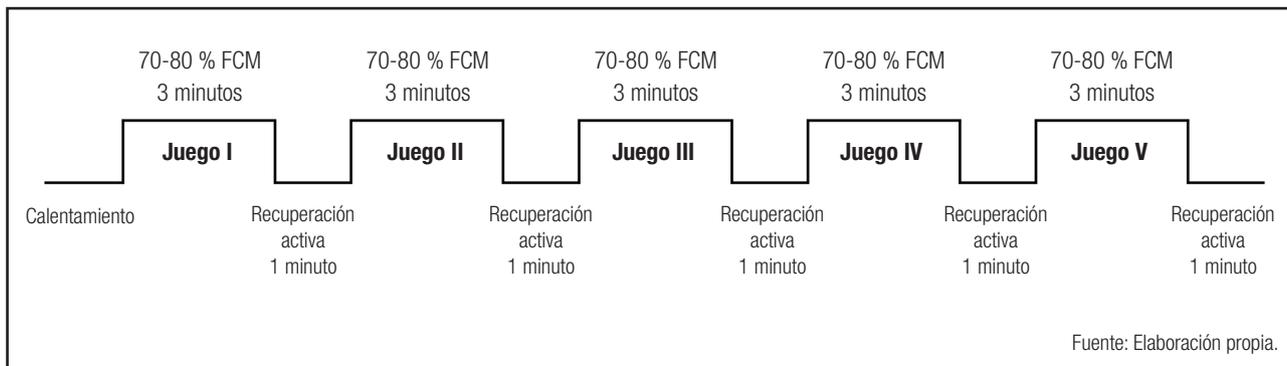


Figura 1.
Características básicas del programa.

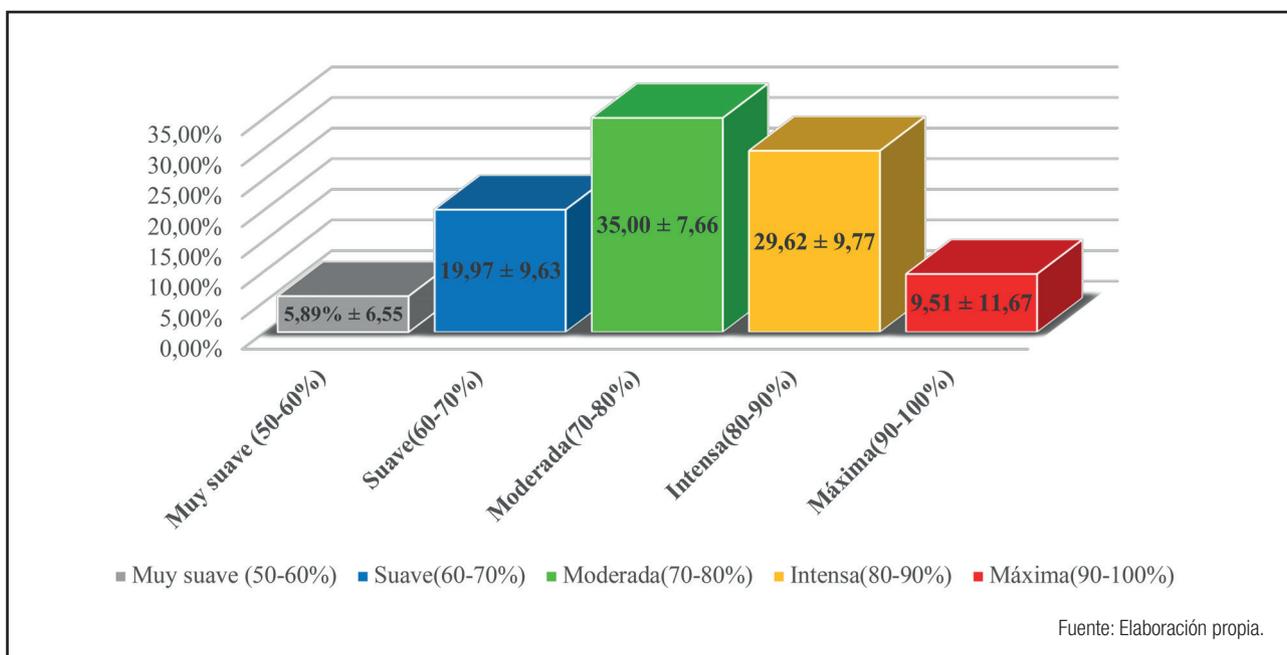


Figura 2.
Porcentaje de tiempo trabajado en cada zona de intensidad.

