

Artículo original

Mejora de la condición física en adolescentes a través de un programa de intervención educativa: Estudio EDUFIT

Daniel N. Ardoy^{a,b,*}, Juan M. Fernández-Rodríguez^c, Jonatan R. Ruiz^{d,e}, Palma Chillón^e, Vanesa España-Romero^{b,f}, Manuel J. Castillo^b y Francisco B. Ortega^{b,d}

^a Departamento de Educación Física, IES J. Martínez Ruiz Azorín, Yecla, Murcia, Consejería de Educación, Formación y Empleo, Murcia, España

^b Departamento de Fisiología Médica, Facultad de Medicina, Universidad de Granada, Granada, España

^c IES Vega del Argos, Cehegín, Murcia, Consejería de Educación, Formación y Empleo, Murcia, España

^d Unit for Preventive Nutrition, Department of Biosciences and Nutrition, Karolinska Institutet, Huddinge, Estocolmo, Suecia

^e Departamento de Educación Física y Deportiva, Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, Universidad de Granada, Granada, España

^f Department of Exercise Science, University of South Carolina, Columbia, South Carolina, Estados Unidos

Historia del artículo:

Recibido el 29 de octubre de 2010

Aceptado el 1 de febrero de 2011

On-line el 18 de mayo de 2011

Palabras clave:

Adolescentes
Condición física
Educación
Salud

RESUMEN

Introducción y objetivos: El nivel de condición física es un indicador del estado de salud cardiovascular en adolescentes. El objetivo de este estudio es analizar los efectos de un programa de intervención basado en aumentar volumen e intensidad en las clases de educación física (EF) sobre la condición física de los adolescentes.

Métodos: Participaron 67 adolescentes pertenecientes a tres clases de un centro educativo (12-14 años), asignadas de forma aleatoria como grupo control, grupo experimental 1 (GE1) y grupo experimental 2 (GE2). La intervención duró 16 semanas, en las que el grupo control reprodujo la carga lectiva de EF habitual (2 sesiones/semana), el GE1 duplicó esta dosis (4 sesiones/semana) y el GE2 incrementó el volumen y, además, la intensidad de las sesiones. Al inicio y tras la intervención, se valoró la capacidad aeróbica, fuerza muscular, velocidad-agilidad y flexibilidad, mediante tests de campo previamente validados.

Resultados: Duplicar la carga lectiva de EF aumentó significativamente la capacidad aeróbica y la flexibilidad ($p = 0,008$ y $p = 0,04$). El incremento adicional de la intensidad se asoció con mejoras en la velocidad-agilidad ($p < 0,001$). Las tasas de mejora en consumo máximo de oxígeno en GE1 y GE2 fueron de +3 y +5 ml/kg/min, respectivamente. No se observaron diferencias en la fuerza muscular.

Conclusiones: Los resultados señalan que duplicar la carga lectiva de EF es estímulo suficiente para mejorar la condición física y, concretamente, la capacidad aeróbica, componente que ha mostrado una relación muy estrecha con la salud cardiovascular en niños y adolescentes. Estudios con mayor tamaño muestral deben confirmar o contrastar estos resultados.

© 2011 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

Improving Physical Fitness in Adolescents Through a School-Based Intervention: the EDUFIT Study

ABSTRACT

Introduction and objectives: Physical fitness level is a marker of cardiovascular health in young people. The aim of this study was to analyze the effects of a school-based intervention program, focused on increasing the volume and intensity of physical education (PE) sessions, on adolescents' physical fitness.

Methods: Sixty-seven adolescents (12-14 years old) from three secondary school classes participated in a 16-week intervention. The classes were randomly allocated to the control group, experimental group 1 (EG1) or experimental group 2 (EG2). The control group received standard PE (2 sessions/week), the EG1 received 4 standard PE sessions/week and the EG2 received four high-intensity PE sessions/week. Aerobic fitness, muscle strength, speed-agility and flexibility were assessed using previously validated field-based tests before and after the intervention.

Results: Doubling the number of PE sessions/week resulted in improvements in aerobic fitness and flexibility ($P = .008$ and $P = .04$, respectively). Further increases in the intensity of the sessions were related to improvements in speed-agility ($P < .001$). The maximal oxygen consumption increased by 3 and 5 mL/kg/min in the EG1 and EG2, respectively. No differences were observed for muscle strength.

Keywords:
Adolescents
Physical fitness
Education
Health

* Autor para correspondencia: Instituto de Enseñanza Secundaria J. Martínez Ruiz Azorín, Camino Real, 3. 30510 Yecla, Murcia, España.

Correo electrónico: daniel.navarro@murciaeduca.es (D.N. Ardoy).

Conclusions: The results suggest that doubling the frequency of PE sessions is a sufficient stimulus to improve physical fitness, particularly aerobic fitness, which has been shown to be a powerful indicator of cardiovascular health in children and adolescents. Future studies involving larger sample sizes should confirm or refute these findings.

Full English text available from: www.revespcardiol.org

© 2011 Sociedad Española de Cardiología. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Abreviaturas

AVENA: Alimentación y Valoración del Estado Nutricional de los Adolescentes

EDUFIT: educación para el *fitness*

EF: educación física

GC: grupo control

GE: grupo experimental

HELENA: *Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence*

VO_{2máx}: consumo máximo de oxígeno

INTRODUCCIÓN

La condición física constituye una medida integrada de todas las funciones y estructuras que intervienen en la realización de actividad física y/o ejercicio. Estas funciones son la musculoesquelética, cardiorrespiratoria, hematocirculatoria, endocrinometabólica y psiconeurológica. Estudios recientes han puesto de manifiesto que la condición física es un importante predictor de morbilidad y mortalidad en adultos^{1,2} y un potente indicador del estado de salud en niños y adolescentes, y está estrechamente relacionado con la obesidad, un problema de primer orden en la mayoría de las sociedades desarrolladas^{3,4}.

