

**Estudio EDUFIT:
Efectos de un programa de intervención
realizado en contexto escolar
sobre la condición física y salud del adolescente**

*The EDUFIT study:
Effects of a school-based intervention study on adolescent's
fitness and health*



**Universidad de Granada
DANIEL NAVARRO ARDOY**

2012



Universidad de Granada

TESIS DOCTORAL

Estudio EDUFIT:

**Efectos de un programa de intervención
realizado en contexto escolar
sobre la condición física y salud del adolescente**

The EDUFIT study:

**Effects of a school-based intervention study on
adolescent's fitness and health**

DANIEL NAVARRO ARDOY

DEPARTAMENTO DE FISIOLÓGÍA

FACULTAD DE MEDICINA

UNIVERSIDAD DE GRANADA

Granada, 27 de Enero, 2012

Editor: Editorial de la Universidad de Granada
Autor: Daniel Navarro Ardoy
D.L.: GR 48-2013
ISBN: 978-84-9028-055-3

A mi familia y amigos,
a los que están, a los que se fueron,
y a los que dan "*Luz*" a mi vida.



Prof. Dr. Francisco B. ORTEGA PORCEL
Investigador Post-doctoral

Unit of Preventive Nutrition
Department of Biosciences and Nutrition
Karolinska Institutet

FRANCISCO B. ORTEGA PORCEL, INVESTIGADOR EN EL KAROLINSKA INSTITUTET (SUECIA) E INVESTIGADOR RAMÓN Y CAJAL EN LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA

CERTIFICA:

Que la Tesis Doctoral titulada “Estudio EDUFIT: Efectos de un programa de intervención realizado en contexto escolar sobre la condición física y salud del adolescente” que presenta D. DANIEL NAVARRO ARDOY al superior juicio del Tribunal que designa la Universidad de Granada, ha sido realizada bajo mi dirección durante los años 2005-2012, siendo expresión de la capacidad técnica e interpretativa de su autor en condiciones que le hacen merecedor del Título de Doctor, siempre y cuando así lo considere el citado Tribunal.

Fdo. Francisco B. Ortega Porcel
Granada, 5 de Diciembre de 2011



Prof. Dr. Manuel J. CASTILLO GARZÓN
Catedrático de Universidad

Departamento de Fisiología
FACULTAD DE MEDICINA
Universidad de Granada

MANUEL J CASTILLO GARZÓN, CATEDRÁTICO DE FISIOLOGÍA MÉDICA EN
LA FACULTAD DE MEDICINA DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA

CERTIFICA:

Que la Tesis Doctoral titulada “Estudio EDUFIT: Efectos de un programa de intervención realizado en contexto escolar sobre la condición física y salud del adolescente” que presenta D. DANIEL NAVARRO ARDOY al superior juicio del Tribunal que designa la Universidad de Granada, ha sido realizada bajo mi dirección durante los años 2005-2012, siendo expresión de la capacidad técnica e interpretativa de su autor en condiciones tan aventajadas que le hacen merecedor del Título de Doctor, siempre y cuando así lo considere el citado Tribunal.

Fdo. Manuel J Castillo Garzón
Granada, 5 de Diciembre de 2011



Departamento de Fisiología
Facultad de Medicina
Universidad de Granada

Estudio EDUFIT:

**Efectos de un programa de intervención realizado en contexto escolar sobre la
condición física y salud del adolescente**

The EDUFIT study:

Effects of a school-based intervention study on adolescent's fitness and health

Daniel Navarro Ardoy

DIRECTORES DE TESIS

Dr. Francisco B Ortega Porcel

PhD

Karolinska Institute, Sweden /
Universidad de Granada, España
Department of Bioscience and Nutrition /
Department of Physiology

Dr. Manuel J Castillo Garzón

MD, PhD

Catedrático de Universidad
Universidad de Granada, España

MIEMBROS DEL TRIBUNAL:

Presidente

Dr. Eduardo M Cervelló Gimeno

MD, PhD

Facultad Ciencias Sociosanitarias
Universidad Miguel Hernández de
Elche, España

Secretario

Dr. Mikel Zabala Díaz

PhD

Facultad Ciencias del Deporte
Universidad de Granada, España

Vocal 1

Dr. Vicente Martínez Vizcaíno

PhD

Centro Estudios Sociosanitarios
Universidad de Castilla-La Mancha

Vocal 2

Dr. Antonio J Casimiro Andújar

PhD

Facultad Ciencias del Deporte
Universidad de Almería, España

Vocal 3

Dra. Anita Hurtig Wennlöf

PhD

Health and medical sciences
Örebro University, Suecia.

Granada, 27 de Enero de 2012

CONTENIDOS

I. Proyectos de investigación y Financiación	13
II. Trabajo y experiencia investigadora	15
III. Lista de publicaciones	19
IV. Resumen	21
V. Abreviaturas	23
VI. Introducción	25
VII. Referencias	43
VIII. Objetivos	51
IX. Método.....	53
<i>Educando para mejorar el estado de forma física, estudio EDUFIT: antecedentes, diseño, metodología y análisis del abandono/adhesión al estudio (Artículo I).....</i>	
	59
X. Resultados y Discusión	77
<i>Efectos del programa EDUFIT sobre:</i>	
1) Condición física y composición corporal (Artículo II).....	81
2) Perfil lipídico (Artículo III).....	103
3) Rendimiento cognitivo y académico (Artículo IV).....	127
XI. Conclusiones	151
XII. Información complementaria	153
Anexo I.....	155
Anexo II.....	167
Anexo III.....	173
Anexo IV.....	177
Curriculum Vitae resumido.....	181
Agradecimientos	185

CONTENTS

I. Research projects and Funding..... 14

II. Work and research experience..... 17

III. List of publications 19

IV. Summary..... 22

V. Abbreviations 23

VI. Introduction 25

VII. References 43

VIII. Aims 52

IX. Methods..... 53

Physical fitness enhancement through education, EDUFIT study: background, design, methodology and dropout analysis (Paper I)..... 59

X. Results and Discussion 77

Effects of the EDUFIT intervention on:

 1) *Physical fitness and body composition (Paper II)..... 89*

 2) *Lipid profile (Paper III)..... 103*

 3) *Cognitive performance and academic achievement (Paper IV)..... 127*

XI. Conclusions 152

XII. Complementary information 153

 Annex I..... 155

 Annex II..... 167

 Annex III..... 173

 Annex IV..... 177

Short Curriculum Vitae..... 181

Acknowledgements 185

I. Proyectos de investigación y Financiación

Los artículos incluidos en la presente Tesis Doctoral están basados en datos del Estudio EDUFIT: *Educando para mejorar el estado de forma física.*

El estudio EDUFIT se ha llevado a cabo, en parte, 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.

I. Research projects and Funding

The papers included in the present PhD thesis are based on data from the EDUFIT study: *Education for improving physical fitness.*

EDUFIT study has been carried out, in part, thanks to funding from the HELENA study (Contract FOOD-CT-2005-007034), ALPHA (Ref: 2006120) study and the Working Group 0123/07 from Centre Teachers and Resources Murcia II (CPR Murcia II) of Education Murcia Ministry.

II. Trabajo y experiencia investigadora

Daniel Navarro Ardoy actualmente ejerce la docencia como asesor técnico de Educación Secundaria en el CPR (Centro de Profesorado y Recursos) Altiplano, Recursos Humanos y Calidad Educativa, Servicio de Innovación y Formación del Profesorado de la Consejería de Educación, Formación y Empleo de la Región de Murcia, en comisión de servicios. Es coordinador del Plan de Educación para la Salud de la Comarca del Altiplano de la citada Consejería de Educación, y en la actualidad trabaja también como profesor-preparador de oposiciones en Academia LOGOS – Enseñanza (Murcia), para el acceso a la función pública para profesores de enseñanza secundaria, especialidad de Educación Física.

Ha ejercido la docencia como profesor de Educación Física en centros de enseñanza públicos de educación secundaria en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (España), trabajando como profesor de Educación Física interino durante tres años (*IES Roldán – Torre Pacheco, IES San Juan de la Cruz – Caravaca de la Cruz, IES Vega del Argos – Cehegín, IES Beniaján – Murcia, IES Alcántara – Alcantarilla, IES Arzobispo Lozano – Jumilla*) y como funcionario de carrera durante otros tres (*IES Ingeniero de la Cierva – Murcia, IES La Basílica – Murcia*). Es titular de la plaza de Profesor de Enseñanza Secundaria en el *IES J. Martínez Ruiz Azorín de Yecla*.

Durante la etapa como docente de enseñanza secundaria, el doctorando se ha involucrado activamente en la promoción y fomento de la salud en los centros en los que ha trabajado, participando como coordinador, ponente o asistente en grupos de trabajo, cursos y seminarios dentro del Plan de Educación para la Salud en la Escuela, Consejería de Educación y Sanidad de la Región de Murcia. También ha participado activamente en el Proyecto Europeo COMENIUS destinado a la promoción de la salud a través del deporte y una alimentación saludable [*COMENIUS European Project, lifelong learning program: Health Education reflected on sports and food issues*] (<http://www.schools.ac.cy/lyc-ard-lar/Comenius/index.htm>).

Durante varios años (2002-2006) ha compaginado la docencia en la escuela con la montaña, trabajando como entrenador de esquí en el Club de Esquí y Montaña Caja Granada y colaborando como entrenador en el Centro de Tecnificación Deportiva de Esquí Alpino de la Federación Andaluza de Deportes de Invierno, lo que le sirvió para iniciar sus primeros trabajos como investigador en este área, realizando su Trabajo de

Suficiencia Investigadora con el correspondiente Diploma de Estudios Avanzados (DEA) sobre el perfil fisiológico del esquiador alpino infantil.

El contenido de esta Tesis Europea se basa en el estudio EDUFIT que ha sido coordinado desde el Departamento de Fisiología de la Facultad de Medicina de la Universidad de Granada, principalmente por el Doctor Francisco B Ortega y el apoyo del Profesor Manuel J Castillo, así como por el resto de miembros del Grupo EFFECTS-262, al cual pertenece el doctorando.

El contenido de esta Tesis refleja únicamente la opinión de los autores, y la Comunidad Europea no es responsable del uso que pueda hacerse de la información contenida en ella.

II. Work and research experience

Daniel N Arday is Physical Education teacher at a High School from Murcia, South-East of Spain (IES J. Martínez Ruiz Azorín of Yecla). He has been teaching Physical Education for six years. Daniel N Arday is currently Technical Advisor of the Teachers and Resources Center at Murcia Region. In the mentioned center, he is coordinator of the Education Strategy for Health. He also teaches in the LOGOS Academy, which prepares Physical Education professionals for accessing to the National Education System.

The PhD candidate has been actively involved in promoting healthy-life style in schools. He participated in several workshops, work groups, courses, congresses and symposiums. Also in the Education for Health Program of the Regional Education and Health Country of Murcia [*Plan de Educación para la Salud en la Escuela de la Consejería de Educación y Sanidad de la Región de Murcia*], and the *COMENIUS European Project, lifelong learning program: Health Education reflected on sports and food issues* (<http://www.schools.ac.cy/lyc-ard-lar/Comenius/index.htm>).

Between 2002 – 2006, Daniel N Arday was alpine ski coach in the *Caja Granada Sky and Mountain Club* and Technical Sport Centre of Andalusian Winter Sport Federation. During this period the candidate initiated his research training.

The EDUFIT study has been coordinated by Dr. Ortega and Prof. Castillo at the Department of Physiology, School of Medicine, University of Granada.

The content of this thesis reflects only the authors' views, and the European Community is not liable for any use that may be made of the information contained therein.

III. Lista de Publicaciones [*List of Publications*]

La presente memoria de Tesis está compuesta por los siguientes artículos científicos:

[The present PhD Thesis is composed of the following scientific papers:]

- I. Arday DN, Fernández-Rodríguez JM, Chillón P, Artero EG, España-Romero V, Jiménez-Pavón D, Ruiz JR, Guirado-Escámez C, Castillo MJ, Ortega FB. Educando para mejorar el estado de forma física, estudio Edufit: antecedentes, diseño, metodología y análisis del abandono/adhesión al estudio. **Rev Esp Salud Publica**. 2010;84:151-68.
- II. Arday DN, Fernández-Rodríguez JM, Ruiz JR, Chillón P, España-Romero V, Castillo MJ, Ortega FB. Mejora de la Condición Física en Adolescentes a través de un Programa de Intervención Educativa: Estudio EDUFIT [*Improving physical fitness in adolescents through a school-based intervention: the EDUFIT study*]. **Rev Esp Cardiol**. 2011;64(6):484-491. *Note: Published both in Spanish and in English.*
- III. Arday DN, Artero EG, Ruiz JR, Labayen I, Sjöström M, Castillo MJ, Ortega FB. Effects on adolescents' lipid profile of a fitness-enhancing intervention in the school setting: the EDUFIT study [*submitted*].
- IV. Arday DN, Fernández-Rodríguez JM, Jiménez-Pavón D, Castillo R, Ruiz JR, Ortega FB. A school-based Physical Education randomized trial improves adolescents' cognitive performance and academic achievement: the EDUFIT study [*submitted*].

IV. Resumen

La condición física constituye una medida integrada de todas las funciones del organismo (músculo-esquelética, cardio-respiratoria, hemato-circulatoria, endocrino-metabólica y psico-neurológica). Estudios recientes han puesto de manifiesto que la condición física es un importante predictor de morbi-mortalidad y un potente indicador del estado de salud en la infancia y adolescencia. 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 del rendimiento físico y mental de los escolares.

En base a ello, el objetivo de la presente Tesis Doctoral ha sido analizar los efectos de un programa de intervención (basado en aumentar volumen e intensidad en las sesiones escolares de Educación Física) sobre: condición física, composición corporal, perfil lipídico, y rendimiento cognitivo/académico de los adolescentes. El Estudio EDUFIT (EDUCación para el FITness) se diseñó y realizó con la finalidad de cumplimentar dicho objetivo.

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 de un centro educativo de Murcia aceptaron participar y fueron asignados de forma aleatoria a grupo control (GC), grupo experimental-1 (GE1) y grupo experimental-2 (GE2). La intervención duró 16 semanas, en las que el GC reprodujo la carga lectiva de EF habitual en España (2-sesiones/semana de 55 minutos), el GE1 duplicó la frecuencia (4-sesiones/semana) y el GE2 incrementó igualmente la frecuencia y además la intensidad de las sesiones (4-sesiones/semana alta intensidad). Al inicio y tras la intervención se valoró la condición física, antropometría, composición corporal, maduración sexual, análisis bioquímico de muestras sanguíneas, tensión arterial, rendimiento cognitivo y académico.

Los principales hallazgos y conclusiones que se desprenden de los cuatro artículos científicos incluidos en esta Tesis son: I) La intervención se ha demostrado viable y tuvo buena aceptación entre el alumnado, padres y centro educativo. Se observaron altas tasas de participación y adhesión al programa. El análisis de adhesión/abandono mostró que, en general, los adolescentes que completaron el programa no diferían significativamente al inicio del estudio de aquellos que lo abandonaron o tuvieron una baja asistencia. II) Duplicar la carga lectiva de EF es estímulo suficiente para mejorar la capacidad aeróbica y flexibilidad. De especial interés es la mejora de la capacidad aeróbica, componente que ha mostrado una relación muy estrecha con la salud cardiovascular en niños y adolescentes. El incremento adicional de la intensidad de las sesiones se asocia con mejoras en la velocidad-agilidad. Sin embargo, el programa no tuvo efecto sobre la fuerza muscular y variables de composición corporal. III) Nuestro programa no tuvo un efecto claro sobre el perfil lipídico de los escolares, observándose únicamente un descenso moderado de los niveles de colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad (cLDL) como consecuencia del aumento de la frecuencia y la intensidad de las sesiones de EF. IV) Nuestro estudio sugiere que el aumento de la frecuencia e intensidad de las sesiones de EF es un estímulo positivo para mejorar el rendimiento cognitivo y los resultados académicos de los adolescentes.

Los resultados de la presente Tesis Doctoral sugieren que tanto las políticas educativas como los propios centros deberían considerar incrementar en dos horas semanales la asignatura de Educación Física. Con ello se conseguiría mejorar no sólo el nivel de forma física sino también mejorar el rendimiento cognitivo y los resultados académicos. Sería deseable la realización de estudios con mayor tamaño muestral para contrastar estos resultados.

IV. Summary

Physical fitness is an integrated measure of most body systems (musculo-skeletal, cardio-respiratory, hemato-circulatory, endocrino-metabolic and psycho-neurological). Recent studies have shown that physical fitness is an important predictor of morbidity and a strong indicator of health in childhood and adolescence. This suggests the need to promote intervention programs specifically focused on improving adolescents' fitness level, as a mean of improving physical and mental performance of schoolchildren.

In this context, the aim of this thesis was to analyze the effects of a school-based intervention program based on increasing the volume (number) and intensity of Physical Education (PE) sessions on physical fitness, body composition, lipid profile and cognitive and academic performance in adolescents. The EDUFIT (EDUcation for FITness) study was designed and conducted to clarify this important issue.

A total of 67 adolescents (out of 70 invited), 43 boys and 24 girls (12-14 year olds and Tanner II-V) from three different classes of the same school in Murcia (south-east Spain) were randomly allocated as control group (CG), experimental group 1 (EG1) and experimental group 2 (EG2). The intervention consisted in 16 weeks during which the CG received the usual number of PE sessions (two 55-minute sessions per week), the EG1 doubled this number (4 sessions per week) and the EG2 increased the number and the intensity of the sessions (4 high-intensity sessions per week). At the start and end of the intervention, physical fitness, body composition, sexual maturation, biochemical analysis of blood samples, blood pressure and academic and cognitive performance were assessed.