Tres de los cinco juegos se basaban en carreras continuas de 15 metros. Esta distancia debía ser recorrida en zigzag, dirigiendo un balón de fútbol con el pie, una pelota de baloncesto con la mano o una de tenis con un palo de hockey. También, algunas carreras se realizaban mediante toques, suspendiendo un balón de voleibol o una pelota de tenis con la ayuda de una raqueta. En los dos juegos restantes se planteaban diferentes retos motrices que el alumnado debía superar de forma individual o colectiva, moviéndose por el terreno de juego de forma libre para conseguir el objetivo del juego.

El tiempo total medio de trabajo durante toda la intervención fue de 7:10:32 horas ± 0:29:07 horas.

INTERVENCIÓN EN EL GRUPO CONTROL (GC)

El GC siguió con la dinámica diaria habitual. El volumen de actividad física y el número de sesiones de Educación Física no se vio afectado.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las características descriptivas de la muestra se presentan como media ± desviación estándar o frecuencia relativa, n (%). Para la comparación de las medias del grupo experimental con el

grupo control se realizó en las variables cuantitativas una prueba *t* de Student. En las variables cualitativas, chi cuadrado. Para los efectos de la intervención sobre las variables estudiadas y la comparación entre grupos, se utilizó el análisis de covarianza (ANCOVA) introduciendo el pico de crecimiento, el nivel de estudios materno, la ocupación profesional materna, el nivel de actividad física y el desplazamiento al colegio como covariables. Para comparar las diferencias entre grupos se realizó la prueba *post hoc*. En todos los análisis se estableció un nivel de significación de $p < 0,05$. Todos los datos fueron analizados mediante el paquete estadístico SPSS (v.24.0 para Windows de IBM, Estados Unidos).

ASPECTOS ÉTICOS

La presente investigación fue aprobada por el Comité de Ética de la Universidad Autónoma de Madrid. En todo momento se siguieron los principios de la Declaración de Helsinki. Se recibió el consentimiento firmado por parte de los equipos directivos y de los docentes implicados, así como de los padres, madres y/o tutores legales de los escolares. Se informó sobre la naturaleza de dicha investigación, los objetivos que se proponían, el procedimiento, los beneficios que podía aportar el estudio a la educación y a la sociedad, el derecho a abandonar la investigación en cualquier momento, el compromiso del investigador por velar en todo momento por la salud del escolar y el carácter totalmente voluntario de participación; asimismo, se aseguró el anonimato y la confidencialidad de todos los datos registrados.

RESULTADOS

En la tabla I se presenta el total de la muestra. Se exponen las variables de control, de las que ninguna revela diferencias significativas entre los grupos ($p = 0,133$ a $0,959$). También se presentan las variables referentes a condición física, en las que se muestran valores superiores en el GE en todas las variables de fuerza y en velocidad-agilidad; el GC registró una capacidad aeróbica inicialmente superior. No obstante, estas diferencias entre grupos no presentan ninguna significatividad ($p = 0,309$ a $0,884$). A continuación, en los indicadores de composición corporal, el GC muestra unos valores más elevados en todas las variables, registrando un mayor porcentaje de escolares con sobrepeso u obesidad. Sin embargo, tampoco se señalan diferencias significativas ($p = 0,123$ a $0,583$).

Los efectos de la intervención sobre los indicadores de condición física se presentan en la tabla II. Estos muestran cómo el GE mejoró de forma estadísticamente significativa en dos de los cinco indicadores analizados. Concretamente, en la prueba de dinamometría mano derecha ($p = 0,004$) y dinamometría mano izquierda ($p = 0,005$).