Otras investigaciones informan de un importante descenso de los niveles de condición física en personas jóvenes⁵. Datos propios procedentes del estudio AVENA (Alimentación y Valoración del Estado Nutricional de los Adolescentes) ponen de manifiesto que la población adolescente española posee una condición física excesivamente baja en comparación con adolescentes de otros países⁶. Todo ello indica la necesidad de fomentar programas de intervención centrados de manera específica en la mejora de la condición física de los adolescentes como medida de promoción de la salud general y cardiovascular en particular.

Los estudios de intervención para mejorar la condición física en niños y adolescentes se han centrado principalmente en la capacidad aeróbica^{7,8}. Sin embargo, la evidencia actual indica la importancia de potenciar también otros componentes de la condición física, tales como fuerza, flexibilidad y velocidad-agilidad^{3,4,9}. La mayor parte de los estudios han analizado el efecto de incrementar el número de sesiones semanales (efecto volumen)^{10–15} y pocos, el efecto de la intensidad^{16–18}. No hemos encontrado, sin embargo, estudios que analicen de forma conjunta e independiente el efecto «volumen» y el efecto «intensidad», lo cual contribuiría a comprender mejor cuáles son los elementos necesarios para la mejora de la condición física.

El presente estudio pretende examinar el efecto en la condición física y la composición corporal de: a) duplicar el número de sesiones de educación física (EF) por semana; b) duplicar el número de sesiones de EF por semana más incrementar su intensidad, y c) incrementar la intensidad de las sesiones manteniendo su frecuencia semanal.

MÉTODOS

Participantes y diseño

Una descripción detallada del diseño y la metodología del estudio se ha publicado previamente¹⁹. Las evaluaciones preintervención y postintervención se realizaron en 2007 por investigadores expertos con previa participación en proyectos nacionales y europeos^{6,20–22}. La intervención fue realizada por el docente de EF del centro participante —un instituto de enseñanza secundaria público, Murcia (España)—. El nivel socioeconómico de las familias participantes era medio en su mayoría. Un total de 67 adolescentes (de 70 invitados), 43 niños y 24 niñas (12–14 años y Tanner II–V), pertenecientes a tres clases diferentes, aceptaron participar en el presente estudio (tasa de participación del 96%). Dos adolescentes rehusaron participar por enfermedad leve durante el pretest y un tercero rechazó someterse a diversas mediciones. Los grupos de estudio, asignados aleatoriamente como grupo control (GC), grupo experimental 1 (GE1) o grupo experimental 2 (GE2), fueron las propias clases establecidas previamente por el centro. Este tipo de diseño es conocido en inglés como *group-randomised controlled trial*. La figura 1 muestra el diagrama de flujo del estudio. El 84% completó todas las evaluaciones preintervención y postintervención, y asistió al programa en dos tercios o más de las sesiones. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de Investigación Humana de la Universidad de Granada y registrado en clinicaltrials.org (NCT01098968). Se requirieron firma y consentimiento informado por parte de los padres o tutores legales para participar en el estudio.

Intervención

La descripción detallada de la intervención ha sido publicada previamente¹⁹. Brevemente, el GC (n = 18) recibió las 2 sesiones de EF por semana (55 min/sesión) que establece la normativa vigente en España. El GE1 (n = 26) duplicó la carga lectiva que viene determinada por la asignatura (4 sesiones por semana de 55 min/sesión). El GE2 (n = 24) recibió también 4 sesiones de EF por semana, haciendo especial hincapié en el incremento de la intensidad de las sesiones (4 × 55 min/sesión + intensidad). Por cuestiones prácticas y de viabilidad, las sesiones extraordinarias se realizaron en horario vespertino, en las mismas condiciones e instalaciones que las sesiones naturales (en horario matinal). Las sesiones se desarrollaron atendiendo al currículo establecido, con aprobación del centro educativo y los padres. Tras la intervención de 16 semanas, los participantes completaron un cuestionario para la evaluación del programa y se les preguntó si les gustaría que continuara en el futuro.

Evaluación de la condición física (variables resultado primarias)

La condición física se evaluó mediante tests de campo que han mostrado ser válidos y fiables en población adolescente^{21,23–25} y han sido previamente utilizados en estudios nacionales e internacionales^{6,22}. La descripción detallada de los protocolos de