The main findings and conclusions that can be drawn from the four scientific papers included in this thesis are: I) The intervention was feasible and was well accepted by the students, the parents and the school board. There were high levels of participation and adherence to the program. Adherence and dropout analysis showed that the adolescents that completed the program were not significantly different at the start of the study from those that dropout or had low attendance. II) Doubling the number of school time dedicated to PE is sufficient for improving cardiorespiratory fitness and flexibility. The effect on cardiorespiratory fitness is of special interest, since it has shown to be very closely related to cardiovascular health in children and adolescents. Additional increase in the intensity of the sessions is associated with improvements in speed-agility. However, the intervention had no effect on muscle strength and body composition. III) Our program did not have a marked effect on adolescents' lipid profile, being low density lipoprotein cholesterol (LDLc) the only lipid marker moderately affected (reduced) by the increase in the frequency and intensity of PE sessions. IV) Our study suggests that an increase in the frequency and intensity of PE sessions is a positive stimulus in improving adolescents' cognitive performance and academic achievements.

The results derived from this Doctoral Thesis support that both education policies and schools should consider the inclusion of two extra hours of PE per week in order to ensure a good fitness level, as well as improving cognitive and academic performance. Studies involving larger sample size are required to contrast these results.

V. Abreviaturas [*Abbreviations*]

ALPHA	Assessing Levels of PHysical Activity [Evaluando los niveles de actividad física]
ANCOVA	Análisis de covarianza [<i>Analysis of covariance</i>]
ANOVA	Análisis de varianza [<i>Analysis of variance</i>]
AVENA	Alimentación y Valoración del Estado Nutricional de los Adolescentes [<i>Feeding and assessment of nutritional status of Spanish adolescents</i>]
BMI	Índice de masa corporal [<i>Body mass index</i>]
CG	Grupo control [<i>control group</i>]
CRF	Resistencia aeróbica o cardio-respiratoria [<i>Cardiorespiratory fitness</i>]
DEXA	Rayos X por absorciometría de energía dual [<i>Dual-energy X-ray absorptiometry</i>]
EF/PE	Educación Física [<i>Physical Education</i>]
EG	Grupo experimental [<i>Experimental group</i>]
HDLc	Colesterol unido a lipoproteínas de alta densidad [<i>High density lipoprotein cholesterol</i>]
HELENA	Estilos de vida saludables en Europa a través de la nutrición en la adolescencia [<i>HEalthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence</i>]
IOTF	Grupo Internacional de trabajo sobre obesidad [<i>International Obesity Task-Force</i>]
LDLc	Colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad [<i>Low density lipoprotein cholesterol</i>]
DT/SD	Desviación típica [<i>Standard deviation</i>]
TC	Colesterol Total [<i>Total cholesterol</i>]
TR	Triglicéridos [<i>Triglycerides</i>]
VO _{2max}	Consumo máximo de oxígeno [<i>Maximal oxygen consumption</i>]

VI. Introducción [Introduction]

Actividad física, condición física y conceptos relacionados

La **actividad física** se define como cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que requiere un gasto energético adicional al basal¹. Este término significa que la actividad física incluye casi todo lo que una persona puede hacer. La actividad física es una conducta y la condición física un estado, como se explica a continuación². La **inactividad** es, por el contrario, el tiempo empleado en los comportamientos que aumentan muy poco el gasto de energía más allá del propio basal. Otro término relativo, pero diferente, es **ejercicio físico**, definido como un subconjunto de la actividad física pero que debe ser planificada, estructurada y sistemática¹, a lo que añadimos con el propósito de hacerla y con una intencionalidad clara. El **ejercicio invisible**, parte integrante del ejercicio físico, es un nuevo concepto que incluye todas las actividades de la vida diaria que se pueden realizar con las características propias del ejercicio pero sin que sean percibidas como tal por un observador externo (por ejemplo sistemáticamente usar las escaleras en lugar del ascensor o subir esas escaleras de dos en dos, utilizar la bicicleta para ir al trabajo o estudio o andar a marcha rápida)³. Esta actividad como forma de vida activa se suma a la actividad física de la vida diaria y a la actividad física de carácter laboral. Por último, **deporte** es aquel ejercicio físico que se realiza de acuerdo a una normativa y reglamentación estipulada (fútbol, baloncesto, tenis, etc.). En el ámbito escolar, se debe entender como situación motriz de competición (o no) reglada, adaptada a las necesidades educativas, psicosociales y fisiológicas del niño y/o adolescente.

La **condición física** es un conjunto de cualidades relacionadas con la capacidad de una persona para realizar actividad física que requiere de capacidad o resistencia aeróbica, fuerza, velocidad/agilidad o flexibilidad y se determina por una combinación de actividad física regular y la habilidad heredada genéticamente¹. Con el tiempo, este concepto ha evolucionado y se ha centrado en los componentes más directamente relacionados con la salud, y se habla de condición física relacionada con la salud (*health-related physical fitness*)². Éste es el concepto que hoy día persigue la escuela y como tal la Educación Física (EF) actual. La condición física relacionada con la salud incluye la capacidad cardiorrespiratoria o aeróbica, la fuerza y la resistencia muscular, la flexibilidad y la composición corporal (especialmente la adiposidad), y en niños, también la velocidad y la agilidad². Entre los componentes de la condición física

relacionada con la salud, la capacidad aeróbica es la que más se ha estudiado. La **capacidad aeróbica** refleja la capacidad general de los sistemas cardiovascular y respiratorio y la capacidad para llevar a cabo un ejercicio intenso y prolongado⁴. Muchos términos se han utilizado para definir este componente como por ejemplo condición física cardiovascular (*cardiovascular fitness*), condición física cardiorrespiratoria (*cardiorespiratory fitness*), resistencia cardiorrespiratoria (*cardiorespiratory endurance*) condición física o capacidad aeróbica (*aerobic fitness or aerobic capacity*), potencia aeróbica (*aerobic power*), potencia aeróbica máxima (*maximal aerobic power*), capacidad de trabajo aeróbico (*work aerobic capacity*) y capacidad física aeróbica (*aerobic physical work*). Todos se refieren al mismo concepto y se utilizan indistintamente en la literatura⁵. Otro concepto importante relacionado es el consume máximo de oxígeno o VO_{2max} . El VO_{2max} obtenido durante un ejercicio máximo es una medida objetiva que evalúa el nivel de capacidad aeróbica⁴. Revisiones sistemáticas recientes concluyen que existe amplia evidencia de que aquellos niños y adolescentes con una mayor capacidad aeróbica tienen una mejor salud cardiovascular cuando son adultos⁶. Otros componentes clave relacionados con la salud física en la adolescencia son la fuerza muscular, flexibilidad, velocidad y agilidad.

La **fuerza muscular** es la capacidad de realizar un trabajo contra una resistencia y requiere del correcto funcionamiento del sistema músculo-esquelético. Depende de varios factores fisiológicos, por ejemplo el tamaño y número de músculos involucrados, la proporción de fibras musculares reclutadas en la acción de movimiento o la coordinación entre fibras musculares o músculos, entre otros. La fuerza muscular se está convirtiendo en un importante marcador del estado de salud durante cualquier etapa de la vida⁷. Durante la infancia y la adolescencia el nivel de fuerza muscular se asocia inversamente con diferentes factores de riesgo cardiovascular tales como la sensibilidad a la insulina⁸, marcadores de status pro-inflamatorio⁹ y diversos factores asociados con el síndrome metabólico¹⁰. Mejoras en la fuerza muscular durante la niñez y adolescencia se asocia negativamente con cambios en la adiposidad central y general, presión arterial sistólica y concentración de lípidos y lipoproteínas en sangre¹¹.

Los componentes principales de la fuerza muscular son la fuerza máxima (isométrica y dinámica), fuerza resistencia, explosiva y fuerza isocinética. Decimos que el sistema músculo esquelético es sano o cumple su función correctamente cuando un músculo o grupo muscular es capaz de generar una fuerza máxima, resiste contracciones

repetidas o mantiene una contracción voluntaria máxima durante un periodo prolongado de tiempo (resistencia muscular o fuerza-resistencia), y es capaz de llevar a cabo una contracción dinámica máxima en un corto periodo de tiempo (fuerza explosiva o potencia)¹.

Por su parte, la **flexibilidad** es la capacidad para realizar movimientos de la máxima amplitud posible. Algunos autores como Bompa (2010), Harre (1985) o Manso (1992) consideran los términos flexibilidad y amplitud de movimiento como sinónimos. La flexibilidad no es una capacidad que se asocie directamente con marcadores de salud cardiovascular. Sin embargo, existe evidencia científica que indica que la falta de flexibilidad en la infancia y la adolescencia se asocia con un mayor riesgo de sufrir dolor de espalda en la edad adulta^{11,12}. Además, la flexibilidad es la única capacidad que involuciona con el crecimiento de una persona y es evidente que la flexibilidad es una capacidad muy importante para el bienestar y calidad de vida óptima en la edad adulta y anciana.

La **velocidad** se refiere a la capacidad de realizar un movimiento dentro de un periodo corto de tiempo lo más rápidamente posible. En otras palabras, es la capacidad de mover el cuerpo (o alguna parte del cuerpo) lo más rápido posible¹³. Estrechamente relacionada con la fuerza explosiva. La **agilidad**, por su parte, es la capacidad de cambiar rápidamente la posición de todo el cuerpo en el espacio con velocidad y precisión¹. Es la capacidad que permite moverse rápidamente y cambiar de dirección mientras se mantiene control y equilibrio¹³. Algunos autores la consideran como la capacidad resultante tras combinar velocidad, flexibilidad y coordinación en un mismo movimiento¹⁴. Otros, excluyen la flexibilidad, pero incluyen el control, equilibrio y potencia¹³. En consecuencia, la agilidad es una combinación de velocidad, flexibilidad, equilibrio, potencia y coordinación. La velocidad y la agilidad, conocidas en la literatura científica como capacidades propias del subconjunto motor de la condición física (del inglés *motor fitness*) también han sido asociadas a factores de riesgo cardiovascular, fundamentalmente como predictores de riesgo en la infancia y adolescencia¹¹. Concretamente, Twisk et al¹⁵ encontraron una asociación entre presión arterial sistólica y un índice de capacidades físicas neuromotoras compuesto por fuerza muscular, flexibilidad, velocidad de movimiento y coordinación; y con la suma de cuatro pliegues subcutáneos. Datos procedentes de un estudio longitudinal realizado durante quince años mostró cómo el nivel de las capacidades neuromotoras en la adolescencia, se

relacionaba positivamente con la densidad mineral ósea en la edad adulta¹⁶. Lo que sugiere que el bajo nivel de velocidad y agilidad en la adolescencia, además de estar relacionadas con ciertos factores de riesgo cardiovascular, también se asocian a problemas ósteo-articulares en edad adulta, haciendo por tanto necesario la inclusión de estas capacidades físicas en los programas destinados a la promoción de la salud.

Educación Física en el contexto escolar

La EF es una parte obligatoria de los programas escolares en la mayoría de países, entre ellos España. Además de proporcionar oportunidades para la práctica de actividad física, la EF siempre ha perseguido objetivos que no necesariamente están directamente relacionados con el concepto de salud física. Entre estos objetivos encontramos ciertos aspectos cognitivos, así como el fomento y la promoción de la salud social y emocional. Todos ellos, aspectos relacionados con el concepto actual de salud, definida recientemente por la Organización Mundial de la Salud como *"el estado completo de bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de enfermedad"*.

En la actualidad, la EF en España empieza a considerarse un elemento indispensable dentro del currículo oficial prescrito por la actual Ley Orgánica de Educación¹⁷. Sin embargo, aún está lejos del valor deseado e indicado por expertos y profesionales para conseguir los niveles óptimos de actividad física o aprendizaje significativo para potenciar la práctica de actividad física en horario extraescolar de forma saludable y autónoma.

Hoy día, los niños tienen menos oportunidades de ser activos e independientes, especialmente en las grandes ciudades de los países desarrollados y en desarrollo que se urbanizan rápidamente. La poca actividad desplegada en el actual sistema de vida está haciendo que la actividad física y con ella la EF adquiera cada vez mayor importancia contribuyendo a la conservación y mejora de la salud, prevención de determinadas enfermedades, a mantener el equilibrio psicofísico y a combatir el habitual sedentarismo de la sociedad actual. Dado que los estudiantes pasan una gran cantidad de tiempo en la escuela, hay un gran potencial para aumentar sus niveles de actividad física y condición física dentro del horario escolar.

La EF diaria ha sido recomendada por numerosas entidades *"para combatir"* la obesidad y como estrategia de prevención de enfermedad cardiovascular y promoción

de salud pública en general¹⁸⁻²³. Dicha asignatura podría desempeñar un papel importante en la prevalencia de sobrepeso entre los niños. Parece que ha llegado el momento de reconsiderar el papel más amplio que podría tener la EF dentro del marco escolar, no sólo desde el punto de vista formativo y pedagógico, sino también desde un punto de vista sanitario. La EF tanto en los centros de enseñanza primaria como en los de secundaria, podría convertirse en el elemento central de un sistema comunitario que garantice a los alumnos (100% de niños y adolescentes) la participación en la actividad física recomendada para desarrollar estilos de vida saludables. En este sentido, la EF actual no solo tendría un valor pedagógico, sino también sanitario, actuando como factor de prevención de primer orden.

En el contexto escolar y de acuerdo con las disposiciones legales sobre las que se regula la EF en el marco escolar, la *Condición física y salud* es el bloque de contenidos que mayor protagonismo adquiere en el currículo de Educación Secundaria Obligatoria, de 12 a 16 años (Real Decreto 1631/2006)²⁴.

Para contribuir al desarrollo de la resistencia, el trabajo de resistencia aeróbica o cardiorrespiratoria, es esencial por su alta relación con la salud. Como medios de desarrollo en el marco escolar se destacan la carrera continua, circuitos con tareas fáciles y continuas, juegos o carreras continuas a través del fartleck y entrenamiento total adaptado, juegos de desplazamiento y persecución, actividades rítmicas como aeróbic o danzas, juegos deportivos y juegos con combas, entre otros.

El desarrollo de la fuerza en el marco escolar se debe centrar en el trabajo de fuerza muscular y fuerza resistencia, que son los tipos de fuerza que más van a contribuir al correcto desarrollo del niño, haciendo especial hincapié en la higiene postural (ejercicios desaconsejados tanto en la vida cotidiana como en la práctica de actividad física). Como medios de trabajo que más se pueden emplear en el contexto escolar, se destacan las autocargas, multisaltos y multilanzamientos, transporte de objetos y compañeros, juegos de lucha o por parejas, acrosport, trabajo con gomas elásticas o extensores, fitball o balones gigantes, y solo cuando el alumnado posea una cierta madurez, cargas externas o pesos fijos (poleas) y libre (mancuernas), insistiendo en la higiene postural y ejecuciones correctas más que en las ganancias de fuerza.

El trabajo para el desarrollo de la flexibilidad, única capacidad que, ya desde la infancia y adolescencia, involuciona con la edad, debe estar presente en los programas escolares principalmente para evitar lesiones músculo-esqueléticas (especial cuidado en

estas edades con el acortamiento de isquiosurales y el resto de patologías asociadas). Por ello es tan importante su trabajo diario. Resulta de especial importancia concienciar al discente de la necesidad de realizar este trabajo. La flexibilidad se debe trabajar en el marco escolar en todas las sesiones tanto en los calentamientos como en las vueltas a la calma. Sin embargo, a veces este trabajo no es controlado por parte del docente y su efecto no llega a ser efectivo. El método ideal de trabajo es el dinámico, por ejemplo, a través de la movilidad articular o cualquier actividad que conlleve amplitud de movimiento. Igualmente es necesario el trabajo estático, siendo el *Stretching* el método por antonomasia en la EF escolar. No es aconsejable utilizar métodos complejos hasta cursos superiores por la inmadurez del alumnado y el riesgo que conlleva no ejecutarlos correctamente como la Facilitación Neuromuscular Propioceptiva o FNP, rebotes, reacciones, presiones y tracciones, entre otros.

Por último, en cuanto a la velocidad, coordinación y agilidad, en el marco escolar, nunca se debe olvidar la realización de buenos y progresivos calentamientos en las sesiones en las que se incluya su desarrollo. Los medios más recomendados para el desarrollo de estas capacidades son los desplazamientos y juegos de persecución de cortas distancias, progresiones y salidas variadas de carrera ante diferentes estímulos, carreras de relevos, circuitos específicos de coordinación y agilidad, saltos a la comba variados (individuales y/o en grupo), actividades deportivas, juegos y deportes que conlleven desplazamientos cortos y/o esprines.

Condición física como factor de riesgo cardiovascular en adolescentes

La condición física constituye una medida integrada de todas las funciones y estructuras que intervienen en la realización de un esfuerzo físico³ (actividad física y/o ejercicio). Estas funciones son la músculo-esquelética, cardio-respiratoria, hemato-circulatoria, endocrino-metabólica y psico-neurológica.