En la tabla III se muestran los resultados de los indicadores de composición corporal. El GE redujo los valores de forma significativa en los indicadores de perímetro de cintura e índice cintura/altura ($p = 0,010$) y ($p = 0,042$), respectivamente.

DISCUSIÓN

El objetivo principal de la presente investigación era determinar los efectos de un programa de ejercicio interválico de intensidad moderada-vigorosa desarrollado para escolares de 11 y 12 años sobre diversos indicadores de condición física y composición corporal determinantes para la salud. En lo que respecta a la condición física, los resultados de esta investigación muestran que el programa ha repercutido de forma significativamente positiva sobre la fuerza isométrica del tronco superior de los escolares. Dicho parámetro se ha analizado a través de una prueba de presión manual con la mano derecha y con la mano izquierda. Estos resultados son importantes, ya que la fuerza muscular es uno de los indicadores principales y de alta prioridad para evaluar la salud en edades escolares (27). Esta se encuentra inversamente asociada a factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares, al dolor de espalda y al contenido y la densidad mineral ósea. Por ello, parece ser positiva la introducción, en las sesiones de Educación Física, de programas que mejoren la fuerza muscular de los escolares, ya que este puede ser un espacio que cuente con la supervisión de una persona competente, donde se lleve a cabo un adecuado aprendizaje de la técnica y con una correcta planificación, adaptada a la edad, la competencia motriz, la competencia técnica y los niveles de fuerza existentes, todos ellos factores cruciales para el correcto trabajo (33). Además, según el Comité Nacional de Medicina del Deporte Infantojuvenil (2018) (34), parece ser importante establecer programas de 2 a 3 sesiones semanales con una duración de 20 a 30 minutos, lo que puede conllevar mejoras de fuerza a partir de las 8 semanas. No obstante, también se muestra significativamente efectivo para la mejora de la fuerza, en población escolar, un programa de 6 semanas con sesiones de 30 minutos durante los recreos de media mañana y antes del comedor en las que se llevan a cabo juegos populares centrados en el salto, la carrera, el equilibrio, la tracción y el empuje, el lanzamiento y juegos de pelota (35).

En esta línea, comparados los resultados del presente estudio con las investigaciones acabadas de citar, parece manifestarse que juegos de corta duración, siguiendo una estructuración interválica con una duración de 20 minutos y con una intensidad moderada-vigorosa, en la que se realicen numerosos golpes con una raqueta de tenis, autopases con pelotas de voleibol, conducciones manuales con balones de baloncesto o empuje con otros materiales, continuos pases largos con una o ambas manos, etc., pueden favorecer el incremento de la fuerza del tren superior. Además, se presenta una tendencia positiva a favor del grupo experimental en fuerza explosiva del tren inferior, analizada a través del salto horizontal. Estos resultados pueden explicarse mediante la última investigación citada, la cual, a través de juegos populares, obtuvo también mejoras significativas en fuerza del tren inferior. Asimismo, la revisión sistemática y el metaanálisis de Costigan, Eather, Plotnikoff, Taaffe, y Lubans (2015) (36) evidencian la mejora de dicho indicador gracias a programas basados en actividades interválicas a altas intensidades. Los resultados en velocidad-agilidad mostraron una disminución en ambos gru-