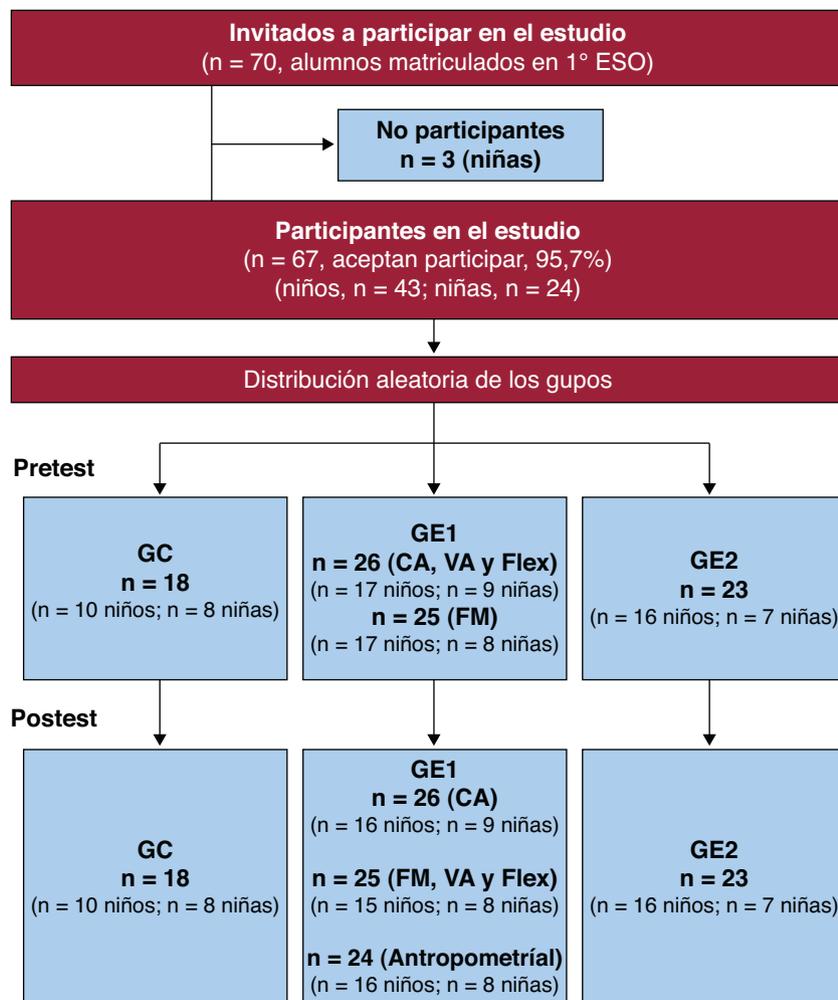


Figura 1. Diagrama de flujo de los participantes incluidos en el estudio y seguimiento. CA: capacidad aeróbica; Flex: flexibilidad; FM: fuerza muscular; GC: grupo control; GE: grupo experimental; VA: velocidad-agilidad.

evaluación se ha publicado previamente^{6,22}. La capacidad aeróbica se evaluó mediante el test de Course-Navette, un test de campo indirecto-incremental-máximo de ida y vuelta de 20 m; se expresó en base al último estadio o medio estadio completado, y se calculó el consumo máximo de oxígeno ($VO_{2m\acute{a}x}$) mediante las ecuaciones propuestas por Leger et al²⁶. La fuerza muscular se evaluó mediante el test de salto de longitud con pies juntos (cm), que ha mostrado ser un buen indicador de la fuerza general en niños y adolescentes. La velocidad-agilidad se evaluó mediante el test de carrera de ida y vuelta 4×10 m (s). La flexibilidad se evaluó mediante el test de flexión de tronco hacia adelante en posición sentado con una pierna flexionada y la otra estirada o *back-saver sit and reach test* (cm). Todos los tests se repitieron dos veces, y se registró el mejor resultado, excepto en el test de Course Navette, que solo se realizó una vez.

Valoración antropométrica (variables resultado secundarias)

El protocolo de valoración antropométrica llevado a cabo fue el utilizado por el estudio HELENA (*Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence*)²⁷. La descripción de las mediciones realizadas, material y análisis de fiabilidad de la medida en población adolescente se ha publicado previamente²⁸. Los parámetros evaluados fueron: peso, estatura, pliegues cutáneos (bíceps, tríceps braquial, subescapular, suprailíaco, muslo y tríceps

sural) y perímetros corporales (brazo relajado y contraído, cintura, cadera y muslo superior). A partir de estas medidas, se estimaron diversos índices de la composición corporal (tabla 1). El estado de maduración sexual fue autoestimado por los adolescentes mediante los estadios de Tanner²⁹, bajo la supervisión de evaluadores entrenados, tal y como se hizo en el estudio nacional multicéntrico AVENA⁶.

Variabes de confusión controladas

Se evaluó la práctica de actividad física regular y continua en horario extraescolar, y los comportamientos sedentarios antes y después de la intervención mediante los cuestionarios usados en el estudio AVENA. La intensidad de las sesiones se controló registrando la frecuencia cardiaca de varios adolescentes escogidos al azar ($n = 38$), durante 15 sesiones escogidas también de forma aleatoria, utilizando para ello pulsómetros Polar 610 (Polar Vantage XL, Kempele, Finlandia).

Análisis estadístico

Los efectos del programa en la condición física y composición corporal se estudiaron mediante análisis de la covarianza (ANCOVA) de un factor, incluyendo grupo como factor fijo, cambio preintervención y postintervención como variable dependiente, y

Tabla 1

Características iniciales de los participantes

	Participantes (n = 67)	GC (n = 18)	GE1 (n = 26)	GE2 (n = 23)	p
Niñas, %	35,8	44,4	34,6	30,4	
Edad (años)	13 ± 0,7	13,8 ± 0,5	12,9 ± 0,6	12,7 ± 0,5	0,001
Tanner, %					0,21
Estadio I	0	0	0	0	
Estadio II	16,4	0	23,1	21,7	
Estadio III	23,9	33,3	19,2	21,7	
Estadio IV	47,8	44,4	53,8	43,5	
Estadio V	11,9	22,2	3,8	13	
Peso (kg)	54,8 ± 14,1	59,3 ± 15,9	54,6 ± 15,9	51,6 ± 9,1	0,22
Estatura (cm)	156,5 ± 7,2	157,5 ± 5,8	156,4 ± 8,4	156 ± 7	0,8
Índice de masa corporal	22,3 ± 5,1	23,8 ± 6	22,2 ± 5,7	21,1 ± 3	0,24
Sumatorio 6 pliegues (mm)	110,8 ± 48,5	119,9 ± 48,2	106,9 ± 55,4	108,1 ± 41	0,65
Porcentaje grasa (%)	27 ± 11,3	29,8 ± 11,4	26 ± 12,2	26,1 ± 10,1	0,49
Índice de masa grasa	6,5 ± 4,2	7,7 ± 5	6,4 ± 4,6	5,8 ± 2,9	0,36
Perímetro de cintura (cm)	71,4 ± 12,7	73,5 ± 10,9	70,3 ± 17,3	71 ± 6,8	0,71
Ratio cintura/estatura	0,5 ± 0,1	0,5 ± 0,1	0,5 ± 0,1	0,5 ± 0	0,83
Masa libre de grasa (kg)	38,8 ± 5,7	40,2 ± 6,4	38,9 ± 6,1	37,5 ± 4,6	0,32
Índice de masa libre de grasa	15,8 ± 1,5	16,2 ± 1,9	15,8 ± 1,5	15,4 ± 1,1	0,26

GC: grupo control (2 sesiones/semana de educación física); GE1: grupo experimental 1 (4 sesiones/semana educación física); GE2: grupo experimental 2 (4 sesiones/semana educación física + alta intensidad).