Un alto nivel de condición física implica una buena respuesta fisiológica de todas ellas. Por el contrario, tener un bajo nivel de forma física podría indicar un mal funcionamiento de una o varias de esas funciones. Ésta es en esencia la explicación fisiológica que sostiene la fuerte y consistente asociación entre nivel de condición física y morbi-mortalidad. Estudios recientes han puesto de manifiesto esta asociación en adultos²⁵⁻³⁰ y han demostrado como la condición física es un potente indicador del estado de salud en niños y adolescentes, especialmente en los países occidentales^{11,13,31},

por su fuerte relación con factores de riesgo cardiovascular, incluida la obesidad, la cual está alcanzando dimensiones epidémicas. En la actualidad, en el mundo occidental, entre uno y tres niños de cada cinco, poseen sobrepeso u obesidad³². Datos procedentes del International Obesity Task-Force o Grupo Internacional de trabajo sobre obesidad (IOTF), sitúan a España en una no muy honrada segunda posición del ranking Europeo en cuanto a prevalencia de niños con sobrepeso/obesidad^{33,34}. Tanto en la obesidad como el resto de enfermedades cardiovasculares existe una parte genética, pero además de ella, la etapa intrauterina, la infancia, la adolescencia, la familia y el estatus socioeconómico también pueden estar involucrados^{32,35,36}. El riesgo de presentar obesidad a los 35 años es superior al 80% en niños que en la infancia y adolescencia presentan exceso de peso³⁷. Tanto la actividad física como la condición física pueden contribuir a la prevención de obesidad. Gutin et al³⁸ afirman que la obesidad infantil se podría reducir con actividad física vigorosa en lugar de restricciones de la ingesta calórica en las dietas. Investigaciones recientes muestran de manera inequívoca que independientemente de la grasa acumulada, el nivel de condición física que posee una persona a cualquier edad incluida la adolescencia es un indicador del estado de salud que esa persona posee^{28,39}.

Estudios longitudinales han constatado que el grado de condición física y la presencia de factores de riesgo cardiovascular en la edad adulta están directamente relacionados con el grado de condición física que se tuvo en la adolescencia⁴⁰⁻⁴⁶. Aunque las manifestaciones clínicas de la enfermedad cardiovascular aparecen habitualmente durante la edad adulta, su origen patogénico hay que buscarlo en etapas como la adolescencia e incluso la infancia⁴⁷⁻⁵⁰.

La existencia de una relación directa entre bajo nivel de forma física y diferentes factores de riesgo cardiovascular tales como obesidad, diabetes o síndrome metabólico tanto en edad adulta como en la infancia y adolescencia, hoy día es una evidencia científica^{11,13,51,52}. El rol que adquiere una baja forma física como factor de riesgo cardiovascular supera incluso al de otros factores bien establecidos tales como dislipidemia, hipertensión u obesidad²⁶. Por tanto, los bajos o patológicos niveles de condición física en la infancia y adolescencia deben ser considerados un importante problema de salud pública. Datos disponibles a nivel mundial informan de un importante descenso de los niveles de condición física en niños y adolescentes⁵³. En nuestro país, gracias al estudio nacional AVENA (Alimentación y Valoración del

Estado Nutricional de los Adolescentes)^{54,55} sabemos que uno de cada cinco adolescentes españoles tienen riesgo de sufrir una enfermedad cardiovascular por su bajo o patológico nivel de forma física⁵², siendo el nivel de forma física de la población adolescente española excesivamente baja en comparación con adolescentes de otros países^{31,52}.

Esta situación lleva a la necesidad de diseñar estrategias orientadas a la mejora del nivel de condición física de los adolescentes en el marco escolar, similares a EDUFIT (**artículo I**) y sus implicaciones en materia de salud pública^{2,56}. La escuela juega un papel muy importante en la prevención de obesidad u otros factores de riesgo cardiovascular como la inactividad o el bajo nivel de forma física.

Estudios de intervención basados en la escuela

Varios estudios de intervención en la escuela (en inglés “*school-based intervention*”) han llevado a cabo programas de promoción de la actividad física en las escuelas para reducir el factor de riesgo cardiovascular. Entre todos ellos se destacan los estudios *Child and Adolescent Trial for Cardiovascular Health (CATCH)*^{57,58}, *Cardiovascular Health in Children (CHIC)*⁵⁹, *Go for Health*^{60,61}, *Lifestyle Education for Activity Program (LEAP)*⁶²⁻⁶⁴, *Middle School Physical Activity and Nutrition (M-SPAN)*^{65,66}, *Pathways*⁶⁷, *Sports, Play, and Active Recreation for Kids (SPARK)*^{68,69}, *Trial of Activity for Adolescent Girls (TAAG)*⁷⁰⁻⁷², *FitKid Project*^{73,74}, *Activity Bursts in the Classroom (ABC)*⁷⁵, *Kinder-Sportstudie (KISS)*^{76,77}, *Healthy study*⁷⁸⁻⁸³, y otros⁸⁴⁻⁹⁵. Varias revisiones resumen muchos de estos estudios^{19,96-101}. La mayoría se han realizado en la etapa de educación primaria (6-11 años) y fueron programas diseñados para intervenir en múltiples factores relacionados con el riesgo de enfermedad cardiovascular. Los programas fueron principalmente de carácter multidisciplinar, centrados en la actividad física, conductas sedentarias, hábitos alimentarios, conocimientos sobre drogas, tabaco, intervenciones en familias. La mayoría de estos estudios implicaban ciertos cambios en la actividad física escolar, dentro y/o fuera del horario lectivo, recreos o “tiempos muertos” de la jornada escolar. Otros se han centrado en cambios en el plan de estudios, número de sesiones por semana, incremento de la duración de las sesiones, calidad de las sesiones y actividad física como tareas de casa.

De estos estudios, en aquellos considerados estudios de intervención controlados en el marco escolar (en inglés *school-based randomised controlled trial*), cuyo objetivo fue reducir el factor de riesgo cardiovascular y/o prevalencia de obesidad, las intervenciones se centraron en la cantidad o calidad de la actividad física, hábitos de alimentación e intervenciones con las familias y, en algunos casos, con todos los miembros de la comunidad educativa (profesores, conserjes, responsables de las comedores escolares y ayuntamientos)^{19,96-101}.

En la mayoría, el personal existente en la escuela fue entrenado para aplicar las intervenciones, aunque a veces incluso el personal era ajeno a ella, como ocurrió por ejemplo en el estudio SPARK, en el que las intervenciones se llevaron a cabo tanto por profesores de la propia escuela (previamente entrenados), como por personal ajeno a ella, todos especialistas en EF⁶⁹.

Algunos de estos estudios analizaron el efecto de incrementar el número de sesiones semanales de EF y/o actividad física durante la jornada escolar (efecto volumen)^{73,75,77,84,86,92,94,95}, pocos el aumento aislado del número de sesiones de EF^{84,87} o el efecto de la intensidad de las sesiones^{74,88,102}. No hemos encontrado sin embargo estudios que analicen de forma conjunta e independiente en el mismo estudio 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 y composición corporal (**artículo II**), por un lado, y perfil lipídico (**artículo III**), por otro.

Algunos de estos estudios también han evaluado el efecto de sus programas sobre el rendimiento cognitivo y/o académico, por ejemplo el proyecto SPARK¹⁰³. Sin embargo, datos procedentes de recientes revisiones y meta-análisis indican una asociación positiva entre el nivel de actividad física y el rendimiento cognitivo-académico en niños y adolescentes¹⁰⁴⁻¹⁰⁹. Otros estudios de intervención y meta-análisis también han puesto de manifiesto la asociación positiva del rendimiento cognitivo y/o académico con el nivel de condición física^{104,105,110,111} o con el volumen de EF^{103-105,112,113} en escolares.

Al igual que con la condición física y demás marcadores de riesgo cardiovascular, no hemos encontrado estudios que analicen de forma conjunta e independiente el efecto de incrementar el "volumen" o nivel de actividad física y la "intensidad", lo cual contribuiría a comprender mejor cuáles son los elementos

necesarios para la mejora del rendimiento cognitivo y/o académico a través de la actividad física (**artículo IV**).

En España encontramos estudios de intervención controlados realizados en niños y adolescentes de gran valor científico, realizados dentro^{114,115} y fuera del horario escolar^{116,117}. En todos ellos se encontraron resultados fisiológicos favorables a favor de los grupos que recibieron la intervención, en la condición física, composición corporal y/o en algunos parámetros del perfil cardio-metabólico como colesterol total y apolipoproteína B¹¹⁶, pero ninguno se centró en estudiar adicionalmente los efectos del programa sobre el rendimiento cognitivo y académico. En particular, el efecto específico de aumentar volumen e intensidad de las sesiones de EF sobre la condición física, perfil lipídico y rendimiento cognitivo-académico en los jóvenes, necesita ser estudiado (artículo IV).

En las Tablas 1 y 2 se presenta de forma esquematizada los principales estudios de intervención orientados a la mejora de la condición física, composición corporal y riesgo cardio-metabólico (Tabla 1), así como aquellos centrados en la mejora del rendimiento cognitivo y/o logros académicos (Tabla 2).

Table 1. Estudios de intervención en ámbito escolar orientados hacia la mejora de la condición física, composición corporal, perfil lipídico y otros factores de riesgo cardio-metabólico [*School-based intervention studies focused on physical fitness, body composition, lipid profile and other cardiometabolic risk factors*].

Author	Study name	Sample	Place	Design	Intervention	Outcomes	Main Findings
Baquet et al. 2001. ⁸⁸	High-Intensity Aerobic Training	503 children (12.9±1.1 years)	France	Group-RCT	High-intensity aerobic training program (10 week, one hour out of three PE sessions/wk).	Fitness (flexibility, muscular power, speed-coordination and aerobic performances).	The intervention had a significant influence on adolescents' aerobic performances and standing broad jump.
Baquet et al. 2004. ¹¹⁸	Short-Term Interval Training	100 children (9.7±0.8 years)	France	Group-RCT	7 weeks interval-training program with 2 specific 30-min sessions/wk of short high-intensity (10 or 20 seconds), intermittent-running aerobic exercise at velocities ranging from 100-130 % of maximal aerobic speed. 14-sessions in total outside school.	Weight and height, % BF (skinfold thickness) and fitness by EUROFIT battery. The test selected were the standing broad jump, the 10x5 shuttle run, the sit-and-reach, the number of sit-ups performed in 30 seconds, and 20-m shuttle run. PA also was evaluated with a self-administered questionnaire and 1-page diary listing the number and types of sport episodes each of them had engaged in during the previous 7 days.	The EG demonstrated a significant improvement in the standing broad jump and 20-meter shuttle run test, whereas for the CG, no significant changes were observed. A high-intensity, intermittent-running program improved children's aerobic performance and explosive strength.
Benson et al. 2008. ¹⁰² Benson et al. 2007. ¹¹⁹	High-intensity progressive resistance training	78 rural New Zealand school students (12.2±1.3 years)	New Zealand	Individual-RCT	2 sets of 8 repetitions of 11 exercises targeting all the major muscle groups twice a week of high-intensity progressive resistance program (8-week, outside school).	Primary outcome was waist circumference; secondary outcomes included insulin resistance, lipid levels, muscle strength, cardiorespiratory fitness, body composition, self-efficacy, self-concept, habitual physical activity, nutritional and sedentary behavior patterns.	Waist circumference was significantly improved (reduced). Muscle strength significantly improved too (relative total strength). They did not find any significant differences on cardio-metabolic risk factors between the intervention and control group.
Foster et al. 2010. ⁷⁸ McMurray et al. 2009. ⁷⁹ Hirst et al. 2009. ⁸¹ www.healthystudy.org	The HEALTHY study	4,603 from 42 schools (11.3±0.6 years)	USA	Group-RCT	Multi-components: nutrition, PA (increase of time moderate-to-vigorous PA into PE), behavioral knowledge and skill, and communications and social marketing (3-year, inside-outside school).	Weight, height, BMI, waist circumference, blood pressure, and fasting glucose and insulin levels.	The intervention did result in significantly greater reductions in various indexes of adiposity. It was not resulted in greater decreases on glucose level, but it was reduced fasting insulin levels.

Table 1. Cont.

Author	Study name	Sample	Place	Design	Intervention	Outcomes	Main Findings
Gutin et al. 2008. ⁷⁴ Yin et al. 2005. ¹²⁰	FitKid Project	206 children (8.5±0.6 years)	Georgia (USA)	Group-RCT	40 min of academic enrichment activities and 80 min of moderate-to-vigorous PA (3 school-years, 5 days/wk, after-school).	Fitness, weight, height, BMI, %BF and bone density were measured with DEXA.	The intervention had a beneficial effect on fitness and body composition. During the summers, the beneficial effects of the previous year's participation on fitness and %BF was lost.
Harrel et al. 1996. ¹²¹	CHIC (Cardiovascular-Health-in-Children)	1,274 children (8.9±0.8 years)	North Carolina (USA)	Group-RCT	8-week exercise program and 8-week of classes on nutrition and smoking (inside usual PE school, 3 days/wk).	Weight, height, BMI, fitness (aerobic power using Eurofit submaximal cycle Ergometer adapted for children), PA, blood pressure, triceps and subscapular skinfolds, TC and knowledge.	It was observed marginal reductions in TC and improved the fitness level of those students who received the intervention.
Kain et al. 2004. ¹²²	School-based obesity prevention in Chilean primary	3,086 children (2,141 intervention and 945 control, of 1 st to 8 th grade)	Santiago, Curico and Casablanca (South America, Chile)	Group-RCT	Nutrition education for children and parents, healthier kiosks, 90 min of additional PA/wk, behavioural PA program and active recess (6 months).	Adiposity indices (BMI, BMI Z-score, TSF, waist circumference and fitness (20 m shuttle run test and lower back flexibility).	The intervention showed a robust effect on fitness in both genders and decreased adiposity only in boys (positive effect in all variables except TSF).
Katz et al. 2010. ⁷⁵ www.davidkatz.md.com/abcforfitness.aspx	ABC (Activity-Bursts-in-the-Classroom)	1,214 children (7-9 years)	Missouri (USA)	Group-RCT	Nutrition and PA program of bursts of structured PA for 30 min or more of daily PA without reducing teaching time or requiring any special facilities. It also included a families/parental component in which fitness experts helped families learn how to be more active together (one school year).	Weight, height, BMI, fitness (endurance, strength and flexibility by Fitnessgram), classroom behavior, academic performance, medication for ADHD attention-deficit hyperactivity disorder and asthma.	This study showed improvements in fitness and was not projected to change anthropometric measures (control group was associated with reduce BMI).
Kemper et al. 1976. ⁸⁴	Effect of 5-versus 3-lessons-a-week PE program.	70 students (12±0.4 years)	Amsterdam	Group-RCT	Increasing 2 extra-lessons of PE/wk (usual number of PE lessons/wk were 3 lessons/wk). Each class had its own teacher of PE (one school-year).	Anthropometrics variables (body built and body composition, e.g. circumferences, skinfolds, %BF), fitness and achievement in PE.	Only achievement in PE and performance in strength by handgrip increased significantly in EG.
Kriemler et al. 2010. ⁷⁷ Zanher et al. 2006. ⁷⁶	KISS (Kinder-Sportstudien)	502 students from 28 classes from 15 elementary school	Switzerland	Group-RCT	Multi-components PA program: Two additional PE classes/wk; Short vigorous PA breaks (2-5 min); PA home work; adaptation of recreational areas around the school (one school-year).	Primary outcomes: Skinfolds, fitness, PA (by accelerometer), quality of life by child health questionnaire of Landgraf et al. 1998. Secondary outcomes: cardiovascular risk score, body mass index, blood pressure, waist circumference.	Intervention improved PA and fitness and reduced adiposity in children. Increasing the frequency of PE a week had a positive effect on HDLc and triglycerides, but not on systolic-diastolic blood pressure and glucose level. Implementation of such a program may help to improve the health of children and also improve health later in life by reducing cardiovascular and other diseases.

Table 1. Cont.

Author	Study name	Sample	Place	Design	Intervention	Outcomes	Main Findings
McKenzie et al. 2001. ⁵⁸	CATCH (Child-and-Adolescent-Trial-for-Cardiovascular-Health)	5,106 third-grade children (mean age 8.76 years)	California, Louisiana, Minnesota, Texas (USA)	Group-RCT	Health-related PE program. The major intervention components included: (a) CATCH PE curriculum and materials, (b) teacher training, and (c) on-site consultation to teachers (2.5 years).	Amount of MVPA in PE classes (in other words, sedentary time on the amount of activity in PE classes) by SOFIT (McZenzie et al. 1991) ¹²³ .	MVPA obtained from PE classes increased by using their curriculum and by proper staff training. Results showed the program can be implemented effectively by both PE specialists and classroom teachers CATCH PE provides a model for dissemination among the schools.
McKenzie et al. 2004. ⁶⁶	M-SPAN (Middle-School-Physical-Activity-and-Nutrition)	Approximately 25,000 students	Southern California	Group-RCT	15 h of PE teacher training in year 1 and 6 h in year 2, focused on improving classroom management and instructional skill (2 years)	Amount of MVPA obtain during PE sessions.	Intervention schools increased to 18% above baseline at the end of the 2-year intervention, and the percentage of class time engaged in MVPA increased to 52% of the overall lesson.
Peralta et al. 2009. ¹²⁴	FILA (Fitness Improvement and Lifestyle Awareness) program	33 boys with sub-optimal cardiorespiratory fitness (12.5±0.4 years)	Sydney (Australia)	Individual-RCT	Multicomponents school-based program with one 60-min curriculum session and two 20-min lunchtime PA sessions/wk.	BMI, waist circumference, % BF, cardiorespiratory fitness, PA and small screen recreation time.	This program was highly feasible, acceptable and potentially efficacious. The results are encouraging and will inform the design, development and implementation of a large full-scale trial.
Pollatschek and O'Hagan, 1989. ¹²⁵	Linwood Project	222 grade 6 students from 5 schools	Linwood (suburban city located in Atlantic County, New Jersey)	Group-RCT	Daily PE (45-60 minutes per day).	Fitness-Performance II Test (anthropometrics measures; shuttle run, speed and agility; one minute speed sit-ups, isotonic muscular endurance of the abdominal; standing long jump, explosive muscular power of the leg extensor muscles; 50 meter run, general total body speed; endurance run-1mile-walk/run, CRF) and Flexibility (Sit and Reach Test).	Children engaged in the daily-PE program had made considerable improvements in motor fitness.
Resaland et al. 2011. ⁸⁶ Resaland et al. 2009. ¹²⁶	Sogndal school intervention	188 children (9.3±0.3 years)	Sogndal and Forde (Western Norway)	Group-RCT	School-based PA intervention (60-min daily PA, which 15 min was planned to be at vigorous intensity, over 2 school years).	Body mass, height, BMI, cardiorespiratory fitness (VO _{2max} was directly measured with a MetaMax I analyzer).	Intervention improved significantly cardiorespiratory fitness in EG children.
Rosenbaum et al. 2007. ⁹⁰		73 students	New York City	Group-RCT	4-month school-based intervention based on health, nutrition and exercise classes plus an anaerobic exercise program	Glucose, insulin, Lipid profiles (TC, triglycerides, HDLc, LDLc) and C-reactive protein.	While no effect was observed on lipid profile, the intervention was beneficial on insulin sensitive and inflammatory markers.