Tabla II. Efectos de la intervención sobre la condición física

	n	Pre	n	Post	n	Diferencia (post - pre)
Indicadores de condición física						
<i>Dinamometría mano derecha (N/kg)</i>						
Grupo experimental	28	4,37 ± 0,95	27	4,74 ± 1,21	27	0,46 ± 0,08
Grupo control	28	4,21 ± 0,58	28	4,34 ± 0,58	28	0,18 ± 0,07
Diferencia GE - GC						0,28 ± 0,09
<i>p</i> (grupos)						0,004
95 % IC (I; S)						0,093; 0,471
<i>Dinamometría mano izquierda (N/kg)</i>						
Grupo experimental	28	4,04 ± 0,94	27	4,41 ± 1,14	27	0,46 ± 0,10
Grupo control	27	3,95 ± 0,54	26	4,11 ± 0,71	25	0,13 ± 0,09
Diferencia GE - GC						0,33 ± 0,11
<i>p</i> (grupos)						0,005
95 % IC (I; S)						0,105; 0,559
<i>Salto horizontal (cm)</i>						
Grupo experimental	28	142,17 ± 23,86	26	146,23 ± 24,98	26	2,85 ± 2,03
Grupo control	28	137,32 ± 18,32	27	139,46 ± 20,03	27	1,83 ± 1,72
Diferencia GE - GC						1,02 ± 2,30
<i>p</i> (grupos)						0,658
IC 95 % (I; S)						-3,601; 5,646
<i>Velocidad-agilidad 4 × 10 m (s)</i>						
Grupo experimental	28	12,51 ± 1,12	26	12,68 ± 1,08	26	0,01 ± 0,01
Grupo control	28	12,56 ± 1,06	26	12,67 ± 1,03	26	0,03 ± 0,01
Diferencia GE - GC						0,04 ± 0,16
<i>p</i> (grupos)						0,120
IC 95 % (I; S)						-0,054; 0,006
<i>Course-Navette (largos)</i>						
Grupo experimental	27	35,35 ± 18,32	24	40,83 ± 19,81	24	5,71 ± 1,80
Grupo control	28	40,00 ± 16,73	23	49,83 ± 19,15	23	7,28 ± 1,55
Diferencia GE - GC						-1,58 ± 1,77
<i>p</i> (grupos)						0,378
95 % IC (I; S)						-5,151; 1,998

Los valores de las columnas "Pre" y "Post" se muestran como las medias ± desviación estándar. Los valores de la columna "Diferencias (post - pre)" que se relacionan con el grupo experimental y el grupo control son medias marginales estimadas ajustadas por las variables de control del modelo ± error estándar. La diferencia GE (grupo experimental) - GC (Grupo control) resulta de la diferencia de medias anterior ± error estándar. Las diferencias se estimaron mediante análisis de covarianza (ANCOVA) de un factor (variable dependiente: diferencias entre los resultados de la posintervención y la preintervención. Factor fijo: grupo). Los valores de *p* < 0,05 han sido ajustados por género (si existían diferencias significativas por género en la variable analizada), pico de crecimiento, nivel de estudios maternos, ocupación profesional materna, nivel de actividad física, tipo de desplazamiento anterior al registro de la variable analizada y la variable pre-intervención de la variable estudiada.

pos, aunque fue mayor el aumento del tiempo en el grupo experimental. No obstante, la diferencia no se mostró significativa. La explicación de este resultado puede deberse a la intensidad moderada-vigorosa a la que se ha sometido el programa, ya que diversas investigaciones desarrolladas en intensidades máximas interválicas, tanto en escolares como en adolescentes (20,23), sí han obtenido beneficios positivos. En algunas de ellas se han

logrado en un tiempo de intervención menor. Además, hay que destacar que el tipo de juego no parece ser una limitación, ya que en las investigaciones citadas se han desarrollado intervenciones basadas puramente en *sprints*, en juegos de alta intensidad o con más presencia de horas semanales de Educación Física y sesiones más intensas. En capacidad aeróbica ambos grupos presentaron mejoras respecto al inicio de la intervención; no obs-