Los valores representan media ± desviación típica, a menos que se indique lo contrario.

Análisis de la varianza de un factor (grupo). Las diferencias en estadio madurativo entre los grupos fueron analizadas usando la prueba de la χ^2 .

sexo, desarrollo madurativo (Tanner), valores preintervención de la variable estudiada y tasa de asistencia como covariables. Se realizaron comparaciones por pares (*post-hoc*) con corrección de Bonferroni. Se estimó el tamaño del efecto utilizando la *d*-Cohen con corrección de Hedges para tamaños de muestra pequeños³⁰. El tamaño del efecto se considera pequeño cuando es $\sim 0,2$, medio si es $\sim 0,5$ y grande si es $\sim 0,8$ o mayor. Debido al bajo número de valores perdidos (de 0 a 2 dependiendo de la variable estudiada), los análisis se llevaron a cabo incluyendo a los sujetos que completaron ambos registros, pretest y posttest, sin que fuera necesario emplear métodos de imputación. El análisis primario se hizo por «intención de tratar». Adicionalmente se observó si había diferencias entre los grupos de estudio en la actividad física extraescolar o sedentarismo al inicio y al final del programa, utilizando el test de la χ^2 y el de Kruskal-Wallis, respectivamente. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el paquete estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS, v. 17.0 para Windows) y el nivel de significación se fijó en 0,05.

RESULTADOS

Las características iniciales de los adolescentes estudiados se muestran en la *tabla 1*. Las *tablas 2-5* muestran el efecto de la intervención en los diferentes componentes de la condición física, tras ajustar por sexo, desarrollo madurativo, niveles iniciales de la variable de condición física estudiada y asistencia a las sesiones del programa. Las comparaciones entre GC y GE mostraron que el incremento del volumen de EF tuvo un efecto positivo en la capacidad aeróbica (expresada como estadios/ $VO_{2m\acute{a}x}$) y la flexibilidad ($p = 0,008/0,005$ y $p = 0,04$, respectivamente), mientras que el incremento de volumen + intensidad tuvo un efecto mayor de mejora en estas variables ($p < 0,001/ < 0,001$ y $p = 0,002$) y además se mejoró de forma significativa la velocidad-agilidad ($p < 0,001$). La intervención no tuvo efecto en la fuerza (*tabla 3*). El tamaño del efecto observado para las variables estudiadas que

fueron afectadas significativamente fue grande o muy grande (intervalo, 0,7-1,7). Las mejoras más importantes se observaron en capacidad aeróbica, independientemente de que se expresara como estadios (entre +1 y +2, GE frente a GC) o como $VO_{2m\acute{a}x}$ estimado (entre +3 y +5 ml/kg/min, GE frente a GC). Las mejoras para la velocidad-agilidad y flexibilidad fueron similares, pero más moderadas que para la capacidad aeróbica. Las comparaciones entre GE1 y GE2 mostraron que para un volumen de EF dado (4 sesiones/semana), el incremento de la intensidad produce una mejora adicional en la capacidad aeróbica, aunque sin alcanzar el límite de la significación (estadio/ $VO_{2m\acute{a}x}$, $p = 0,07/0,08$; tamaño del efecto = 0,7/0,6). No hubo diferencias entre GE1 y GE2 en el resto de los componentes de la condición física ($p = 0,4$).

La intervención no produjo cambios significativos en las variables antropométricas y de composición corporal estudiadas: peso, estatura, índice de masa corporal, sumatorio de 6 pliegues, porcentaje grasa, índice de masa grasa, perímetro de cintura, *ratio* cintura/estatura, masa libre de grasa, índice de masa libre de grasa (resultados no mostrados). El 100% de los alumnos pertenecientes a ambos GE afirmaron que les gustaría continuar en el programa el siguiente curso escolar.

Análisis adicionales (resultados no mostrados)

Puesto que la edad difirió entre los grupos al inicio del estudio (*tabla 1*), se repitieron los análisis ajustando por edad en lugar de por el estado de maduración sexual, y los resultados no variaron. El ajuste adicional por todas las variables antropométricas estudiadas no alteró los resultados. Se repitieron también los análisis excluyendo a los alumnos con menor tasa de asistencia (menos de dos tercios de las sesiones, $n = 11$) y los resultados no variaron. No se observaron diferencias significativas entre los grupos de estudio en cuanto a práctica de actividad físico-deportiva extraescolar o tiempo empleado en actividades sedentarias (televisión, videojuegos y tareas escolares) al inicio o al final del estudio

Tabla 2
Efectos de la intervención en la capacidad aeróbica de los adolescentes

	Pre	Post	Diferencia (Post-Pre)	Comparaciones por pares		
<i>Course Navette, estadios</i>						
GC (n = 18)	4 ± 1,9	4,2 ± 2,1	0,1 ± 1,1	GE1 frente a GC (efecto volumen)	GE2 frente a GC (efecto volumen + intensidad)	GE2 frente a GE1 (efecto intensidad)
GE1 (n = 25)	3,3 ± 1,9	4,5 ± 1,9	1,2 ± 1,1			
GE2 (n = 23)	4,2 ± 1,8	6,1 ± 2,1	1,9 ± 1,1			
Diferencia (grupos)				1,1	1,8	0,7
p (grupos)			< 0,001	0,008	< 0,001	0,07
Tamaño del efecto ^a				1	1,68	0,67
<i>Consumo máximo de oxígeno, VO_{2máx} (ml/kg/min)</i>						
GC (n = 18)	39,8 ± 5,2	40,3 ± 5,7	0 ± 2,9	GE1 frente a GC (efecto volumen)	GE2 frente a GC (efecto volumen + intensidad)	GE2 frente a GE1 (efecto intensidad)
GE1 (n = 25)	39,5 ± 4,6	42,6 ± 4,6	3,1 ± 2,9			
GE2 (n = 23)	42,2 ± 5	47,1 ± 5,7	5 ± 2,8			
Diferencia (grupos)				3,1	5	1,9
p (grupos)			< 0,001	0,005	< 0,001	0,08
Tamaño del efecto ^a				1,04	1,69	0,64