Table 1. Cont.

Author	Study name	Sample	Place	Design	Intervention	Outcomes	Main Findings
Salcedo Aguilar et al. 2010. ¹¹⁶ www.movidavida.org	MOVI program	1,119 children from 20 school (9-11 years)	Cuenca (Spain)	Group-RCT	After-School PA 3 weekly 90-minute sessions of PA/wk, during 28 weeks (two years. 69 sessions in the 1st year and 80 sessions in the second year).	Weight, height, TST, % BF, BMI, blood pressure and lipid profile.	Intervention lowered the frequency of overweight in girls and reduced TC and apolipoprotein B in both girls and boys.
Sallis et al. 1997. ⁶⁹ www.sparkpe.org	SPARK (Sports-Play-and-Active-Recreation-for-Kids)	955 children grades 5 and 6, between 9-11 years old	California (USA)	Group-RCT	A multicomponents program designed to promote PA in-and-out of school: PE to promote high-PA levels (3 days/wk; 27-42 min additional PE/wk), self-management skill and related topics (30-min weekly), and classroom professional development program to implement the program effectively (2-years).	Fitness (by FITNESSGRAM protocols adapted); anthropometric (e.g. height and weight, calf and triceps skinfolds); PA levels (by accelerometer, and surveys); and quality of PE classes by SOFIT.	The program increased PA during PE classes but not out of school. This increase in PA was sufficient to improve two components of health related fitness in girls.
Sollerhed and Ejlertsson. 2008. ¹²⁷	Physical benefits of expanded physical education in primary school	132 children (6-9 years)	Rural area from Sweden	Group-RCT	A 3-years school-based program increased to 4 PE sessions/wk (the stipulated curricular time of PE is one lesson/wk for children aged 6-9 and two lessons for children aged 10-12 years old, 40 min each, change and shower included).	Fitness by 11 physical test (physical index, endurance test, strength index, motor skill index), BMI, waist-to-hip-ratio, waist.	Children who followed an expanded PE program during 3-year follow-up showed positive changes in physical performance compared with children who followed the stipulated curricular time. The weekly dose of PA must be higher than 40 min a day and must start earlier in children's life to be more effective in combating BMI increase.
Thivel et al. 2011. ⁸⁷	6-month school-based physical activity program	457 children (6-10 years)	France	Group-RCT	PA program consisted of 120 min (two time for 60 min) in addition to 2 h of PE/wk during 6-month among primary schoolchildren. The sessions consisted of warm-up and exercises to improve coordination, flexibility, strength, speed, and endurance, to enhance pleasure and enjoyment during exercise.	Fitness (aerobic and anaerobic fitness) and body composition (weight, height, BMI, skinfolds, fat-free).	Two PA sessions/wk in addition to standard PE classes in primary schoolchildren did not yield positive anthropometric improvements, but appears effective in terms of aerobic and anaerobic physical fitness. This intervention could be bring effective results for the prevention of childhood obesity.
Trevino et al. 2004. ⁹¹	The Bienestar Health Program	1,221 Mexican-American children.; 4-grade (9 years)	Mexico	Group-RCT	Program consisted of a health class and PE curriculum focused on health, a family program, a school cafeteria program, and an after-school health club (32 Bienestar sessions during 8 months).	Fasting capillary glucose level (bioelectric impedance), % BF, physical fitness, dietary fiber intake, and dietary saturated fat intake.	It was observed a significant reduction in glucose level in the intervention group, and a significant positive effect on cardiorespiratory fitness. Fitness and dietary fiber intake significantly increased in intervention children and decreased in control children.

Table 1. Cont.

Author	Study name	Sample	Place	Design	Intervention	Outcomes	Main Findings
Walther et al. 2009. ⁹⁴	Exercise in school children	182 children (11.1±0.7 years)	Germany	Group-RCT	Intervention classes were assigned to 1 unit of PA (45 min) with at least 15 min of endurance training per school daily (one year). In addition, lessons on healthy lifestyle were included in the regular schedule once monthly for all pupils, through one school year (a prospective randomized trial).	Body composition, blood pressure, heart rate, body coordination test, treadmill exercise test with spirometry (VO _{2max}), lipid profile, the amount and the migratory function of circulating progenitor cells, and health-related quality of life and eating behavior by KINDer Lebensqualitätsfragebogen questionnaire (Revens-Sieberer 1998) ¹²⁸ .	No significant difference was seen for body BMI. However, there was a trend to reduction of the prevalence or overweight and obese children in the intervention group. No treatment effect was seen for motor and coordination abilities and HDLc.

ADHD: attention-deficit hyper-activity disorder; BMI: body mass index; CALC: Canadian active living challenge; CG: control group; DEXA: dual-energy x-ray absorptiometry; EG: experimental group; EUROFIT: European physical fitness test; HDLc: high density lipoprotein cholesterol; LDLc: low density lipoprotein cholesterol; MVPA: moderate-vigorous physical activity; % BF: percentage body fat; PA: Physical activity; PE: Physical Education; RCT: randomized controlled trial; SOFIT: System for observing fitness instruction time. TC: total cholesterol; TSF: triceps skinfold thickness; USA: United States of America; VO_{2max}: maximal oxygen consumption; wk: week.

Table 2. Estudios de intervención en ámbito escolar orientados hacia la mejora del rendimiento cognitivo y/o académico [*School-based intervention studies focused on cognitive performance and/or academic achievement*].

Author	Study name	Sample	Place	Design	Intervention	Outcomes	Main Findings
Dwyer et al. 1983. ¹²⁹	Daily physical activity on the health	500 students (10-years approximately)	Adelaide (South Australia)	Group-RCT	75 min/day of skills endurance training program (during 14-week).	Physical work capacity, %BF, and scores for reading and arithmetic.	Non-significant trend to gains in English and arithmetic at 2-year follow up. These finding suggest beneficial effects on health of daily physical activity programs within existing primary school curricula. There was no evidence of any loss of academic performance as measured by arithmetic and reading tests in spite of 45-60 minutes' loss of formal teaching time each day.
Ahamed et al. 2007. ¹³⁰	AS! BC (Action School! BC	287 primary students (10.2±0.6 years)	British Columbia	Group-RCT	Added 47 min/wk of varied activities for 16 months.	Academic performance (TotScore) by Canadian Achievement Test (CAT-3).	This program is an attractive and feasible intervention that increased physical activity on students while maintaining levels of academic performance. Pupils-intervention had slight trend to improved scores.
Coe et al. 2006. ¹³¹	PE and Activity levels on Academic Achievement	214 grade 6 students (11.5±0.4 years).	Western Michigan (USA)	Pre-post intervention	Nominal 55 min/day (actual 19 min/day) PE for one semester	Classroom assessments and nationally standardized achievement scores.	No change in academic performance except in subgroup who exercised vigorously. Although academic achievement was not significantly related to physical education enrollment, higher grades were associated with vigorous physical activity, particularly activity meeting recommended Healthy People 2010 ²⁰ levels.
Ericsson, 2008. ¹¹³ www.mugi.se	MUGI (Motor skills as Foundation for Learning, in Swedish: Motorisk Utveckling som Grund för Inläring) model.	251 pupils (152 and 99 in intervention and control group respectively) in school years 1-3 (7-years approximately).	Sweden	Group-RCT	Five sessions/wk of PE and physical activities, and also if needed one extra lesson (45 minutes) of motor training per week with MUGI model (Ericsson, 1985-87) ¹³² (3-school years).	Reading development tests, national tests in Language (Swedish) and Mathematics. Attention and motor skills.	Positive effect on motor skills, attention and academic achievements in Swedish and Mathematics.

Table 2. Cont.

Author	Study name	Sample	Place	Design	Intervention	Outcomes	Main Findings
Pollatschek and O'Hagan, 1989. ¹²⁵	Linwood Project	222 students of primary grade 6-7 (10-years approximately).	Linwood (suburban city located in Atlantic County, New Jersey)	Group-RCT	Daily PE (45-60 minutes per school-day).	Academic performance and affective development (attitude to school). Academic test consisted of: GAPADOL test (<i>McLeod and Anderson, 1973</i>) ¹³³ a comprehension test the "Cloze" type which is able to provide a useful measure of reading and arithmetic attainment. The School Questionnaire-S.7 (<i>Barker Lunn, 1969</i>) ¹³⁴ was selected to evaluate the attitudes towards aspects of school and school work and social relations and the personality of the pupil.	Children engaged in the daily-PE program were superior to the children on 'normal' PE and had at least maintained their progress in academic achievements.
Sallis et al. 1999. ¹⁰³ www.sparkpe.org	SPARK (Sports-Play-and-Active-Recreation-for-Kids)	754 children (9.5±0.43 years)	California (USA)	Group-RCT	SPARK is a comprehensive curriculum and professional development program designed to promote PA in and out of school with several components: PE to promote high levels of PA that improve health-related fitness (3 days/wk), self-management skill and related topics (30-min weekly), and classroom professional development program to implement the PE and self-management curricula effectively.	Control on Language, Reading, Mathematics, and a composite score know as the Basic Battery (Metropolitan achievement tests MAT6 and MAT7, Psychological Testing Corporation, 1990) ¹³⁵	There was some evidence that a 2-year health-related PE program had several significant favorable effects on academic achievement.

CAHPER: Canadian Association of Health, Physical Education and Recreation; CG: control group; EG: experimental group; MVPA: moderate-vigorous physical activity; % BF: percentage body fat; PA: Physical activity; PE: Physical Education; RCT: randomized controlled trial; USA: United States of America; wk: week.

VII. Referencias [References]

1. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep* 1985;100:126-31.
2. Martínez-Vizcaino V, Sánchez-Lopez M. [Relationship between physical activity and physical fitness in children and adolescents]. *Rev Esp Cardiol* 2008;61:108-11.
3. Castillo Garzón MJ, Ortega Porcel FB, Ruiz Ruiz J. [Improvement of physical fitness as anti-aging intervention]. *Med Clin (Barc)* 2005;124:146-55.
4. Taylor HL, Buskirk E, Henschel A. Maximal oxygen intake as an objective measure of cardio-respiratory performance. *J Appl Physiol* 1955;8:73-80.
5. Ruiz JR, Ortega FB, Gutiérrez A, Meusel D, Sjöström M, Castillo MJ. Health-related fitness assessment in childhood and adolescence; A European approach based on the AVENA, EYHS and HELENA studies *J Public Health* 2006;14:269-77.
6. Ruiz JR, Castro-Pinero J, Artero EG, et al. Predictive validity of health-related fitness in youth: a systematic review. *Br J Sports Med* 2009;43:909-23.
7. Wolfe RR. The underappreciated role of muscle in health and disease. *Am J Clin Nutr* 2006;84:475-82.
8. Benson AC, Torode ME, Singh MA. Muscular strength and cardiorespiratory fitness is associated with higher insulin sensitivity in children and adolescents. *Int J Pediatr Obes* 2006;1:222-31.
9. Ruiz JR, Ortega FB, Warnberg J, et al. Inflammatory proteins and muscle strength in adolescents: the Avena study. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2008;162:462-8.
10. Steene-Johannessen J, Anderssen SA, Kolle E, Andersen LB. Low muscle fitness is associated with metabolic risk in youth. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41:1361-7.
11. Ruiz JR, Castro-Pinero J, Artero EG, et al. Predictive validity of health-related fitness in youth: a systematic review. *Br J Sports Med* 2009;43:909-23.
12. Chillón P, Castro-Pinero J, Ruiz JR, et al. Hip flexibility is the main determinant of the back-saver sit-and-reach test in adolescents. *J Sports Sci* 2010;28:641-8.
13. 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.
14. Álvarez del Villar C. La preparación física del fútbol basada en el atletismo. *Gymnos*. Madrid. 1985.
15. Twisk JW, Kemper HC, van Mechelen W. Tracking of activity and fitness and the relationship with cardiovascular disease risk factors. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:1455-61.
16. Kemper HC, Twisk JW, van Mechelen W, Post GB, Roos JC, Lips P. A fifteen-year longitudinal study in young adults on the relation of physical activity and fitness with the development of the bone mass: The Amsterdam Growth And Health Longitudinal Study. *Bone* 2000;27:847-53.
17. Boletín Oficial del Estado. Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.
18. American Academy of Pediatrics. Physical fitness and activity in schools. *Pediatrics* 2000;105:1156-7.
19. Pate RR, Davis MG, Robinson TN, Stone EJ, McKenzie TL, Young JC. Promoting physical activity in children and youth: a leadership role for schools: a scientific statement from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Physical Activity Committee) in collaboration with

- the Councils on Cardiovascular Disease in the Young and Cardiovascular Nursing. *Circulation* 2006;114:1214-24.
20. Healthy People 2010. Leading health indicators (electronic material) [accessed 25 Oct 2005]. Available from: <http://www.healthypeople.gov/> 2000.
 21. Lee SM, Burgeson CR, Fulton JE, Spain CG. Physical education and physical activity: results from the School Health Policies and Programs Study 2006. *J Sch Health* 2007;77:435-63.
 22. US Department of Health and Human Services. Healthy People 2010. 2nd ed. Understanding and improving health and objectives for improving health. 2 vols. Washington, DC: US Government Printing Office; 2000.
 23. Katz DL, O'Connell M, Njike VY, Yeh MC, Nawaz H. Strategies for the prevention and control of obesity in the school setting: systematic review and meta-analysis. *Int J Obes (Lond)* 2008;32:1780-9.
 24. Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 1631/2006 de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Obligatoria Secundaria.
 25. Blair SN, Kohl HW, 3rd, Paffenbarger RS, Jr., Clark DG, Cooper KH, Gibbons LW. Physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy men and women. *JAMA* 1989;262:2395-401.
 26. Myers J, Prakash M, Froelicher V, Do D, Partington S, Atwood JE. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N Engl J Med* 2002;346:793-801.
 27. Gulati M, Pandey DK, Arnsdorf MF, et al. Exercise capacity and the risk of death in women: the St James Women Take Heart Project. *Circulation* 2003;108:1554-9.
 28. Sui X, LaMonte MJ, Laditka JN, et al. Cardiorespiratory fitness and adiposity as mortality predictors in older adults. *JAMA* 2007;298:2507-16.
 29. Ruiz JR, Sui X, Lobelo F, et al. Association between muscular strength and mortality in men: prospective cohort study. *BMJ* 2008;337:a439.
 30. Kodama S, Saito K, Tanaka S, 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.
 31. Ortega FB, Artero EG, Ruiz JR, et al. Physical fitness levels among European adolescents: the HELENA study. *Br J Sports Med* 2011;45:20-9.
 32. Kipping RR, Jago R, Lawlor DA. Obesity in children. Part 1: Epidemiology, measurement, risk factors, and screening. *BMJ* 2008;337:a1824.
 33. Lobstein T, Baur L, Uauy R, IASO (International Obesity TaskForce). Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obesity Reviews* 2004;5:Suppl, 1 S4-S104.
 34. Moreno LA, Sarria A, Fleta J, Rodriguez G, Bueno M. Trends in body mass index and overweight prevalence among children and adolescents in the region of Aragon (Spain) from 1985 to 1995. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2000;24:925-31.
 35. Jimenez-Pavon D, Ortega FB, Ruiz JR, et al. Influence of socioeconomic factors on fitness and fatness in Spanish adolescents: the AVENA study. *Int J Pediatr Obes* 2010;5:467-73.
 36. Martin-Matillas M, Ortega FB, Ruiz JR, et al. Adolescent's physical activity levels and relatives' physical activity engagement and encouragement: the HELENA study. *Eur J Public Health* 2010;[Epub ahead of print].
 37. Whitaker RC, Dietz WH. Role of the prenatal environment in the development of obesity. *J Pediatr* 1998;132:768-76.