Tabla III. Efectos de la intervención sobre la composición corporal

	n	Pre	n	Post	n	Diferencia (post - pre)
Indicadores de composición corporal						
<i>Índice de masa corporal (kg/m²)</i>						
Grupo experimental	28	20,14 ± 3,69	27	20,03 ± 3,42	27	-0,26 ± 0,12
Grupo control	28	21,08 ± 2,16	28	20,80 ± 2,07	28	-0,31 ± 0,10
Diferencia GE - GC						0,04 ± 0,14
<i>p</i> (grupos)						0,754
IC 95 % (I; S)						-0,238; 0,326
<i>% Grasa corporal</i>						
Grupo experimental	28	26,22 ± 7,02	27	25,84 ± 6,92	27	-0,37 ± 0,39
Grupo control	28	27,10 ± 4,72	28	26,58 ± 5,06	28	-0,65 ± 0,30
Diferencia GE - GC						0,29 ± 0,45
<i>p</i> (grupos)						0,529
95 % IC (I; S)						-0,626; 1,202
<i>Perímetro de cintura (cm)</i>						
Grupo experimental	28	68,63 ± 10,90	27	67,78 ± 10,83	27	-1,52 ± 0,38
Grupo control	28	71,25 ± 7,35	28	71,18 ± 7,15	28	-0,33 ± 0,30
Diferencia GE - GC						-1,20 ± 0,45
<i>p</i> (grupos)						0,010
IC 95 % (I; S)						-2,091; -0,298
<i>Índice cintura/altura</i>						
Grupo experimental	28	0,47 ± 0,07	27	0,46 ± 0,07	27	-0,02 ± 0,00
Grupo control	28	0,48 ± 0,04	28	0,47 ± 0,04	28	-0,01 ± 0,00
Diferencia GE - GC						-0,01 ± 0,00
<i>p</i> (grupos)						0,042
IC 95 % (I; S)						-0,014; 0,000

Los valores de las columnas "Pre" y "Post" se muestran como las medias ± desviación estándar. Los valores de la columna "Diferencias (post - pre)" que se relacionan con el grupo experimental y el grupo control son medias marginales estimadas ajustadas por las variables de control del modelo ± error estándar. La diferencia GE (grupo experimental) - GC (grupo control) resulta de la diferencia de medias anterior ± error estándar. Las diferencias se estimaron mediante análisis de covarianza (ANCOVA) de un factor (variable dependiente: diferencias entre los resultados de la posintervención y la preintervención. Factor fijo: grupo). Los valores de $p < 0,05$ han sido ajustados por género (si existían diferencias significativas por género en la variable analizada), pico de crecimiento, nivel de estudios maternos, ocupación profesional materna, nivel de actividad física, tipo de desplazamiento anterior al registro de la variable analizada y la variable preintervención de la variable estudiada.

tante, fue el grupo control el que mostró una efectividad mayor en la prueba posttest, aunque dicha diferencia no fue significativa.

Diversas intervenciones de ejercicio interválico de alta intensidad han conseguido mejoras en la capacidad aeróbica (23,24). De este modo, así como expone Bond, *et al.* (2017) (26), este tipo de ejercicio de alta intensidad difiere del ejercicio aeróbico continuo, dado que el primero de ellos puede aportar unas mejoras iguales o superiores. No obstante, la evidencia científica en este aspecto no es unánime, pues también, así como en el presente estudio, se encuentran intervenciones que no han sido capaces de aportar mejoras en este indicador (22).

Llegados a este punto se precisa profundizar más en el análisis de los resultados mostrados, por lo que lo expuesto por Ringdal,

Ringdal, Olsen, Mamen, y Fredriksen (2018) (37) podría ser revelador. Estos autores inciden en la relación que tiene la calidad de vida y el entorno sociodemográfico del escolar sobre la capacidad aeróbica. De este modo es necesario controlar, tanto por parte de los padres y madres, como del escolar, el estado de salud físico, psicológico y social de cada uno, la participación en actividades normales para la edad del escolar, el salario, las relaciones familiares, la autonomía en el juego, viajes realizados, etc. Todo ello acarrea un volumen de variables que, según los autores citados, pueden influir sobre la capacidad aeróbica; no obstante, en la presente investigación tan solo se han controlado específicamente dos de ellas. Además, otro aspecto claramente influyente es la actividad física de intensidad moderada-vigorosa realizada fuera