GC: grupo control (2 sesiones/semana de educación física); GE1: grupo experimental 1 (4 sesiones/semana educación física); GE2: grupo experimental 2 (4 sesiones/semana educación física + alta intensidad).

^a Diferencia estandarizada o tamaño del efecto (con corrección d-Hedges) = (diferencia media GE1 – diferencia media GC) / desviación típica de las diferencias combinada. Mismo cálculo para GE2 frente a GC, y para GE2 y GE1.

Los valores mostrados son medias ± desviación típica, a menos que se indique lo contrario.

Análisis de la covarianza (ANCOVA) de un factor (variable dependiente = diferencias post-pre, factor fijo = grupo) con ajuste por Bonferroni. Los valores descriptivos para las diferencias y valores de p están ajustados por sexo, desarrollo madurativo, capacidad aeróbica preintervención y asistencia.

Tabla 3
Efectos de la intervención en la fuerza muscular de los adolescentes

	Pre	Post	Diferencia (Post-Pre)	Comparaciones por pares		
<i>Salto horizontal, cm</i>						
GC (n = 18)	142,2 ± 23	151,1 ± 19,9	10,1 ± 10	GE1 frente a GC (efecto volumen)	GE2 frente a GC (efecto volumen + intensidad)	GE2 frente a GE1 (efecto intensidad)
GE1 (n = 23)	140 ± 26,4	148,6 ± 29	6,3 ± 10,2			
GE2 (n = 23)	138,3 ± 22,7	145,7 ± 23,3	7,1 ± 9,5			
Diferencia (grupos)				-3,8	-3	0,8
p (grupos)			0,48	0,73	1	1
Tamaño del efecto ^a				0,37	0,31	0,08

GC: grupo control (2 sesiones/semana de educación física); GE1: grupo experimental 1 (4 sesiones/semana educación física); GE2: grupo experimental 2 (4 sesiones/semana educación física + alta intensidad).

^a Diferencia estandarizada o tamaño del efecto (con corrección d-Hedges) = (diferencia media GE1 – diferencia media GC) / desviación típica de las diferencias combinada. Mismo cálculo para GE2 frente a GC, y para GE2 y GE1.

Los valores mostrados son medias ± desviación típica, a menos que se indique lo contrario.

Análisis de la covarianza (ANCOVA) de un factor (variable dependiente = diferencias post-pre, factor fijo = grupo) con ajuste por Bonferroni. Los valores descriptivos para las diferencias y valores de p están ajustados por sexo, desarrollo madurativo, fuerza preintervención y asistencia.

($p > 0,05$). La frecuencia cardiaca promedio y máxima fue significativamente superior en el GE2 frente al GC y GE1 en las sesiones analizadas ($p < 0,001$), y no se observaron diferencias entre GC y GE1 ($p > 0,05$).

DISCUSIÓN

Los resultados observados en el presente estudio señalan que incrementar (duplicar) la carga lectiva de EF en los centros escolares conlleva un aumento de la capacidad aeróbica y la flexibilidad. Si además se acompaña de un incremento en la intensidad de las sesiones, la mejora de estos componentes es mayor y se observan también mejoras en la velocidad-agilidad. Por otro lado, el programa de intervención no tuvo mejoras sobre la fuerza muscular y la composición corporal.

La mayoría de los programas de intervención en contexto escolar se han centrado en la capacidad aeróbica, con resultados similares a los nuestros^{10,11,15,18,31}. Walther et al¹⁵, tras un programa de intervención de un año basado en implantar clases de EF diarias, frente a las dos sesiones habituales, observaron una mejora de 3,7 ml/kg/min en VO_{2máx}, pero no encontraron mejoras significativas en la coordinación y el equilibrio. Otro estudio basado en la inclusión de 60 min de actividad física escolar diaria durante 2 años, frente a las dos sesiones habituales de EF/semana de 45 min, obtuvo resultados similares a los nuestros, con una tasa de mejora en VO_{2máx} de 3,6 ml/kg/min¹¹. Otros estudios basados en el incremento de sesiones de EF encontraron mejoras significativas en VO_{2máx} estimado mediante test de Course Navette^{10,32} o mediante otros tests^{11,31,33}. Igualmente, en otro estudio de intervención basado en el incremento de sesiones de EF (de 2 a 4 sesiones por semana) realizado durante 3 años en

Tabla 4
Efectos de la intervención en la velocidad-agilidad de los adolescentes

	Pre	Post	Diferencia (Post-Pre)	Comparaciones por pares		
<i>4 × 10 m carrera de ida y vuelta, s^a</i>						
GC (n = 18)	12,7 ± 1	12,4 ± 1	-0,4 ± 0,4	GE1 frente a GC (efecto volumen)	GE2 frente a GC (efecto volumen + intensidad)	GE2 frente a GE1 (efecto intensidad)
GE1 (n = 23)	13,1 ± 1,2	12,4 ± 1,2	-0,7 ± 0,4			
GE2 (n = 23)	12,8 ± 0,8	12 ± 0,8	-0,8 ± 0,4			
Diferencia (grupos)				-0,3	-0,4	-0,1
p (grupos)			0,002	0,09	0,001	0,39
Tamaño del efecto ^b				0,71	1,17	0,45

GC: grupo control (2 sesiones/semana de educación física); GE1: grupo experimental 1 (4 sesiones/semana educación física); GE2: grupo experimental 2 (4 sesiones/semana educación física + alta intensidad).