38. Gutin B. Child obesity can be reduced with vigorous activity rather than restriction of energy intake. *Obesity (Silver Spring)* 2008;16:2193-6.
39. Ortega FB, Ruiz JR, Hurtig-Wennlof A, Sjostrom M. [Physically active adolescents are more likely to have a healthier cardiovascular fitness level independently of their adiposity status. The European youth heart study]. *Rev Esp Cardiol* 2008;61:123-9.
40. Janz KF, Dawson JD, Mahoney LT. Increases in physical fitness during childhood improve cardiovascular health during adolescence: the Muscatine Study. *Int J Sports Med* 2002;23 Suppl 1:S15-21.
41. Boreham CA, Murray L, Dedman D, Davey Smith G, Savage JM, Strain JJ. Birthweight and aerobic fitness in adolescents: the Northern Ireland Young Hearts Project. *Public Health* 2001;115:373-9.
42. Boreham C, Twisk J, Neville C, Savage M, Murray L, Gallagher A. Associations between physical fitness and activity patterns during adolescence and cardiovascular risk factors in young adulthood: the Northern Ireland Young Hearts Project. *Int J Sports Med* 2002;23 Suppl 1:S22-6.
43. Hasselstrom H, Hansen SE, Froberg K, Andersen LB. Physical fitness and physical activity during adolescence as predictors of cardiovascular disease risk in young adulthood. Danish Youth and Sports Study. An eight-year follow-up study. *Int J Sports Med* 2002;23 Suppl 1:S27-31.
44. Twisk JW, Kemper HC, van Mechelen W. Prediction of cardiovascular disease risk factors later in life by physical activity and physical fitness in youth: general comments and conclusions. *Int J Sports Med* 2002;23 Suppl 1:S44-9.
45. Eisenmann JC, Wickel EE, Welk GJ, Blair SN. 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.
46. Ferreira I, Henry RM, Twisk JW, et al. The metabolic syndrome, cardiopulmonary fitness, and subcutaneous trunk fat as independent determinants of arterial stiffness: the Amsterdam Growth and Health Longitudinal Study. *Arch Intern Med* 2005;165:875-82.
47. Srinivasan SR, Berenson GS. Childhood lipoprotein profiles and implications for adult coronary artery disease: the Bogalusa Heart Study. *Am J Med Sci* 1995;310 Suppl 1:S62-7.
48. McGill HC, Jr., McMahan CA, Malcom GT, Oalman MC, Strong JP. Effects of serum lipoproteins and smoking on atherosclerosis in young men and women. The PDAY Research Group. Pathobiological Determinants of Atherosclerosis in Youth. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 1997;17:95-106.
49. Berenson GS, Srinivasan SR, Bao W, Newman WP, 3rd, Tracy RE, Wattigney WA. Association between multiple cardiovascular risk factors and atherosclerosis in children and young adults. The Bogalusa Heart Study. *N Engl J Med* 1998;338:1650-6.
50. Strong JP, Malcom GT, McMahan CA, et al. Prevalence and extent of atherosclerosis in adolescents and young adults: implications for prevention from the Pathobiological Determinants of Atherosclerosis in Youth Study. *JAMA* 1999;281:727-35.
51. Garcia-Artero E, Ortega FB, Ruiz JR, et al. [Lipid and metabolic profiles in adolescents are affected more by physical fitness than physical activity (AVENA study)]. *Rev Esp Cardiol* 2007;60:581-8.
52. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, et al. [Low level of physical fitness in Spanish adolescents. Relevance for future cardiovascular health (AVENA study)]. *Rev Esp Cardiol* 2005;58:898-909.

53. Tomkinson GR, Olds TS. Secular changes in pediatric aerobic fitness test performance: the global picture. *Med Sport Sci* 2007;50:46-66.
54. Gonzalez-Gross M, Castillo MJ, Moreno L, et al. [Feeding and assessment of nutritional status of spanish adolescents (AVENA study). Evaluation of risks and interventional proposal. I.Methodology]. *Nutr Hosp* 2003;18:15-28.
55. Moreno LA, Joyanes M, Mesana MI, et al. Harmonization of anthropometric measurements for a multicenter nutrition survey in Spanish adolescents. *Nutrition* 2003;19:481-6.
56. Carreras-Gonzalez G, Ordonez-Llanos J. [Adolescence, physical activity, and metabolic cardiovascular risk factors]. *Rev Esp Cardiol* 2007;60:565-8.
57. McKenzie TL, Nader PR, Strikmiller PK, et al. School physical education: effect of the Child and Adolescent Trial for Cardiovascular Health. *Prev Med* 1996;25:423-31.
58. McKenzie TL, Stone EJ, Feldman HA, et al. Effects of the CATCH physical education intervention: teacher type and lesson location. *Am J Prev Med* 2001;21:101-9.
59. Harrell JS, McMurray RG, Bangdiwala SI, Frauman AC, Gansky SA, Bradley CB. Effects of a school-based intervention to reduce cardiovascular disease risk factors in elementary-school children: the Cardiovascular Health in Children (CHIC) study. *J Pediatr* 1996;128:797-805.
60. Parcel GS, Simons-Morton BG, O'Hara NM, Baranowski T, Kolbe LJ, Bee DE. School promotion of healthful diet and exercise behavior: an integration of organizational change and social learning theory interventions. *J Sch Health* 1987;57:150-6.
61. Simons-Morton BG, Taylor WC, Snider SA, Huang IW, Fulton JE. Observed levels of elementary and middle school children's physical activity during physical education classes. *Prev Med* 1994;23:437-41.
62. Pate RR, Ward DS, Saunders RP, Felton G, Dishman RK, Dowda M. Promotion of physical activity among high-school girls: a randomized controlled trial. *Am J Public Health* 2005;95:1582-7.
63. Dishman RK, Motl RW, Saunders R, et al. Enjoyment mediates effects of a school-based physical-activity intervention. *Med Sci Sports Exerc* 2005;37:478-87.
64. Motl RW, Dishman RK, Ward DS, et al. Perceived physical environment and physical activity across one year among adolescent girls: self-efficacy as a possible mediator? *J Adolesc Health* 2005;37:403-8.
65. Sachdev HS, Fall CH, Osmond C, et al. Anthropometric indicators of body composition in young adults: relation to size at birth and serial measurements of body mass index in childhood in the New Delhi birth cohort. *Am J Clin Nutr* 2005;82:456-66.
66. McKenzie TL, Sallis JF, Prochaska JJ, Conway TL, Marshall SJ, Rosengard P. Evaluation of a two-year middle-school physical education intervention: M-SPAN. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36:1382-8.
67. Davis SM, Clay T, Smyth M, et al. Pathways curriculum and family interventions to promote healthful eating and physical activity in American Indian schoolchildren. *Prev Med* 2003;37:S24-34.
68. McKenzie TL, Sallis JF, Kolody B, Faucette FN. Long-term effects of a physical education curriculum and staff development program: SPARK. *Res Q Exerc Sport* 1997;68:280-91.
69. Sallis JF, McKenzie TL, Alcaraz JE, Kolody B, Faucette N, Hovell MF. The effects of a 2-year physical education program (SPARK) on physical activity and fitness in elementary school students. *Sports, Play and Active Recreation for Kids. Am J Public Health* 1997;87:1328-34.

70. Moe SG, Pickrel J, McKenzie TL, Strikmiller PK, Coombs D, Murrie D. Using school-level interviews to develop a Multisite PE intervention program. *Health Educ Behav* 2006;33:52-65.
71. Stevens J, Murray DM, Baggett CD, et al. Objectively Assessed Associations between Physical Activity and Body Composition in Middle-School Girls: The Trial of Activity for Adolescent Girls. *Am J Epidemiol* 2007.
72. Stevens J, Murray DM, Catellier DJ, et al. Design of the Trial of Activity in Adolescent Girls (TAAG). *Contemp Clin Trials* 2005;26:223-33.
73. Yin Z, Moore JB, Johnson MH, 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:S40-5.
74. 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.
75. Katz DL, Cushman D, Reynolds 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.
76. Zahner L, Puder JJ, Roth R, et al. A school-based physical activity program to improve health and fitness in children aged 6-13 years ("Kinder-Sportstudie KISS"): study design of a randomized controlled trial [ISRCTN15360785]. *BMC Public Health* 2006;6:147.
77. Kriemler S, Zahner L, Schindler C, 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.
78. Foster GD, Linder B, Baranowski T, et al. A school-based intervention for diabetes risk reduction. *N Engl J Med* 2010;363:443-53.
79. McMurray RG, Bassin S, Jago R, et al. Rationale, design and methods of the HEALTHY study physical education intervention component. *Int J Obes (Lond)* 2009;33 Suppl 4:S37-43.
80. Gillis B, Mobley C, Stadler DD, et al. Rationale, design and methods of the HEALTHY study nutrition intervention component. *Int J Obes (Lond)* 2009;33 Suppl 4:S29-36.
81. Hirst K, Baranowski T, DeBar L, et al. HEALTHY study rationale, design and methods: moderating risk of type 2 diabetes in multi-ethnic middle school students. *Int J Obes (Lond)* 2009;33 Suppl 4:S4-20.
82. Schneider M, Hall WJ, Hernandez AE, et al. Rationale, design and methods for process evaluation in the HEALTHY study. *Int J Obes (Lond)* 2009;33 Suppl 4:S60-7.
83. Venditti EM, Elliot DL, Faith MS, et al. Rationale, design and methods of the HEALTHY study behavior intervention component. *Int J Obes (Lond)* 2009;33 Suppl 4:S44-51.
84. Kemper HC, Verschuur R, Ras KG, Snel J, Splinter PG, Tavecchio LW. Effect of 5-versus 3-lessons-a-week physical education program upon the physical development of 12 and 13 year old schoolboys. *J Sports Med Phys Fitness* 1976;16:319-26.
85. Glasgow RE, Vogt TM, Boles SM. Evaluating the public health impact of health promotion interventions: the RE-AIM framework. *Am J Public Health* 1999;89:1322-7.
86. 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.

87. Thivel D, Isacco L, Lazaar N, et al. Effect of a 6-month school-based physical activity program on body composition and physical fitness in lean and obese schoolchildren. *Eur J Pediatr* 2011.
88. 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.
89. Carrel AL, Clark RR, Peterson SE, Nemeth BA, Sullivan J, Allen DB. Improvement of fitness, body composition, and insulin sensitivity in overweight children in a school-based exercise program: a randomized, controlled study. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2005;159:963-8.
90. Rosenbaum M, Nonas C, Weil R, et al. School-based intervention acutely improves insulin sensitivity and decreases inflammatory markers and body fatness in junior high school students. *J Clin Endocrinol Metab* 2007;92:504-8.
91. Trevino RP, Yin Z, Hernandez A, Hale DE, Garcia OA, Mobley C. Impact of the Bienestar school-based diabetes mellitus prevention program on fasting capillary glucose levels: a randomized controlled trial. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2004;158:911-7.
92. 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.
93. Walther C, Adams V, Bothur I, et al. Increasing physical education in high school students: effects on concentration of circulating endothelial progenitor cells. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2008;15:416-22.
94. Walther C, Gaede L, Adams V, 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.
95. 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.
96. Stone EJ, McKenzie TL, Welk GJ, Booth ML. Effects of physical activity interventions in youth. Review and synthesis. *Am J Prev Med* 1998;15:298-315.
97. Baranowski T, Klesges LM, Cullen KW, Himes JH. Measurement of outcomes, mediators, and moderators in behavioral obesity prevention research. *Prev Med* 2004;38 Suppl:S1-13.
98. 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.
99. Ribeiro IC, Parra DC, Hoehner CM, et al. School-based physical education programs: evidence-based physical activity interventions for youth in Latin America. *Glob Health Promot* 2010;17:5-15.
100. Summerbell CD, Waters E, Edmunds LD, Kelly S, Brown T, Campbell KJ. Interventions for preventing obesity in children. *Cochrane Database Syst Rev* 2005:CD001871.
101. 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.
102. 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.

103. Sallis JF, McKenzie TL, Kolody B, Lewis M, Marshall S, Rosengard P. Effects of health-related physical education on academic achievement: project SPARK. *Res Q Exerc Sport* 1999;70:127-34.
104. Rasberry CN, Lee SM, Robin L, et al. The association between school-based physical activity, including physical education, and academic performance: A systematic review of the literature. *Prev Med* 2011.
105. Trudeau F, Shephard RJ. Physical education, school physical activity, school sports and academic performance. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2008;5:10.
106. Tomporowski PD, Davis CL, Miller PH, Naglieri JA. Exercise and Children's Intelligence, Cognition, and Academic Achievement. *Educ Psychol Rev* 2008;20:111-31.
107. Hillman CH, Erickson KI, Kramer AF. Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nat Rev Neurosci* 2008;9:58-65.
108. Fox CK, Barr-Anderson D, Neumark-Sztainer D, Wall M. Physical activity and sports team participation: associations with academic outcomes in middle school and high school students. *J Sch Health* 2010;80:31-7.
109. Sibley BA, Etnier JL. The relationship between physical activity and cognition in children: a meta-analysis. *Pediatric Exercise Science* 2003;15:243-56.
110. Chomitz VR, Slining MM, McGowan RJ, Mitchell SE, Dawson GF, Hacker KA. Is there a relationship between physical fitness and academic achievement? Positive results from public school children in the northeastern United States. *J Sch Health* 2009;79:30-7.
111. Ruiz JR, Ortega FB, Castillo R, et al. Physical activity, fitness, weight status, and cognitive performance in adolescents. *J Pediatr* 2010;157:917-22 e1-5.
112. Carlson SA, Fulton JE, Lee SM, et al. Physical education and academic achievement in elementary school: data from the early childhood longitudinal study. *Am J Public Health* 2008;98:721-7.
113. Ericsson I. Motor skills, attention and academic achievements: an intervention study in school years 1-3. *British Educational Research Journal* 2008;34:301-13.
114. Ortega FB, Chillón P, Ruiz JR, et al. [Effects of a six months nutritional- and physical activity-based intervention program on body composition in school-age adolescents]. *Rev Esp Pediatr* 2004;60:283-90.
115. Chillón P. Efectos de un programa de intervención de educación física para la salud en adolescentes de 3º de ESO [PhD Thesis]. Granada: University of Granada; 2005.
116. Salcedo Aguilar F, Martinez-Vizcaino V, Sanchez Lopez M, et al. Impact of an after-school physical activity program on obesity in children. *J Pediatr* 2010;157:36-42 e3.
117. Martinez Vizcaino V, Salcedo Aguilar F, Franquelo Gutierrez R, et al. Assessment of an after-school physical activity program to prevent obesity among 9- to 10-year-old children: a cluster randomized trial. *Int J Obes (Lond)* 2008;32:12-22.
118. Baquet G, Guinhouya C, Dupont G, Nourry C, Berthoin S. Effects of a short-term interval training program on physical fitness in prepubertal children. *J Strength Cond Res* 2004;18:708-13.
119. Benson AC, Torode ME, Fiatarone Singh MA. A rationale and method for high-intensity progressive resistance training with children and adolescents. *Contemp Clin Trials* 2007;28:442-50.
120. Yin Z, Hanes J, Jr., Moore JB, Humbles P, Barbeau P, Gutin B. An after-school physical activity program for obesity prevention in children: the Medical College of Georgia FitKid Project. *Eval Health Prof* 2005;28:67-89.

121. Harrell JS, McMurray RG, Bangdiwala SI, Frauman AC, Gansky SA, Bradley CB. Effects of a school-based intervention to reduce cardiovascular disease risk factors in elementary-school children: the Cardiovascular Health in Children (CHIC) study. *J Pediatr* 1996;128:797-805.
122. 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.
123. McKenzie TL, Sallis JF, Nader PR. SOFIT: system for observing fitness instruction time. *J Teach Phys Educ* 1991;11:195-205.
124. 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.
125. Pollatschek JL, O'Hagan FJ. An investigation of the psycho-physical influences of a quality daily physical education programme. *Health Educ Res* 1989;4:341-50.
126. Resaland GK, Mamen A, Anderssen SA, Andersen LB. Cardiorespiratory fitness and body mass index values in 9-year-old rural Norwegian children. *Acta Paediatr* 2009;98:687-92.
127. 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.
128. Ravens-Sieberer U, Bullinger M. Assessing health-related quality of life in chronically ill children with the German KINDL: first psychometric and content analytical results. *Qual Life Res* 1998;7:399-407.
129. Dwyer T, Coonan WE, Leitch DR, Hetzel BS, Baghurst RA. An investigation of the effects of daily physical activity on the health of primary school students in South Australia. *Int J Epidemiol* 1983;12:308-13.
130. Ahamed Y, Macdonald H, Reed K, Naylor PJ, Liu-Ambrose T, McKay H. School-based physical activity does not compromise children's academic performance. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39:371-6.
131. Coe DP, Pivarnik JM, Womack CJ, Reeves MJ, Malina RM. Effect of physical education and activity levels on academic achievement in children. *Med Sci Sports Exerc* 2006;38:1515-9.
132. Ericsson I. Lokal skolutveckling i Lund: MUGI Motorisk Utveckling som Grund för Inläring. Lund: Skolkansliet i Lund, rapport 1-4. 1985-87.
133. McLeod J, Anderson J. GAPADOL Reading Comprehension. Manual. Heinemann Educational, London. 1973.
134. Barker Lunn JC. The development of scales to measure junior school children's attitudes. *Br J Educ Psychol* 1969;39:64-71.
135. Psychological-Testing-Corporation. Complete battery, Metropolitan achievement tests, 6th ed. San Diego, CA: Harcourt, Brace, Jovanovich. 1990.

VIII. Objetivos

El objetivo general de esta Tesis ha sido estudiar el efecto que un programa de intervención, centrado en el incremento de la EF en el marco escolar, tiene sobre diversos marcadores de salud y el rendimiento cognitivo/académico en escolares de 12 a 14 años.

Los objetivos específicos abordados en esta Tesis fueron:

Objetivo I. Diseñar un programa de intervención basado en el incremento del volumen e intensidad de las sesiones de EF en el marco escolar con los mismos objetivos y contenidos didácticos que persigue el currículo oficial, haciendo especial hincapié en la mejora de la condición física, y analizar el índice y causas de abandono/adhesión al programa (**artículo I**).

Objetivos II, III, y IV. Evaluar los efectos de un programa educativo de intervención basado en aumentar el volumen o número de sesiones de EF por semana y la intensidad de las sesiones de EF sobre diferentes parámetros de salud en adolescentes escolarizados, concretamente:

- condición física y composición corporal (Objetivo II, **artículo II**)
- perfil lipídico (Objetivo III, **artículo III**).
- rendimiento cognitivo y académico (Objetivo IV, **artículo IV**).