de la intervención. Esta variable trató de controlarse mediante un cuestionario autocumplimentado por los escolares; no obstante, se piensa que sería más riguroso que fuera registrado a través de un sistema de acelerometría. En cuanto a los indicadores de composición corporal, los resultados muestran una reducción de ambos grupos en el índice de masa corporal y en el tanto por ciento de grasa. El grupo control se situó con unos valores de disminución inferiores, aunque no significativos. Varios estudios sirven como ayuda para el análisis de los resultados obtenidos, todos ellos centrados en el ejercicio interválico de alta intensidad. Este tipo de ejercicio cuenta en este ámbito con una literatura más extensa, actual y con mayor impacto. La investigación desarrollada por Costigan, Eather, Plotnikoff, Taaffe, Pollock, *et al.* (2015) (24), en la que durante 8 semanas se aplicó sobre una población adolescente una intervención basada en tres sesiones semanales, cada una de 8-10 minutos de ejercicio interválico de alta intensidad, tampoco encontró diferencias significativas sobre el índice de masa corporal; en cambio, la revisión sistemática y el metaanálisis de Costigan, *et al.* (2015) (36) sí encontraron cambios significativos en dicho indicador, y hacían referencia a la importancia de la alta intensidad para mejorar estos valores. Como indican Michalsky, *et al.* (2015) (38), el índice de masa corporal presenta una marcada relación con padecer enfermedades cardiovasculares. Además, es un instrumento con un gran potencial, aunque este índice relaciona tan solo el peso (kg) entre la altura (m) al cuadrado, lo que imposibilita que la relación conozca si el peso deriva de un exceso de masa grasa o de masa muscular y ósea. Es posible que, al haberse mejorado en todos los indicadores de fuerza muscular y de forma significativa en el tren superior, exista un aumento de masa muscular y ósea, lo que ha podido alterar los resultados referentes al índice de masa corporal. En referencia al tanto por ciento de grasa, también es la revisión sistemática y el metaanálisis de Costigan, *et al.* (2015) (36) los que ayudan a analizar los resultados obtenidos, ya que defienden que un ejercicio interválico de alta intensidad tiene un tamaño del efecto medio sobre la reducción del tanto por ciento de grasa. Un factor crucial a considerar es la duración del programa, ya que se precisa que este sea de un mínimo de 8 semanas. Por ello, parece explicarse que la duración y la intensidad moderada-vigorosa de la presente investigación no han sido suficientes para lograr cambios significativos. Sin embargo, el programa ha repercutido de forma significativa en una reducción del perímetro de cintura y del índice cintura/altura. El primero de ellos se presenta como un índice de máxima prioridad para evaluar el estado de salud física en escolares. Unos valores inadecuados indican un factor de riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, además de correlacionarse con el nivel de grasa visceral (27). Así pues, parece demostrarse que el tipo de ejercicio, su intensidad, duración, etc., provocan cambios en estos indicadores.

Del mismo modo, diversas investigaciones también han logrado cambios sobre estos a través de una intervención basada en ejercicios interválicos de alta intensidad. Son ejemplo las investigaciones llevadas a cabo por Costigan, Eather, Plotnikoff, Taaffe, Pollock, *et al.* (2015) (24) y Weston (2016) (39), que consiguen reducir de forma significativa el perímetro de cintura frente a un grupo

control pasivo. Delgado-Floody, Espinoza-Silva, García-Pinillos y Latorre-Roman (2018) (40) logran, además mejorar de forma significativa el índice de cintura/altura al desarrollar también ejercicios interválicos de alta intensidad en población escolar con sobrepeso y obesidad. De este modo, parece que la actividad física interválica, tanto de intensidad moderada-vigorosa como máxima, consigue reducir significativamente el perímetro de cintura y el índice de cintura/altura, independientemente de ejecutarse la intervención sobre población sana o con sobrepeso/obesidad.

CONCLUSIONES

La presente investigación ha causado unos efectos significativamente positivos en fuerza isométrica del tren superior. Además, podría existir también una tendencia en la mejora de la fuerza explosiva del tren inferior. También se muestran efectos favorables en el grupo experimental, de forma significativa, en la reducción del perímetro de cintura y en el índice de cintura/altura.