^a Puntuaciones menores (s) indican mayor rendimiento en el test.

^b Diferencia estandarizada o tamaño del efecto (con corrección d-Hedges) = (diferencia media GE1 - diferencia media GC) / desviación típica de las diferencias combinada. Mismo cálculo para GE2 frente a GC, y para GE2 y GE1.

Los valores mostrados son medias ± desviación típica, a menos que se indique lo contrario.

Análisis de la covarianza (ANCOVA) de un factor (variable dependiente = diferencias post-pre, factor fijo = grupo) con ajuste por Bonferroni. Los valores descriptivos para las diferencias y valores de p están ajustados por sexo, desarrollo madurativo, velocidad-agilidad preintervención y asistencia.

Tabla 5
Efectos de la intervención en la flexibilidad de los adolescentes

	Pre	Post	Diferencia (Post-Pre)	Comparaciones por pares		
<i>Flexión de tronco hacia adelante, cm (Back-saver sit and reach)</i>						
GC (n = 18)	19,8 ± 9,1	18,9 ± 8,3	-0,7 ± 3,3	GE1 frente a GC (efecto volumen)	GE2 frente a GC (efecto volumen + intensidad)	GE2 frente a GE1 (efecto intensidad)
GE1 (n = 23)	15,9 ± 8,4	18,1 ± 6,1	2 ± 3,2			
GE2 (n = 23)	16 ± 6,4	19,2 ± 6,9	3 ± 3,1			
Diferencia (grupos)				2,7	3,7	1
p (grupos)			0,002	0,04	0,002	0,75
Tamaño del efecto ^a				0,82	1,16	0,33

GC: grupo control (2 sesiones/semana de educación física); GE1: grupo experimental 1 (4 sesiones/semana educación física); GE2: grupo experimental 2 (4 sesiones/semana educación física + alta intensidad).

^a Diferencia estandarizada o tamaño del efecto (con corrección d-Hedges) = (diferencia media GE1 - diferencia media GC) / desviación típica de las diferencias combinada.

Mismo cálculo para GE2 frente a GC, y para GE2 y GE1.

Los valores mostrados son medias ± desviación típica, a menos que se indique lo contrario.

Análisis de la covarianza (ANCOVA) de un factor (variable dependiente = diferencias post-pre, factor fijo = grupo) con ajuste por Bonferroni. Los valores descriptivos para las diferencias y valores de p están ajustados por sexo, desarrollo madurativo, flexibilidad preintervención y asistencia.

Suecia¹², también se observaron mejoras significativas en la capacidad aeróbica, estimada mediante el test de carrera durante 6 min. Por el contrario, Peralta et al¹³, tras aplicar un programa de intervención durante 6 meses, no observaron diferencias significativas en la capacidad aeróbica.

Pocos estudios se han centrado en el efecto específico de incrementar la intensidad de las clases de EF (para un volumen o número de clases/semana dados) sobre la condición física. En este contexto, Baquet et al¹⁶ compararon dos grupos, de los cuales uno de ellos recibió tres clases habituales de EF/semana y el otro, dos clases habituales de EF/semana más una clase de alta intensidad (periodos cortos, 10 s, al 100-120% de la velocidad aeróbica máxima). Los autores observaron una mejora significativa de la capacidad aeróbica.

Entre los estudios que han analizado la fuerza muscular, encontramos resultados contradictorios. En un estudio centrado en el incremento de dos a cuatro sesiones de EF durante 3 años, no se encontraron diferencias entre GC y GE¹². Por otro lado, en un estudio centrado en el incremento de actividad física durante los recreos y tiempos «muertos» entre clases (programa ABC)³⁴, sí se obtuvieron incrementos significativos en fuerza abdominal y tren superior. Baquet et al¹⁶ también obtuvieron diferencias significativas en la fuerza a favor del grupo que aumentó la intensidad de las sesiones de EF, pero solo en la fuerza del tren inferior, y no encontraron diferencias entre grupos en fuerza abdominal. En

ambos estudios mencionados^{16,34}, se evaluó también el efecto del programa en la flexibilidad, sin encontrar cambios significativos. Por el contrario, en un estudio realizado en niños chilenos, basado en implementar recreos activos y 90 min adicionales por semana de actividad física, sí se obtuvieron mejoras significativas en la flexibilidad lumbar³², en línea con nuestros resultados. Finalmente, tanto en un trabajo centrado en el incremento de la intensidad de las clases de EF¹⁶ como en otro centrado en el incremento del número de sesiones de EF/semana³³, se observaron efectos positivos en la velocidad, en consonancia con los resultados observados en nuestro estudio.

Una contribución importante de EDUFIT a los estudios previamente comentados es el análisis específico y combinado de volumen e intensidad y sus efectos en la condición física. Nuestros resultados señalan que para un mismo volumen de EF (4 sesiones/semana), el incremento de la intensidad, constatado por la mayor frecuencia cardiaca promedio y máxima en el GE2 comparado con el GE1, no tuvo un efecto significativo en la condición física.

Por otro lado, la composición corporal en este estudio no ha sido mejorada. Resultados similares a los nuestros encontramos en una reciente revisión centrada en el índice de masa corporal³⁵. Sin embargo, en otros estudios de intervención de mayor duración, mayor muestra o métodos de medición más precisos, el efecto de la intervención ha sido satisfactorio en composición

corporal^{8,10,14,15,18,32,34,36}. Por ejemplo, Yin et al¹⁴ no observaron diferencias en parámetros antropométricos, como índice de masa corporal y perímetro de cintura tras 1 año de intervención, pero sí en la cantidad de grasa corporal medida con DEXA (*Dual-Energy X-ray Absorciometry*), lo que indica la importancia de una medición precisa.