VIII. Aims

The overall aim of this Thesis was to assess the effect of a school-based program focused on increasing PE at school on several health markers and cognitive/academic performance in 12-14 years students.

The specific objectives addressed in this Thesis were:

Objective I. To design a school-based PE intervention focused on increasing the volume and intensity of PE sessions, with particular emphasis on improving the physical fitness as an additional objective, and to analyze the rates and reasons of adherence/dropout to the program (**paper I**).

Objectives II, III and IV. To assess the effects of a school-based program focused on increasing the number of PE sessions per week, and increasing the intensity of sessions on different health parameters in school-age adolescents, particularly:

- physical fitness and body composition (**Objective II, paper II**)
- lipid profile (**Objective III, paper III**).
- cognitive performance and academic achievement (**Objective IV, paper IV**).

IX. Métodos [Methods]

La presente Tesis Doctoral se basa en datos del estudio EDUFIT (Figura 1). La información metodológica general del estudio se resume en el artículo I.

[The current Thesis is based on data from the EDUFIT study (Figure 1). The relevant methodological information has been summarised in paper I].

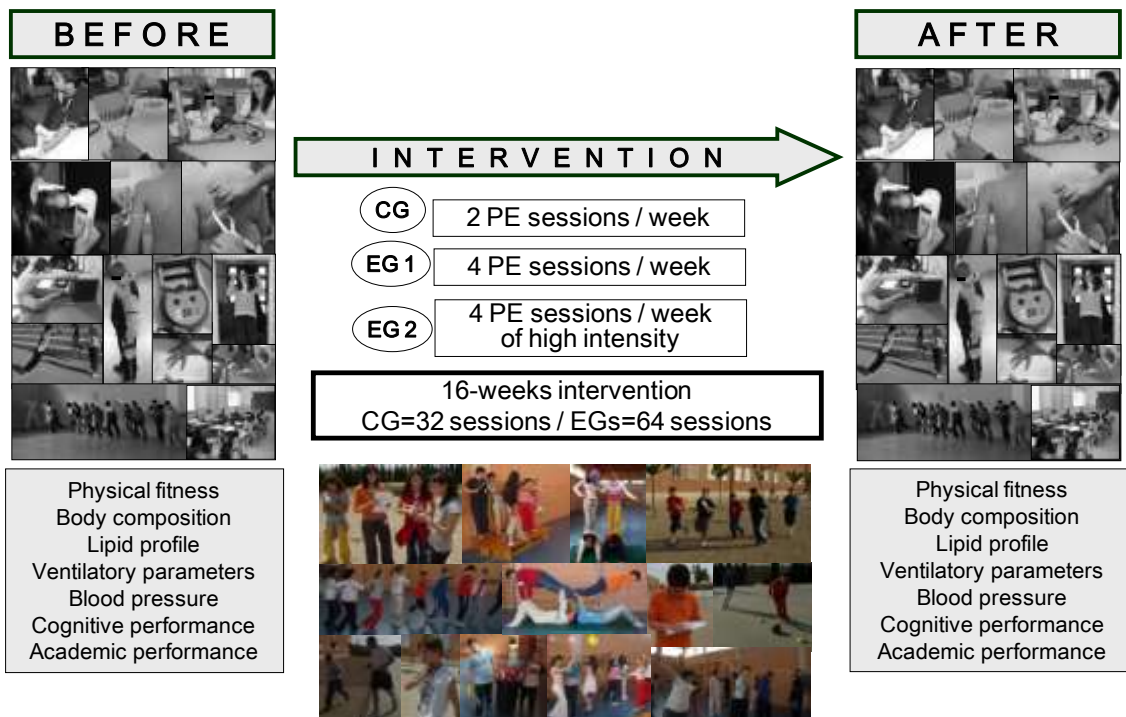


Figure 1. EDUFIT study design: independent and dependent variables.

Table 3. Summary table of the methodology used in the current PhD thesis.

Papers	Study design	Subjects	Participants Groups Pre-Postest	Main studied variables	Methods
I. Educando para mejorar el estado de forma física, estudio EDUFIT: antecedentes, diseño, metodología y análisis del abandono/adhesión al estudio	Method description and Cross-sectional (dropout analysis)	♂: 43 ♀: 24 Age: 12-14y	CG: 18 EG1: 26 EG2: 24	Physical fitness (CRF, MF, SA, Flexibility), sexual maturation, anthropometry and body composition (weight, height, skinfold thicknesses, circumferences, BMI, WC, W:H ratio, %BF, FFM), blood measurements (TC, HDLc, LDLc, triglycerides, glucose), blood pressure, cognitive performance and academic achievement.	Fitness: 20m SRT (CRF), handgrip, standing broad jump, bent arm hang (MF), 4x10m SRT (SA), sit and reach (flexibility). Stage by Tanner. Anthropometric standard procedures (Holtain skinfold caliper). Antecubital serum sample. Manual oscillometric device aneroid (Riester). IGF test. Academic results. PA questionnaire.
II. Mejora de la Condición Física en Adolescentes a través de un Programa de Intervención Educativa: Estudio EDUFIT [Improving physical fitness in adolescents through a school-based intervention: the EDUFIT study]	Group-RCT	♂: 43 ♀: 24 Age: 12-14y	CG: 18-18 EG1: 26-25 EG2: 23-23	Physical fitness (CRF, muscular fitness, SA, flexibility), sexual maturation and anthropometry (weight, height, skinfold thicknesses, BMI, WC, W:H ratio, %BF, FFM).	20m SRT, standing broad jump, 4x10m SRT, sit and reach. Anthropometric standard procedures. Scale, Holtain skinfold caliper. PA questionnaire. Tanner stages.
III. Effects on adolescents' lipid profile of a fitness-enhancing intervention in the school setting: the EDUFIT study	Group-RCT	♂: 43 ♀: 24 Age: 12-14y	CG: 13-15 EG1: 22-21 EG2: 17-20	Blood measurements (TC, HDLc, LDLc, triglycerides, glucose) and blood pressure (systolic and diastolic pressure).	Antecubital serum sample. Manual oscillometric device aneroid (Riester).
IV. A school-based Physical Education randomized trial improves adolescents' cognitive performance and academic achievement: the EDUFIT study	Group-RCT	♂: 43 ♀: 24 Age: 12-14y	CG: 18-17 EG1: 26-20 EG2: 23-17	Cognitive performance (Non-verbal and verbal ability, abstract reasoning, spatial ability, verbal reasoning, numerical ability, and overall cognitive performance) and academic achievement.	IGF test. School grades.

♂, boys; ♀, girls; %BF, percentage body fat; BMI, body mass index; CRF, cardiorespiratory fitness; FFM, fat free mass; HDLc, high-density lipoprotein cholesterol; IGF, Inteligencia General Factorial [*Overall and Factorial Intelligence*]; LDLc, low-density lipoprotein cholesterol; MF, muscular fitness; PA, physical activity; RCT, Randomized Controlled Trial; SA, speed/agility; SRT, shuttle run test; TC, total cholesterol; WC, waist circumference; W:H ratio, waist to hip ratio.

Descripción metodológica y análisis del abandono/adhesión
(Artículo I)

Methodological description and dropout analysis (Paper I)

**Educando para mejorar el estado de forma física,
estudio EDUFIT: antecedentes, diseño, metodología y
análisis del abandono/adhesión al estudio**

Arday DN, Fernández-Rodríguez JM, Chillón P, Artero
EG, España-Romero V, Jiménez-Pavón D, Ruiz JR,
Guirado-Escámez C, Castillo MJ, Ortega FB

Rev Esp Salud Publica

2010;84(2):151-68

COLABORACIÓN ESPECIAL**EDUCANDO PARA MEJORAR EL ESTADO DE FORMA FÍSICA, ESTUDIO EDUFIT: ANTECEDENTES, DISEÑO, METODOLOGÍA Y ANÁLISIS DEL ABANDONO/ADHESIÓN AL ESTUDIO**

Daniel N Ardoy (1,2), Juan M Fernández-Rodríguez (2), Palma Chillón (3), Enrique G Artero (1), Vanesa España-Romero (1,4), David Jiménez-Pavón (1,5), Jonatan R Ruiz (1,4), Carmen Guirado-Escámez (6), Manuel J Castillo (1), Francisco B Ortega (1,4)

(1) Departamento de Fisiología Médica. Facultad de Medicina. Universidad de Granada. Granada.

(2) Departamento de Educación Física. IES. La Basílica. Consejería de Educación, Formación y Empleo. Murcia.

(3) Departamento de Educación Física y Deportiva. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Universidad de Granada. Granada.

(4) Unit for Preventive Nutrition, Department of Biosciences and Nutrition, Karolinska Institutet, Huddinge (Stockholm). Sweden.

(5) Departamento de Educación Física, Escuela Universitaria de Magisterio "Sagrado Corazón", Universidad de Córdoba. Córdoba.

(6) Atención primaria. Centro de Salud de Bullas. Murcia.

RESUMEN

El nivel de forma física es un potente indicador del estado de salud cardiovascular ya desde edades tempranas. Mejorar el nivel de condición física es una necesidad educativa ya que contribuye a aumentar la salud pública y el bienestar presente y futuro. El objeto del presente artículo es describir la metodología y diseño de un proyecto educativo diseñado con esta finalidad, denominado EDUFIT (EDUcación para el FITness). EDUFIT se llevó a cabo en 2007 y participaron 67 escolares de 13±1 años, pertenecientes a tres clases de Enseñanza Secundaria. Las clases fueron aleatoriamente asignadas a grupo control (GC), grupo experimental 1 (GE1) o grupo experimental 2 (GE2). El GC recibió 2 sesiones de educación física por semana, el GE1 recibió 4 sesiones (incremento del volumen) y el GE2 recibió 4 sesiones de alta intensidad (incremento del volumen+intensidad). Al inicio y tras 16 semanas de intervención se

ABSTRACT**Physical Fitness Enhancement Through Education, EDUFIT Study: Background, Design, Methodology and Dropout Analysis**

Physical fitness is a powerful marker of cardiovascular health already at early stages in life. To promote physical fitness enhancement from the school is therefore needed. The present study describes a school intervention program specifically designed for these purposes, called EDUFIT (EDUcation for FITness). The study was carried out in 2007 and comprised 67 adolescents aged 13±1 years

Correspondencia:

Daniel Navarro Ardoy

Instituto de Enseñanza Secundaria La Basílica.

Plaza Joaquín Olmedo s/n.

30157. Algezares

Murcia

Teléfono: +34 968.841.018 / +34 695 669 112. Telefax: +34

968.844.901.

daninardoy@hotmail.com

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 a fondos FEDER del Ministerio de Educación y Ciencia (Acciones Complementarias DEP2007-29933-E) y del 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 predoctorales y post-doctorales del Ministerio de Educación y Ciencia (AP-2005-3827, AP2005-4358, EX-2007-1124, EX-2008-0641). El contenido de este artículo refleja exclusivamente la visión de sus autores, no siendo responsable la Comisión Europea del uso que se pueda hacer de la información en él contenida. Ninguno de los autores tiene conflicto de intereses.

valoró: condición física, composición corporal, perfil lipídico-metabólico, parámetros ventilatorios, tensión arterial, y rendimiento cognitivo y escolar. La intervención fue viable y tuvo buena aceptación entre el alumnado, padres y centro educativo. Se observaron altas tasas de participación (96%, n=67) y de adhesión al programa (84%, n=56). El análisis de adhesión/abandono mostró que, aunque no llega a ser una diferencia significativa ($0,1 > P > 0,05$), los adolescentes que completaron el programa mostraron mejores valores en capacidad cognitiva y rendimiento académico, y peores en adiposidad, tensión diastólica, fuerza de prensión manual y presión espiratoria máxima. La hipótesis del estudio EDUFIT es que duplicar el número de clases de educación física por semana mejorará la condición física de los adolescentes. Si dicha hipótesis se constata, las implicaciones desde el punto de vista de salud pública podrían ser importantes.

Palabras clave: Educación física. Adhesión. Condición física. Salud. Adolescentes.

from a secondary school who belonged to three different classes. The classes were randomly allocated to control group (CG), experimental group 1 (EG1) and experimental group 2 (EG2). The CG was involved in 2 physical education sessions/week, the EG1 was involved in 4 physical education sessions/week (volume increased) and the EG2 was involved in 4 physical education sessions/week of high intensity (volume+intensity increased). Several health parameters were assessed before and after a 16-weeks intervention: physical fitness, body composition, lipid-metabolic profile, ventilatory parameters, blood pressure, and cognitive and academic performance. The intervention was feasible and well-tolerated. There were high participation and adherence rates, i.e. 96% (n=67) and 84% (n=56) respectively. Yet not always significant ($0,1 > P > 0,05$), we observed that the adolescents who satisfactory complete the program showed better cognitive and academic performance, and worse levels of adiposity, diastolic tension, handgrip strength and maximal expiratory pressure. The hypothesis of the EDUFIT study is that to double the number of physical education classes will improve physical fitness in adolescents. The confirmation of the hypothesis could have important public health implications.

Key words: Physical education and Training. Guideline Adherence. Physical fitness. Adolescent.

INTRODUCCIÓN

El nivel de condición o forma física de una persona es una medida de su capacidad para realizar un esfuerzo físico o soportar una sobrecarga¹. La evaluación de la condición física constituye una medida integrada de todas las funciones y estructuras que intervienen en la realización de actividad física o ejercicio. Estas funciones son la músculo-esquelética, cardio-respiratoria, hemato-circulatoria, endocrino-metabólica y psico-neurológica. Un alto nivel de condición física implica una buena respuesta fisiológica de todas ellas. Por el contrario, tener un bajo nivel de condición física podría indicar un mal funcionamiento de una o varias de esas funciones. Ésta es en esencia la explicación fisiológica que sostiene la fuerte y consistente asociación observada en adultos entre nivel de condición física y morbilidad o mortalidad por todas las causas y en especial por causa cardiovascular²⁻⁶. Además, en los últimos años se han desarrollado numerosos estudios científicos que sugieren que la condición física es un potente indicador (y predictor) del estado de salud ya desde la infancia y adolescencia⁷⁻⁹, la cual está asociada a la práctica de actividad física y alimentación¹⁰.

Los datos disponibles a nivel mundial informan de un importante descenso de los niveles de condición física en niños y adolescentes¹¹, así como de un bajo nivel de condición física en adolescentes españoles en comparación con los de otros países¹². Este hecho se asocia a las alarmantes cifras de sobrepeso y obesidad en el ámbito nacional¹⁰.

Datos recientes procedentes de adolescentes europeos muestran también bajos niveles de condición física¹³. Esta situación lleva a la necesidad de diseñar estrategias que mejoren el nivel de condición física de los adolescentes en el marco escolar y sus implicaciones en materia de salud pública^{14,15}.

El presente trabajo describe un estudio de intervención escolar (EDUFIT: EDUcación para el FITness) orientado a mejorar la condición física de escolares que cursan la Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO). Además de los resultados que se deriven de esta intervención, la publicación de su diseño y metodología tiene importantes implicaciones, tal y como han puesto de manifiesto estudios similares¹⁶⁻¹⁸. El estudio puede ser críticamente evaluado por la calidad de su metodología, independientemente de los resultados que se obtengan. Además,

si un artículo metodológico está bien planteado y redactado, lo más probable es que los resultados serán también publicados, incluso si son negativos. Un artículo metodológico hace posible una descripción más detallada y minuciosa de la muestra de estudio, diseño experimental, características de la intervención, etc, que un artículo regular. Todo ello permite a investigadores, y en el caso del presente trabajo también a docentes, implementar intervenciones de similares características teniendo en cuenta las particularidades pedagógicas y educativas utilizadas en las Unidades Didácticas y sesiones realizadas.

DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA Y DISEÑO DEL ESTUDIO

Objetivo general del estudio EDUFIT

Evaluar los efectos de un programa de actividad física de 16 semanas en el ámbito educativo sobre el nivel de condición física, rendimiento escolar e índices de salud metabólica y cardiovascular. Se analizará también si los posibles cambios en la condición física son o no causa de cambios en el resto de indicadores del estado de salud del adolescente.

Muestra y diseño

El estudio (registrado en clinicaltrials.org: NCT01098968) se llevó a cabo en 2007. Los adolescentes debían estar matriculados en el centro de enseñanza secundaria donde se realizó y se propuso participar a todos los alumnos del curso que no presentaran enfermedad o lesión parcial/crónica que les impidiese intervenir en clases de Educación física (EF). De los 70 adolescentes (43 niños y 27 niñas) invitados a participar en el presente estudio, 67 aceptaron (43 niños y 24 niñas) (96% de participación) (figura 1). Los participantes de edades comprendidas entre 12 y 14 años estaban matriculados en 1º de ESO en un Instituto de la Región de Murcia

(sur-este de España) y pertenecían a tres grupos diferentes. Por cuestiones prácticas y por la naturaleza del estudio (intervención centrada en la realidad y contexto escolar) los tres grupos fueron las propias clases establecidas previamente por el Centro (grupos naturales). A cada clase se le asignó de forma aleatoria uno de los grupos de estudio: grupo control (GC), grupo experimental 1 (GE1) o grupo experimental 2 (GE2). Este tipo de diseño experimental es conocido como «ensayo controlado de grupos naturales distribuidos aleatoriamente».