Por ello, parece indicarse que el programa expuesto se presenta como una herramienta adecuada para la mejora de diferentes indicadores de condición física y composición corporal, lo que puede ayudar al incremento de la carga horaria de Educación Física con el respaldo de la evidencia científica. No obstante, se precisa desarrollar la intervención durante un curso escolar, lo que permita, de esta forma, examinar los efectos a largo plazo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Roman-Viñas B, Zazo F, Martínez-Martínez J, et al. Results From Spain's 2018 Report Card on Physical Activity for Children and Youth. *J Phys Act Heal* 2018;15:411-2.
2. Ruiz JR, Castro-Piñero J, Artero EG, et al. Predictive validity of health-related fitness in youth: A systematic review. *Br J Sports Med* 2009;43:909-23.
3. Eisenmann JC, Wickel EE, Welk GJ, et al. Relationship between adolescent fitness and fatness and cardiovascular disease risk factors in adulthood: The Aerobics Center Longitudinal Study (ACLS). *Am Heart J* 2005;149:46-53.
4. Sánchez-Cruz JJ, Jiménez-Moleón JJ, Fernández-Quesada F, et al. Prevalence of child and youth obesity in Spain in 2012. *Rev Española Cardiol* 2013;66:371-76.
5. Blair SN. Physical inactivity: the biggest public health problem of the 21st century. *Br J Sports Med* 2009;43:1-2.
6. Lear SA, Hu W, Rangarajan S, et al. The effect of physical activity on mortality and cardiovascular disease in 130 000 people from 17 high-income, middle-income, and low-income countries: the PURE study. *Lancet* 2017;390:2643-54.
7. Contreras O. Didáctica de la Educación Física. Un enfoque constructivista. Barcelona: INDE. 2009.
8. Aranceta-Bartrina J, Pérez-Rodrigo C. La obesidad infantil: una asignatura pendiente. *Rev Española Cardiol* 2018;71:888-91.
9. Viciana J, Mayorga-Vega D, Parra-Saldías M. Adolescents' physical activity levels on physical education and non-physical education days according to gender, age, and weight status. *Eur Phys Educ Rev* 2017;25:1-13.
10. Kahlmeier S, Wijnhoven TMA, Alpiger P, et al. National physical activity recommendations: systematic overview and analysis of the situation in European countries. *BMC Public Health* 2015;15:1-14.
11. Méndez D, Fernández-Río J, Méndez A, et al. Análisis de los currículos autonómicos LOMCE de Educación Física en Educación Primaria. *Retos* 2015;28:15-20.
12. Molina J, Garrido JC, Martínez-Martínez FD. Gestión del tiempo de práctica motriz en las sesiones de Educación Física en Educación Primaria. *Rev Iberoam Psicol del Ejerc y el Deport* 2017;12:129-38.