Limitaciones y fortalezas del estudio

La principal limitación del presente estudio es su reducido tamaño muestral. La potencia estadística estimada, inferior al 80%, afecta a los resultados no significativos. Es decir, no se puede afirmar con rotundidad que la intervención no es efectiva sobre la fuerza muscular o sobre la composición corporal. Estos resultados deben ser tratados con cautela a la espera de ser contrastados en estudios multicéntricos con mayor tamaño muestral. La baja potencia estadística no afecta, sin embargo, a los resultados significativos, por lo que se debe destacar el alto nivel de significación y el tamaño del efecto observados en la capacidad aeróbica, velocidad-agilidad y flexibilidad, aun contando con un bajo tamaño muestral. El presente tamaño muestral no nos permite, sin embargo, realizar análisis estratificados por sexo. Otra limitación es el hecho de que los diferentes grupos de estudio coexisten en un mismo centro de enseñanza, por lo que pudo haber riesgo de que se influyeran mutuamente. Sin embargo, este hecho a su vez tiene algunas ventajas, tales como un mayor control de contingencias externas al programa, de tipo pedagógico, material e instalaciones. La valoración de la actividad física se realizó mediante un cuestionario autoadministrado antes, durante y después de la intervención. Futuros estudios deberían utilizar métodos de medición objetivos, por ejemplo, acelerometría, lo que permitiría una valoración más precisa de la actividad física diaria.

Una fortaleza del estudio es la estandarización y validación de los tests de condición física empleados en población adolescente europea^{4,21,23-25}. La alta tasa de participación al programa (96%), asistencia a más de dos tercios de las sesiones en el 84% de la muestra, y el elevado grado de satisfacción de los alumnos tras su aplicación deben considerarse puntos fuertes del presente estudio. La incorporación de este tipo de programas al currículo resulta de especial dificultad, por cuestiones burocráticas y administrativas. Sin embargo, los resultados derivados de este tipo de intervenciones son potencialmente extrapolables a otros centros educativos.

CONCLUSIONES

Los resultados señalan que duplicar la carga lectiva de EF es estímulo suficiente para mejorar la condición física, especialmente la capacidad aeróbica, componente que ha mostrado una estrecha relación con la salud cardiovascular en niños y adolescentes. Los resultados del presente estudio, aunque preliminares, son prometedores.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los alumnos y padres por su participación voluntaria e incondicional en este estudio. Agradecemos también a los Dres. Gutiérrez, Artero y Jiménez-Pavón por sus participaciones en las mediciones y asesoramiento científico.

FINANCIACIÓN

El presente estudio tiene lugar gracias a recursos materiales y humanos procedentes de dos proyectos europeos financiados por

la Comisión Europea: el estudio HELENA (Contract FOOD-CT-2005-007034) y el estudio ALPHA (Ref: 2006120). También gracias al Grupo de Trabajo 0123/07 del Centro de Profesores y Recursos Murcia II de la Consejería de Educación, Formación y Empleo de la Región de Murcia. Algunos de los investigadores involucrados en este estudio están financiados por becas del Ministerio de Educación y Ciencia (EX-2008-0641; EX-2009-0899; JC 2009-00238), Swedish Council for Working Life and Social Research (FAS) y Swedish Heart-Lung Foundation (20090635).

CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno.

BIBLIOGRAFÍA

- Kodama S, Saito K, Tanaka S, Maki M, Yachi Y, Asumi M, et al. Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis. *JAMA*. 2009;301:2024-35.
- Ruiz JR, Sui X, Lobelo F, Morrow Jr JR, Jackson AV, Sjostrom M, et al. Association between muscular strength and mortality in men: prospective cohort study. *BMJ*. 2008;337:a439.
- Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Sjöström M. Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *Int J Obes (Lond)*. 2008;32:1-11.
- Ruiz JR, Castro-Pinero J, Artero EG, Ortega FB, Sjostrom M, Suni J, et al. Predictive validity of health-related fitness in youth: a systematic review. *Br J Sports Med*. 2009;43:909-23.
- Tomkinson GR, Olds TS. Secular changes in pediatric aerobic fitness test performance: the global picture. *Med Sport Sci*. 2007;50:46-66.
- Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Moreno LA, González-Gross M, Warnberg J, et al. Bajo nivel de forma física en los adolescentes españoles. Importancia para la salud cardiovascular futura (Estudio AVENA). *Rev Esp Cardiol*. 2005;58:898-909.
- Dobbins M, De Corby K, Robeson P, Husson H, Tirilis D. School-based physical activity programs for promoting physical activity and fitness in children and adolescents aged 6-18. *Cochrane Database Syst Rev*. 2009;CD007651.
- Janssen I, Leblanc AG. Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2010;7:40.
- García-Artero E, Ortega FB, Ruiz JR, Mesa JL, Delgado M, González-Gross M, et al. El perfil lipídico-metabólico en los adolescentes está más influido por la condición física que por la actividad física (estudio AVENA). *Rev Esp Cardiol*. 2007;60:581-8.
- Kriemler S, Zahner L, Schindler C, Meyer U, Hartmann T, Hebestreit H, et al. Effect of school based physical activity programme (KISS) on fitness and adiposity in primary schoolchildren: cluster randomised controlled trial. *BMJ*. 2010;340:c785.
- Resaland GK, Andersen LB, Mamen A, Anderssen SA. Effects of a 2-year school-based daily physical activity intervention on cardiorespiratory fitness: the Sogndal school-intervention study. *Scand J Med Sci Sports*. 2011;21:302-9.
- Sollerhed AC, Ejlertsson G. Physical benefits of expanded physical education in primary school: findings from a 3-year intervention study in Sweden. *Scand J Med Sci Sports*. 2008;18:102-7.
- Peralta LR, Jones RA, Okely AD. Promoting healthy lifestyles among adolescent boys: the Fitness Improvement and Lifestyle Awareness Program RCT. *Prev Med*. 2009;48:537-42.
- Yin Z, Moore JB, Johnson MH, Barbeau P, Cavnar M, Thornburg J, et al. The Medical College of Georgia Fitkid project: the relations between program attendance and changes in outcomes in year 1. *Int J Obes (Lond)*. 2005;29 Suppl 2:40-5.
- Walthers C, Gaede L, Adams V, Gelbrich G, Leichtle A, Erbs S, et al. Effect of increased exercise in school children on physical fitness and endothelial progenitor cells: a prospective randomized trial. *Circulation*. 2009;120:2251-9.
- Baquet G, Berthoin S, Gerbeaux M, Van Praagh E. High-intensity aerobic training during a 10 week one-hour physical education cycle: effects on physical fitness of adolescents aged 11 to 16. *Int J Sports Med*. 2001;22:295-300.
- Benson AC, Torode ME, Fiatarone Singh MA. The effect of high-intensity progressive resistance training on adiposity in children: a randomized controlled trial. *Int J Obes (Lond)*. 2008;32:1016-27.
- Gutin B, Yin Z, Johnson M, Barbeau P. Preliminary findings of the effect of a 3-year after-school physical activity intervention on fitness and body fat: the Medical College of Georgia Fitkid Project. *Int J Pediatr Obes*. 2008;3 Suppl 1:3-9.
- Ardoy DN, Fernández-Rodríguez JM, Chillon P, Artero EG, España-Romero V, Jiménez-Pavón D, et al. [Physical fitness enhancement through education, EDUFIT study: background, design, methodology and dropout analysis]. *Rev Esp Salud Publica*. 2010;84:151-68.