El GC (n=18) recibió las 2 sesiones de EF por semana que establece la normativa vigente¹⁹. Este grupo reproduce la dosis y contenido de EF que se imparte en los centros educativos españoles (2 sesiones por semana de 55 minutos cada una) y por tanto, sirve de control. El GE1 (n=26) duplica la carga docente y de actividad física que viene determinada por la asignatura de EF (4 sesiones por semana). La comparación de este grupo con el GC pretende evaluar el efecto que tendría duplicar el tiempo dedicado a la asignatura de EF que se imparte actualmente en los centros educativos españoles. El GE2 (n=24) recibe también 4 sesiones de EF por semana, sin alterar los elementos curriculares aplicados en los otros grupos (objetivos, contenidos y criterios de evaluación), pero haciendo especial hincapié en incrementar la intensidad de las sesiones. Análisis comparativos entre GE2 y los otros dos grupos ofrecerán información relevante acerca de los efectos de incrementar el volumen (número de sesiones de EF por semana) y la intensidad de las sesiones sobre diferentes parámetros de salud. Por cuestiones prácticas y de organización del centro, las sesiones extra de EF se realizaron por la tarde en lugar de por la mañana, en días que no tuvieran clase oficial de EF (tanto en el GE1 como en el GE2). Sin embargo, se mantuvo de forma estricta la estructura y condiciones reales de las sesiones de EF realizadas en horario matutino, de cara a obtener resultados transferibles a la realidad. Ello

implica que 4 de los 5 días lectivos tenían clase de EF. La figura 1 muestra el número de adolescentes pertenecientes a cada grupo, muestra completa y por género, en las diferentes fases del estudio.

Los participantes fueron valorados inmediatamente antes y después de aplicar el programa de intervención. Más adelante se describe en detalle en qué consistió el programa de intervención (variable independiente) así como los parámetros de salud evaluados (variables dependientes/resultado).

Consideraciones éticas

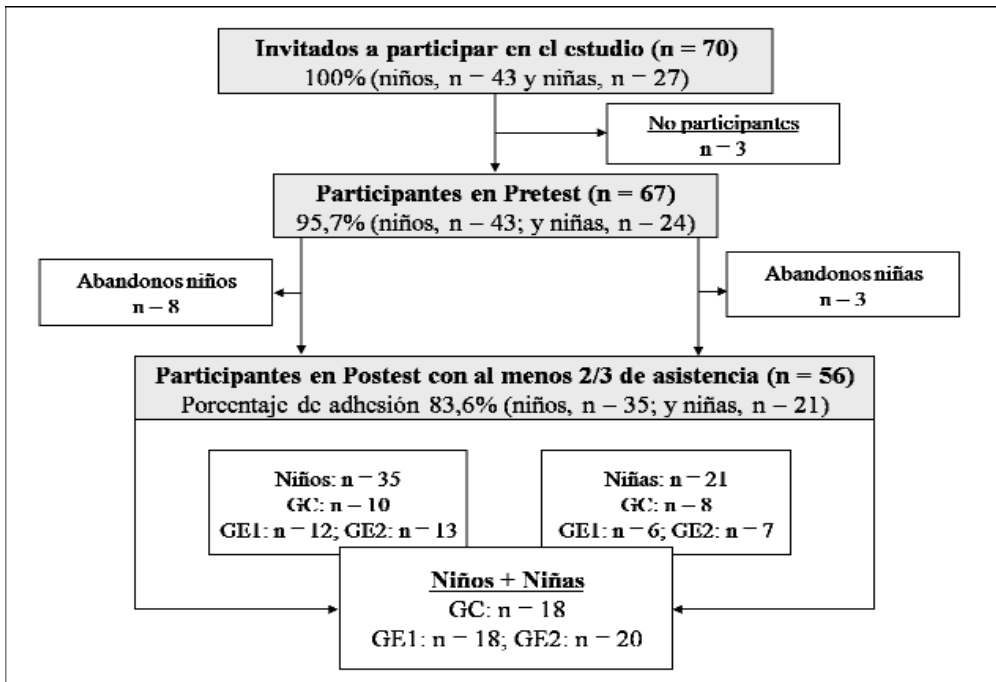
El estudio se llevó a cabo siguiendo las normas deontológicas reconocidas en la Declaración de Helsinki²⁰ y siguiendo las recomendaciones de Buena Práctica Clínica

de la CEE²¹, así como la normativa española que regula la investigación clínica en humanos²². Se informó, en detalle, a padres/tutores y adolescentes acerca del protocolo y objeto del estudio. La firma del consentimiento informado por parte de ambos fue requisito indispensable para poder participar. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de Investigación Humana de la Universidad de Granada.

El contenido de las hojas de recogida de datos, así como los documentos generados durante todo el estudio, está protegido de usos no permitidos por personas ajenas a esta investigación, siendo la información generada estrictamente confidencial, permitiéndose, sin embargo, su inspección por las Autoridades Sanitarias si ello fuera requerido. A título informativo y de manera individual, a cada interesado se le facilitaron los

Figura 1

Diagrama de flujo de los participantes incluidos en el estudio y seguimiento.
GC, grupo control; GE, grupo experimental



principales resultados obtenidos, y en caso de detectar algún problema de salud, se informó a la familia.

Descripción del programa de intervención

Se aplicó un programa de EF orientado a la mejora de la condición física, basado fundamentalmente en el incremento del volumen (doble de sesiones de EF/semana, GE1) y la intensidad (doble de sesiones de EF/semana de alta intensidad, GE2) de EF. Dicho programa se compuso de cinco unidades didácticas (temas propios de EF) que contienen 64 sesiones (para GE1 y GE2, y de 32 en el GC), impartidas durante 16 semanas entre los meses de febrero y mayo de 2007, por el mismo docente asignado durante el inicio del curso escolar, en las que se desarrollaron los contenidos anuales planificados atendiendo a las orientaciones del Decreto Curricular Base vigente para 1º de la ESO. En todos los grupos se trabajaron los mismos contenidos incluyendo unidades didácticas (temas) y sesiones que cubrían los bloques de contenidos: condición física y salud, juegos y deportes, cualidades motrices personales, expresión corporal y actividades en el medio natural. En el GE1 se impartían las mismas sesiones que en el GC, duplicando el volumen con sesiones de refuerzo con mismos objetivos, contenidos y metodología; en el GE2, los objetivos y contenidos también eran los mismos, pero añadiendo de forma transversal una alta intensidad en todas las sesiones. Para ello, se modificó la metodología, estrategias didácticas y actividades de enseñanza-aprendizaje, estableciendo rutinas de calentamiento y actividades de mayor intensidad.

La presente intervención fue diseñada para adaptarse estrictamente a las características y contexto educativo, con el objeto de obtener resultados de gran aplicación y transferencia a las políticas educativas nacionales.

Variables dependientes evaluadas pre y post intervención

La figura 2 describe los principales parámetros de salud medidos pre- y post-intervención: principales componentes de la condición física, indicadores antropométricos y de composición corporal, análisis bioquímico (perfil lipídico-metabólico), tensión diastólica y sistólica, parámetros ventilatorios, y rendimiento cognitivo y escolar.

1) *Condición física.* El protocolo de valoración de la condición física fue el utilizado en el estudio europeo HELENA (Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence: www.helenastudy.com), previamente publicado^{13, 23, 24}. Los test de condición física utilizados han mostrado óptima validez y fiabilidad para ser usados en población adolescente⁸⁻²⁴⁻²⁵: a) test de ida y vuelta de 20 metros o Course-Navette, para evaluar la capacidad cardiorrespiratoria; b) suspensión con flexión de brazos en barra fija horizontal, para evaluar la fuerza resistencia del tren superior; c) salto horizontal con los dos pies juntos sin impulso, para evaluar la fuerza explosiva del tren inferior; d) dinamometría manual mediante dinamómetro TKK 5101 Grip D Takey (Tokio, Japan), para evaluar la fuerza máxima de presión manual; e) flexión de tronco hacia delante en posición sentada, como medida de la flexibilidad; y f) carrera de ida y vuelta: 4x10 metros, para evaluar la velocidad, agilidad y coordinación.

2) *Antropometría y composición corporal.* La valoración antropométrica realizada fue la propuesta y utilizada por el estudio HELENA. La descripción de las mediciones realizadas, material utilizado para dicho fin y análisis de fiabilidad de la medida han sido previamente publicados²⁶. Los parámetros evaluados fueron: peso, altura, pliegues cutáneos (bíceps, tríceps braquial, subescapular, suprailíaco, muslo y tríceps sural) y perímetros corporales (brazo relajado y contraído, cintura, cadera y muslo superior). A

Figura 2

Diseño del estudio: variables independientes y dependientes



GC, grupo control; GE, grupo experimental; EF, educación física.

partir de estas medidas se estimarán varios índices de la composición corporal, tales como: el porcentaje de grasa corporal, masa libre de grasa, ratio cintura/cadera y cintura/altura, entre otros.

El estadio de maduración sexual fue auto-estimado por los adolescentes de acuerdo a los estadios de Tanner²⁷, con la ayuda de un evaluador entrenado, atendiendo al desarrollo genital y vello púbico en varones, y desarrollo mamario y vello púbico en mujeres, de acuerdo al protocolo del estudio nacional multicéntrico AVENA (Alimentación y Valoración del Estado Nutricional de los Adolescente españoles)²⁸.

3) *Análisis bioquímico.* Las muestras sanguíneas fueron recogidas por personal sanitario especializado a primera hora de la mañana y con el sujeto en ayunas. En el Hospital Comarcal del Noroeste de Caravaca de la Cruz (Murcia), y mediante métodos estándar

de laboratorio clínico hospitalario, se determinaron los niveles plasmáticos de glucosa, triglicéridos, colesterol total y colesterol-HDL.

4) *Parámetros ventilatorios.* Se evaluó tanto la presión inspiratoria como la espiratoria máxima usando un pimómetro modelo MicroRPM (Cat. No. RPM01).

5) *Tensión arterial.* Se determinó con un tensiómetro modelo OMRON 907 (HEM-907-E) con el niño sentado en posición cómoda y tras 6 minutos de reposo absoluto. Se midió en el brazo izquierdo durante un periodo de entre 10 y 16 minutos con un intervalo de 2 minutos entre cada medida hasta que la variación de la tensión arterial sistólica fuera menor de 5 mmHg entre una medida y la siguiente. Se registró la media de las tres últimas mediciones como medida válida de la tensión arterial sistólica y diastólica.

6) *Rendimiento cognitivo y escolar.* Se administró el test de Inteligencia General y Factorial (IGF-M)²⁹. Dicho test ha sido previamente validado en población adolescente y es de uso frecuente por psicólogos y psicopedagogos en los centros educativos del territorio nacional³¹. El test IGF-M ofrece información relevante sobre diferentes capacidades cognitivas de los adolescentes: inteligencia general, inteligencia verbal y no verbal, numérica y percepción espacial. El rendimiento escolar se valoró mediante las calificaciones obtenidas por los alumnos en las diversas materias curriculares en la evaluación inmediatamente anterior (primer trimestre) y posterior (tercer trimestre) a la aplicación del programa de EF.

Variables de confusión controladas

Se registraron, para su posterior control estadístico, varios factores susceptibles de poder influir en los resultados. Los hábitos y conocimientos relacionados con la salud, el nivel profesional de los padres y el consumo de medicamentos fueron evaluados mediante un cuestionario administrado antes y después de la intervención.

1) *Hábitos y conocimientos relacionados con la salud.* Los adolescentes completaron un cuestionario que recogía información sobre diversos factores relacionados con la salud: práctica de actividad física extraescolar y comportamientos sedentarios, actitud frente a la práctica físico-deportiva, hábitos de alimentación, hábitos de descanso, preferencias en la ocupación del tiempo libre y de ocio, y la auto percepción del estado de salud y condición física.

2) *Nivel profesional de los padres.* Se registró el nivel profesional de la madre y del padre a través de un cuestionario, el cual ha sido previamente utilizado y contrastado en estudios nacionales (estudio AVENA)²⁸ y europeos (estudio HELENA)³¹.

3) *Control de la intensidad de las sesiones de EF.* La intensidad de las sesiones se controló registrando la frecuencia cardiaca (utilizando un pulsómetro Polar 610), durante 15 sesiones escogidas al azar, monitorizando a varios alumnos y alumnas (n=38) también escogidos de forma aleatoria.

Análisis estadístico

Los efectos del programa sobre las diferentes variables resultado (primarias, secundarias y terciarias), se analizarán mediante análisis de la covarianza (ANCOVA) de un factor, incluyendo grupo de estudio como factor fijo y como dependiente el cambio pre-post intervención en la variable resultado estudiada. Todos los análisis se controlarán estadísticamente por las siguientes variables de confusión: sexo, desarrollo madurativo (Tanner), valores pre-intervención de la variable estudiada y la tasa de asistencia a las sesiones de EF. Se realizarán comparaciones por pares (post-hoc) con corrección de Bonferroni para examinar los efectos del programa al incrementar el volumen (comparación GC vs. GE1), los efectos del programa al incrementar el volumen + intensidad (GC vs. GE2) y los efectos del programa al incrementar la intensidad para un volumen determinado (GE1 vs. GE2). Adicionalmente, se estimará el tamaño del efecto de la intervención para los diferentes factores estudiados utilizando la d-Cohen con corrección de Hedges para tamaños de muestra pequeños³². 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.

ANÁLISIS DEL ABANDONO/ ADHESIÓN AL ESTUDIO

El «dropout», también conocido como «mortalidad experimental» o abandono del programa, es una característica presente en la mayoría de los estudios longitudinales o de intervención y se define como el número

de personas comprometidas inicialmente con un estudio y que por diferentes causas no lo terminan, tales como incapacidad, lesiones o falta de voluntad. Uno de los problemas asociados a una alta tasa de abandono, o a una baja tasa de adhesión al programa, es la reducción del tamaño muestral y por tanto del poder estadístico. Otro de los principales problemas que surgen es en qué medida las características de las personas que abandonan el estudio son diferentes de los que permanecen en él, y cómo esto puede afectar a los resultados del estudio.

Antes de entrar en el análisis del abandono/adhesión al estudio, conviene destacar que la tasa de participación de esta investigación fue de un 96%, es decir, del total de alumnos matriculados e invitados a participar en el estudio, sólo tres declinaron hacerlo (figura 1). No se han analizado las diferencias entre los participantes y los no participantes debido al número tan reducido de los que decidieron no participar. La alta tasa de participación observada excluye la posibilidad de que la muestra participante esté sesgada respecto a la no participante. Las causas alegadas por los adolescentes y/o sus padres/tutores fueron enfermedad leve durante el pretest (n=2) y rechazo a someterse a las extracciones sanguíneas (n=1).

De los 67 adolescentes que comenzaron el estudio y completaron la evaluación pre-intervención 11 no terminaron el estudio por diferentes motivos o presentaron un porcentaje de sesiones realizadas inferior a dos tercios del total. El bajo rendimiento académico y las lesiones parciales fueron las principales causas alegadas para abandonar el programa. Algunos padres consideraron que las 2 sesiones de EF realizadas en horario vespertino estaban influyendo negativamente en el rendimiento escolar de sus hijos, y optaron por la retirada del programa de intervención. Otras causas de abandono fueron lesiones de hombro (n=1), muñeca (n=1) y tobillo (n=1), ocasionadas todas ellas fuera del programa de intervención. El porcentaje

de adhesión, o porcentaje de adolescentes que participaron en el estudio y completaron ambas evaluaciones (pre/post intervención), fue del 84% (n=56) (figura 1).

Con el objeto de analizar la posible influencia en los resultados del abandono ocurrido durante el programa, se realizó una comparación entre los adolescentes que terminaron el estudio y los que no, en base a los diversos parámetros estudiados. Se hizo un análisis de la varianza (o test equivalente no paramétricos) para variables continuas y test de Chi-cuadrado para variables categóricas, para analizar las diferencias entre los que abandonaron el estudio y los que lo terminaron. Los resultados de dicho análisis se muestran en la tabla 1 y sugieren que, aún sin llegar a ser una diferencia significativa ($0,1 > P > 0,05$), los adolescentes que completaron el programa mostraron mejores valores en capacidad cognitiva y rendimiento académico, y peores en adiposidad, tensión diastólica, fuerza de presión manual y presión espiratoria máxima.