13. Contreras O, Prieto-Ayuso A, León MP, et al. El peso de la educación física en el horario escolar. *Didacticae* 2017;3:91-101.
14. Chen W, Hammond-Bennett A, Hynar A, et al. Health-related physical fitness and physical activity in elementary school students. *BMC Public Health* 2018;18:1-12.
15. Gálvez A, Rodríguez PL, Rosa A, et al. Nivel de condición física y su relación con el estatus de peso corporal en escolares. *Nutr. Hosp* 2015;31:393-400.
16. Arriscado D, Muros JJ, Zabala M, et al. Hábitos de práctica física en escolares: factores influyentes y relaciones con la condición física. *Nutr Hosp* 2015;31:1232-9.
17. Ardoy DN, Fernández-Rodríguez JM, Ruiz JR, et al. Mejora de la condición física en adolescentes a través de un programa de intervención educativa: Estudio EDUFIT. *Rev Esp Cardiol* 2011;64:484-91.
18. Cao M, Quan M, Zhuang J. Effect of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on cardiorespiratory fitness in children and adolescents: A meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health* 2019;16:1-13.
19. Baquet G, Berthoin S, Dupont G, et al. Effects of high intensity intermittent training on peak VO₂ in prepuberty children. *Int J Sports Med* 2002;23:439-44.
20. Baquet G, Guinhouya C, Dupont G, et al. Effects of a short-term interval training program on physical fitness in prepubertal children. *J Strength Conditioning Res* 2004;18:708-13.
21. Reloba S, Chiroso LJ, Martín I, et al. An After-School, high-intensity, interval physical activity programme improves health-related fitness in children. *Motriz Rev Educ Fis* 2016;2:359-67.
22. Camacho-Cardenosa A, Brazo-Sayavera J, Camacho-Cardenosa M, et al. Effects of High Intensity Interval Training on fat mass parameters in adolescents. *Rev Esp Salud Pública* 2016;90:1-9.
23. Lambrick D, Kaufmann S, Stoner L, et al. The effectiveness of a high-intensity games intervention on improving indices of health in young children. *J Sports Sci* 2016;34:190-8.
24. Costigan SA, Eather N, Plotnikoff R, et al. Preliminary efficacy and feasibility of embedding high intensity interval training into the school day: a pilot randomized controlled trial. *Prev Med Reports* 2015;2:973-9.
25. Logan GRM, Harris N, Duncan S, et al. A Review of Adolescent High-Intensity Interval Training. *Sport Med* 2014;44:1071-85.
26. Bond B, Weston K, Williams C, et al. Perspectives on high-intensity interval exercise for health promotion in children and adolescents. *J Sport Med* 2017;8:243-65.
27. Ruiz JR, España-Romero V, Castro-Piñero J, et al. The ALPHA Health-Related Fitness Test Battery for Children and Adolescents. *Nutr Hosp* 2011;26:1199-200.
28. Tompuri T, Lakka TA, Hakulinen M, et al. Assessment of body composition by dual-energy X-ray absorptiometry, bioimpedance analysis and anthropometrics in children: the Physical Activity Nutrition in Children study. *Clin Physiol Funct Imaging* 2015;35:21-33.
29. Cole TJ, Lobstein T. Extended international (IOTF) body mass index cut-offs for thinness, overweight and obesity. *Pediatr Obes* 2012;7:284-94.
30. Manchola-González J, Bagur-Calafat C, Girabent-Farrés M. Fiabilidad de la versión española del cuestionario de actividad física PAQ-C. *Rev Int Med y Ciencias la Act. Física y el Deport* 2017;17:139-52.
31. Van den Berg V, Sliasi E, de Groot RHM, et al. Physical Activity in the School Setting: Cognitive Performance Is Not Affected by Three Different Types of Acute Exercise. *Front Psychol* 2016;7:1-9.
32. Towson C, Cobley S, Parkin G, et al. When does the influence of maturation on anthropometric and physical fitness characteristics increase and subside? *Scand J Med Sci Sport* 2018;28:1946-55.
33. Lloyd RS, Faigenbaum AD, Stone MH, et al. Position statement on youth resistance training: The 2014 International Consensus. *Br J Sports Med* 2014;48:498-505.
34. Comité Nacional de Medicina del Deporte Infantojuvenil. Entrenamiento de la fuerza en niños y adolescentes: beneficios, riesgos y recomendaciones. *Arch Argent Pediatr* 2018;116:S82-S91.
35. Ríos Y, Navarro R, Arufe V, et al. Evaluación de un programa de actividad física mediante juegos populares en escolares de Educación Primaria. *Retos* 2018;34:108-13.
36. Costigan SA, Eather N, Plotnikoff RC, et al. High-intensity interval training for improving health-related fitness in adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2015;49:1253-61.
37. Ringdal K, Ringdal GI, Olsen HK, et al. Quality of life in primary school children: The Health Oriented Pedagogical Project (HOPP). *Scand J Public Health* 2018;46:68-73.
38. Michalsky MP, Inge TH, Simmons M, et al. Cardiovascular risk factors in severely obese adolescents the teen longitudinal assessment of bariatric surgery (Teen-LABS) study. *JAMA Pediatr* 2015;169:438-44.
39. Weston KL, Azevedo LB, Bock S, et al. Effect of Novel, School-Based High-Intensity Interval Training (HIT) on Cardiometabolic Health in Adolescents: Project FFAB (Fun Fast Activity Blasts) - An Exploratory Controlled Before-And-After Trial. *PLoS One* 2016;11:1-18.
40. Delgado-Floody P, Espinoza-Silva M, García-Pinillos F, et al. Effects of 28 weeks of high-intensity interval training during physical education classes on cardiometabolic risk factors in Chilean schoolchildren: a pilot trial. *Eur J Pediatr* 2018;177:1019-27.