20. Moreno LA, Mesana MI, González-Gross M, Gil CM, Fleta J, Warnberg J, et al. Anthropometric body fat composition reference values in Spanish adolescents. The AVENA Study. *Eur J Clin Nutr.* 2006;60:191–6.
21. Ortega FB, Artero EG, Ruiz JR, Vicente-Rodríguez G, Bergman P, Hagstromer M, et al. Reliability of health-related physical fitness tests in European adolescents. The HELENA Study. *Int J Obes (Lond).* 2008;32 Suppl 5:49–57.
22. Ortega FB, Artero EG, Ruiz JR, España-Romero V, Jiménez-Pavón D, Vicente-Rodríguez G, et al. Physical fitness levels among European adolescents: the HELENA study. *Br J Sports Med.* 2011;45:20–9.
23. Artero EG, España-Romero V, Castro-Piñero J, Ortega FB, Suni J, Castillo-Garzón MJ, et al. Reliability of Field-Based Fitness Tests in Youth. *Int J Sports Med.* 2011;32:159–69.
24. Ruiz JR, Castro-Piñero J, España-Romero V, Artero EG, Ortega FB, Cuenca MM, et al. Field-based fitness assessment in young people: the ALPHA health-related fitness test battery for children and adolescents. *Br J Sports Med.* 2011;45:518–24.
25. Castro-Piñero J, Artero EG, España-Romero V, Ortega FB, Sjostrom M, Suni J, et al. Criterion-related validity of field-based fitness tests in youth: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2010;44:934–43.
26. Leger LA, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *J Sports Sci.* 1988;6:93–101.
27. Moreno LA, De Henauw S, Gonzalez-Gross M, Kersting M, Molnar D, Gottrand F, et al. Design and implementation of the Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence Cross-Sectional Study. *Int J Obes.* 2008;32:S4–11.
28. Nagy E, Vicente-Rodríguez G, Manios Y, Beghin L, Iliescu C, Censi L, et al. Harmonization process and reliability assessment of anthropometric measurements in a multicenter study in adolescents. *Int J Obes (Lond).* 2008;32 Suppl 5:58–65.
29. Tanner JM, Whitehouse RH. Clinical longitudinal standards for height, weight, height velocity, weight velocity, and stages of puberty. *Arch Dis Child.* 1976;51:170–9.
30. Nakagawa S, Cuthill IC. Effect size, confidence interval and statistical significance: a practical guide for biologists. *Biol Rev Camb Philos Soc.* 2007;82:591–605.
31. Carrel AL, McVean JJ, Clark RR, Peterson SE, Eickhoff JC, Allen DB. School-based exercise improves fitness, body composition, insulin sensitivity, and markers of inflammation in non-obese children. *J Pediatr Endocrinol Metab.* 2009;22:409–15.
32. Kain J, Uauy R, Albala, Vio F, Cerda R, Leyton B. School-based obesity prevention in Chilean primary school children: methodology and evaluation of a controlled study. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2004;28:483–93.
33. Bonhauser M, Fernandez G, Puschel K, Yanez F, Montero J, Thompson B, et al. Improving physical fitness and emotional well-being in adolescents of low socioeconomic status in Chile: results of a school-based controlled trial. *Health Promot Int.* 2005;20:113–22.
34. Katz DL, Cushman D, Reynolds J, Njike V, Treu JA, Walker J, et al. Putting physical activity where it fits in the school day: preliminary results of the ABC (Activity Bursts in the Classroom) for fitness program. *Prev Chronic Dis.* 2010;7:A82.
35. Harris KC, Kuramoto LK, Schulzer M, Retallack JE. Effect of school-based physical activity interventions on body mass index in children: a meta-analysis. *CMAJ.* 2009;180:719–26.
36. Salcedo Aguilar F, Martínez-Vizcaíno V, Sánchez López M, Solera Martínez M, Franquelo Gutiérrez R, Serrano Martínez S, et al. Impact of an after-school physical activity program on obesity in children. *J Pediatr.* 2010;157:36–42e3.