IMPLICACIONES PRÁCTICAS E INTERÉS DE LOS RESULTADOS DERIVADOS DEL ESTUDIO

Con esta intervención se pretendía comprobar si un aumento de la «dosis» de EF que actualmente se recibe en la ESO, en términos de volumen (GE1) o volumen + intensidad (GE2), provoca una mejora del nivel de condición física y la salud del adolescente. Dichas sesiones de EF mantuvieron su integridad en la estructura y duración habitual y se implementaron por un docente especialista en la materia y bajo el marco de la programación didáctica del Departamento de EF. En estudios previos se observó que los adolescentes que cumplen con las recomendaciones actuales de actividad física (60 minutos/día de actividad física moderada o vigorosa)³³ tienen una mayor probabilidad de presentar niveles de condición física cardio-saludables³⁴. Sin embargo, la causalidad

Tabla 1

Comparación de las características iniciales (pre-intervención) de los adolescentes que completaron el estudio con las de aquellos que lo abandonaron antes de su término o tuvieron una asistencia inferior a los 2/3 de las sesiones («dropout analysis»)

	<i>n</i>	<i>Adolescentes que completaron el programa</i>		<i>n</i>	<i>Adolescentes que abandonaron el programa</i>		<i>P=</i>
Nivel profesional del padre (% B/M/A)	56	14/29/57		11	9/27/64		0,88
Nivel profesional del madre (% B/M/A)	56	5/23/72		11	0/9/91		0,38
Tanner (% 1/2/3/4/5)	56	0/20/20/50/10		11	0/0/46/36/18		0,14
Peso (kg): <i>Md (Percentil 25/75) *</i>	56	51,7	(45,8/63,1)	11	50,5	(41,7/60,0)	0,70
Altura (cm)	56	156,2	(7,2)	11	158,2	(7,2)	0,68
Índice de masa corporal (kg/m ²):							
<i>Md (Percentil 25/75) *</i>	56	20,9	(18,9/25,2)	11	20,0	(17,2/27,6)	0,39
Sum4pl (mm): <i>Md (Percentil 25/75) ^{1*}</i>	56	65,9	(48,2/90,0)	11	41,0	(26,3/98,9)	0,07
Sum6pl (mm): <i>Md (Percentil 25/75) ^{2*}</i>	56	110,2	(81,3/148,6)	11	75,7	(46,3/165,1)	0,08
Perímetro de cintura (cm)	56	71,0	(12,8)	11	73,2	(12,8)	0,61
Ratio cintura/altura	56	0,5	(0,1)	11	0,5	(0,1)	0,73
Course Navette (estadiós):							
<i>Md (Percentil 25/75) *</i>	56	3,5	(2,0/4,9)	11	3,0	(1,5/6,0)	0,96
Dinamometría manual (kg) ³	56	21,7	(5,2)	10	24,9	(5,4)	0,07
Salto horizontal pies juntos (cm)	56	139,9	(22,5)	10	143,9	(23,4)	0,61
Carrera de ida y vuelta: 4x10m (s)	56	12,9	(0,9)	10	13,0	(1,0)	0,78
Flexibilidad (cm) ⁴	56	17,2	(7,3)	10	16,0	(7,6)	0,64
Tensión arterial sistólica (mm de Hg):							
<i>Md (Percentil 25/75) *</i>	56	110,0	(105,0/115,0)	11	110,0	(100,0/120,0)	0,74
Tensión arterial diastólica (mm de Hg)							
<i>Md (Percentil 25/75) *</i>	56	65,0	(57,5/70,0)	11	57,5	(52,5/65,0)	0,05
Glucosa (mg/dl)	47	87,0	(35,1	9	76,4	(34,5)	0,36
Triglicéridos (mg/dl):)				
<i>Md (Percentil 25/75) *</i>	49	54,5	(50,0/69,8)	9	51,5	(47,0/84,8)	0,79
Colesterol Total (mg/dl)	49	144,2	(32,1)	9	141,0	(33,4)	0,78
Colesterol-HDL (mg/dl)	49	45,4	(17,4)	9	43,2	(18,1)	0,71
Presión inspiratoria máxima (cmH ₂ O)	56	91,5	(23,8)	11	94,4	(23,8)	0,71
Presión espiratoria máxima (cmH ₂ O):							
<i>Md (Percentil 25/75) *</i>	56	99,0	(86,0/123,8)	11	120,0	(98,0/131,0)	0,08
Capacidad cognitiva general:							
<i>Md (Percentil 25/75)^{5*}</i>	56	60,0	(25,0/85,0)	9	25,0	(12,5/77,5)	0,09
Rendimiento académico (suma notas)	56	59,0	(16,4)	11	45,0	(37,0)	0,01

Los valores representan media (desviación típica, DT), a menos que se indique lo contrario. *Md*, mediana. B/M/A, bajo/medio/alto nivel profesional.

Las variables continuas fueron analizadas mediante análisis de la co-varianza (ANCOVA), ajustando por género, excepto para aquellas variables que mostraron una distribución no Normal, las cuales se analizaron utilizando Mann-Whitney test (*). Las variables categóricas (Tanner y nivel profesional de los padres) se analizaron utilizando el test de Chi-cuadrado.

¹ Sumatorio de 4 pliegues cutáneos: bicipital, tricipital, subescapular y suprailíaco.

² Sumatorio de 6 pliegues cutáneos: sumatorio de 4 pliegues cutáneos más muslo y gemelo.

³ Valor promedio entre mano derecha e izquierda.

⁴ «Back-saver sit and reach test», valor promedio de pierna derecha e izquierda.

⁵ Inteligencia general medida con el test de IGF-M.

de estas asociaciones debe ser contrastada en estudios de intervención, tal y como el presente estudio pretende. Por otra parte, este estudio permitirá determinar si la mejora de la condición física, en caso de producirse, conlleva o no una mejora en otros parámetros fisiológicos y cognitivos relacionados con el estado de salud y bienestar de los escolares. De confirmarse estas hipótesis, se plantearía un nuevo reto de interés social: mejorar la salud de los adolescentes por medio del área de EF en la escuela. Al mismo tiempo, si los adolescentes recibieran más sesiones semanales de EF durante todo el período escolar se podría favorecer la adquisición del hábito de práctica de actividad física en la edad adulta. Por otro lado, los docentes de esta materia podrían disponer de una herramienta útil, adaptable al contexto de sus centros para desarrollar su labor docente. Los centros educativos (de primaria o secundaria) son un privilegiado campo de actuación para la mejora de la condición física, entre otros muchos por dos motivos principales: 1) es probablemente el único ámbito de actuación donde la totalidad de los adolescentes pueden ser intervenidos (el sistema actual de enseñanza en España es obligatorio hasta los 16 años), en un régimen casi diario; y 2) están dotados del personal más cualificado (Licenciados en Ciencias de la Actividad Física y Deporte o profesores de EF) para desarrollar la tarea de valoración e interpretación de la condición física, así como para promover la mejora de la condición física en los adolescentes sin descuidar aspectos pedagógicos tan importantes como la integración, socialización, cooperación y deportividad, entre otros. Los médicos escolares deben trabajar de forma coordinada con los profesionales de la actividad física y el deporte, para realizar entre ambos una valoración integral del estado de salud del adolescente y prescribir un tratamiento conjunto. Cualquier intervención centrada en actividad física y condición física llevada a cabo en otro ámbito de aplicación, independientemente de lo útil y/o acertada que sea, tendrá siempre un

menor potencial que aquellas centradas en el ámbito escolar.

POTENCIA Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Por definición, y según las premisas en las que se basa la investigación, la población objeto de estudio puede no ser representativa del conjunto de población de su edad. Por otra parte, el presente trabajo debe considerarse como estudio piloto realizado en una muestra reducida, lo cual conlleva un bajo poder estadístico que puede provocar que pequeñas diferencias en el efecto del programa sobre los diferentes grupos no sean detectadas (esto es, no sean estadísticamente significativas). En este sentido es necesario indicar que la valoración multifactorial centrada en condición física, composición corporal/obesidad, perfil lipídico-metabólico, tensión arterial, capacidad ventilatoria y aspectos de rendimiento cognitivo/académico, constituyen una valoración integral del estado de salud y nivel de riesgo cardiovascular de los adolescentes participantes. Del mismo modo, la intervención fue minuciosamente diseñada e implementada, como se observa en los Anexos 1 y 2. Los resultados derivados de este estudio deberán ser contrastados en futuros estudios coordinados-multicéntricos que repliquen un protocolo similar en varios centros educativos distribuidos por el territorio nacional o internacional y que impliquen un mayor tamaño muestral.

CONCLUSIONES

El presente trabajo describe las bases e interés científico, así como los principales aspectos metodológicos de un programa de intervención orientado a la mejora de la condición física y otros parámetros indicativos del estado de salud, en un grupo de adolescentes en torno a 13 años de edad. El estudio tuvo una alta tasa de participación (96%) y

adhesión al programa (84%). La intervención fue viable y tuvo buena aceptación entre el alumnado, padres y centro educativo. La hipótesis del presente proyecto basada en la metodología y viabilidad aquí descrita, es que duplicar el número de clases de EF por semana mejorará la condición física de los adolescentes. Si dicha hipótesis se constata y futuros estudios con mayor tamaño muestral lo ratifican, las implicaciones desde el punto de vista de salud pública pueden ser importantes. Los centros educativos podrían considerar la inclusión de dos horas más de educación física por semana para garantizar un buen nivel de forma física y por tanto de salud de los adolescentes. Más investigación en esta línea es necesaria y pertinente.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los alumnos y padres por su participación voluntaria e incondicional en este estudio. Agradecemos también a Ángel Gutiérrez por su asesoramiento científico y formación del equipo investigador involucrado en el estudio; a José M^a Rodríguez, IES Vega del Argos (Murcia), M^a Ángeles Hernández, Centro de Profesores y Recursos (Murcia) y María José Domínguez, IES Salvador Serrano (Jaén), por su asesoramiento didáctico y docente; y a Cristóbal Sánchez por su participación en las mediciones antropométricas. El análisis bioquímico y de tensión arterial fue realizado por María José Bastida, Centro de Salud de El Palmar (Murcia); Silvia Martínez, Centro de Salud de Bullas (Murcia); José Herrera y José Francisco Díaz, Hospital Comarcal del Noroeste de Caravaca de la Cruz (Murcia).

BIBLIOGRAFÍA

1. Castillo Garzón MJ, Ortega Porcel FB, Ruiz Ruiz J. [Improvement of physical fitness as anti-aging intervention]. *Med Clin (Barc)*. 2005;124:146-155.
2. Myers J, Prakash M, Froelicher V, Do D, Partington S, Atwood JE. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N Engl J Med*. 2002;346:793-801.
3. Blair SN, Kohl HW, 3rd, Paffenbarger RS, Jr., Clark DG, Cooper KH, Gibbons LW. Physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy men and women. *JAMA*. 1989;262:2395-2401.
4. Gulati M, Pandey DK, Arnsdorf MF, Lauderdale DS, Thisted RA, Wicklund RH, et al. Exercise capacity and the risk of death in women: the St James Women Take Heart Project. *Circulation*. 2003;108:1554-1559.
5. Sui X, LaMonte MJ, Laditka JN, Hardin JW, Chase N, Hooker SP, et al. Cardiorespiratory fitness and adiposity as mortality predictors in older adults. *JAMA*. 2007;298:2507-2516.
6. Ruiz JR, Sui X, Lobelo F, Morrow JR, Jr., Jackson AW, Sjöström M, et al. Association between muscular strength and mortality in men: prospective cohort study. *BMJ*. 2008;a439.
7. 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.
8. Ruiz JR, Castro-Pinero J, Artero EG, Ortega FB, Sjöström M, Suni J, et al. Predictive Validity of Health-Related Fitness in Youth: A Systematic Review. *Br J Sports Med*. 2009.
9. Garcia-Artero E, Ortega FB, Ruiz JR, Mesa JL, Delgado M, Gonzalez-Gross M, et al. [Lipid and metabolic profiles in adolescents are affected more by physical fitness than physical activity (AVENA study)]. *Rev Esp Cardiol*. 2007;60:581-588.
10. Ballesteros Arribas JM, Dal-Re Saavedra M, Perez-Farinos N, Villar Villalba C. [The Spanish strategy for nutrition, physical activity and the prevention of obesity (NAOS Strategy)]. *Rev Esp Salud Publica*. 2007;81:443-449.
11. Tomkinson GR, Olds TS. Secular changes in pediatric aerobic fitness test performance: the global picture. *Med Sport Sci*. 2007;50:46-66.
12. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Moreno LA, González-Gross M, Warnberg J, et al. [Low level of physical fitness in Spanish adolescents. Relevance for future cardiovascular health (AVENA study)]. *Rev Esp Cardiol*. 2005;58:898-909.

13. Ortega FB, Artero EG, Ruiz JR, Espana-Romero V, Jimenez-Pavon D, Vicente-Rodriguez G, et al. Physical fitness levels among European adolescents: The HELENA study. *Br J Sports Med.* 2009.
14. Carreras-Gonzalez G, Ordóñez-Llanos J. [Adolescence, physical activity, and metabolic cardiovascular risk factors]. *Rev Esp Cardiol.* 2007;60:565-568.
15. Martínez-Vizcaino V, Sánchez-López M. [Relationship between physical activity and physical fitness in children and adolescents]. *Rev Esp Cardiol.* 2008;61:108-111.
16. Zahner L, Puder JJ, Roth R, Schmid M, Guldimann R, Puhse U, et al. A school-based physical activity program to improve health and fitness in children aged 6-13 years («Kinder-Sportstudie KISS»): study design of a randomized controlled trial [ISRCTN15360785]. *BMC Public Health.* 2006;6:147.
17. Blair SN, Applegate WB, Dunn AL, Ettinger WH, Haskell WL, King AC, et al. Activity Counseling Trial (ACT): rationale, design, and methods. Activity Counseling Trial Research Group. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30:1097-1106.
18. Fortier MS, Hogg W, O'Sullivan TL, Blanchard C, Reid RD, Sigal RJ, et al. The physical activity counselling (PAC) randomized controlled trial: rationale, methods, and interventions. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2007;32:1170-1185.
19. Boletín Oficial del Estado. Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.
20. Declaración de Helsinki (revisada en Edimburgo en 2000).
21. Recomendaciones de Buena Práctica Clínica de la CEE (documento 111/3976/88 de julio de 1990).
22. Real Decreto 223/2004, por el que se regulan los ensayos clínicos con medicamentos. BOE n.º 33, de 7 de febrero de 2004, p. 5429-43.
23. Ruiz JR, Ortega FB, Gutiérrez A, Meusel D, Sjöström M, Castillo MJ. Health-related fitness assessment in childhood and adolescence: A European approach based on the AVENA, EYHS and HELENA studies *J Public Health.* 2006;14:269-277.
24. Ortega FB, Artero EG, Ruiz JR, Vicente-Rodriguez 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:S49-57.
25. Castro-Pinero J, Artero EG, Espana-Romero V, Ortega FB, Sjöstrom M, Suni J, et al. Criterion-related validity of field-based fitness tests in youth: A systematic review. *Br J Sports Med.* 2009.
26. Nagy E, Vicente-Rodriguez 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:S58-65.
27. Tanner J. Growth at adolescence. Oxford: Blackwell; 1962.
28. Gonzalez-Gross M, Castillo MJ, Moreno L, Nova E, Gonzalez-Lamuno D, Perez-Llamas F, et al. [Feeding and assessment of nutritional status of spanish adolescents (AVENA study). Evaluation of risks and interventional proposal. I.Methodology]. *Nutr Hosp.* 2003;18:15-28.
29. Yuste Hernanz C. Inteligencia general y factorial (IGF). Madrid TEA; 1991.
30. Castejón-Costa JL, Gilar-Corbi R, Pérez-Sánchez AM. El papel de las habilidades intelectuales generales en la adquisición del conocimiento conceptual y procedimental en una situación de aprendizaje complejo. *Rev Psicol Gen Apl.* 2007;60:149-166.
31. 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.
32. 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.
33. Strong WB, Malina RM, Blimkie CJ, Daniels SR, Dishman RK, Gutin B, et al. Evidence based physical activity for school-age youth. *J Pediatr.* 2005;146:732-737.
34. Ortega FB, Ruiz JR, Hurtig-Wennlof A, Sjöstrom M. [Physically active adolescents are more likely to have a healthier cardiovascular fitness level independently of their adiposity status. The European youth heart study]. *Rev Esp Cardiol.* 2008;61:123-129.

Anexo 1

Modelos de unidades didácticas específicas para grupo control (GC), grupo experimental 1 (GE1) y grupo experimental 2 (GE2)

UD n° 2: ¿Conoces a "Salutis"?		Grupo: GC	N° Alumnos: 18
Trimestre: 2°		Sesiones: 5	
OBJETIVOS DIDÁCTICOS			
1. Conocer los diferentes componentes físicos de la salud. 2. Vivenciar las actividades físicas relacionadas con los componentes físicos de la salud, incidiendo en la fuerza y resistencia muscular. 3. Sensibilizar al alumnado de la importancia que la actividad física tiene para mejorar su salud.			
Objetivos Generales de Etapa: 13, 15 y 16		Objetivos de Área: 1, 2, 3, 4, 5	
CONTENIDOS			
C	- La salud. Concepto y componentes físicos de la misma: resistencia cardio-respiratoria, fuerza y resistencia muscular, flexibilidad y composición corporal. - Efectos beneficiosos de la práctica de actividad física.		
P	- Participación en las actividades planteadas con carácter lúdico, cooperativo y competitivo, para el trabajo de la condición física orientada a la salud.		
A	- Muestra de actitudes de respeto, compañerismo, tolerancia y deportividad. - Concienciación de la importancia de la práctica de actividad física en su salud y calidad de vida.		
BI	Organizador: Condición física y salud	Asociado: Juegos y deportes. Cualidades motrices personales.	
METODOLOGÍA			
Técnica de Enseñanza: instrucción directa e indagación.		Estilos de Enseñanza: tradicionales: asignación tareas; individualizadores: grupos interés y nivel, participativos: enseñanza recíproca, socializador: debate, cognoscitivos: resolución de problemas (motriz y conceptual) y descubrimiento guiado.	
Estrategia en la Práctica: global pura y global polarizando la atención.		Organización: masiva (calentamiento y vuelta a la calma), parejas y por grupos (parte principal).	
EVALUACIÓN			
Instrumentos	CONCEPTOS	PROCEDIMIENTOS	ACTITUDES
	1. Actividades complementarias del cuaderno del alumno. 2. Preguntas conceptuales en clase. 3. Prueba teórica (tipo test).	1. Prueba de salto con combas. 2. Ejecución correcta del estiramiento del músculo trabajado en el circuito. 3. Preguntas sobre procedimientos circuito de la salud. 4. Consecución en grupo de acrosport.	1. Control dicotómico de la actitud. Registro sistemático de acontecimiento durante el desarrollo de las clases.
Cal	Calificación: (30%) (1 y 2 = 10%); (2 = 20%)	Calificación: (40%) (1 = 10%); (2 = 10%); (3 = 10%); (4 = 10%)	Calificación: (30%) (1 = 30%)
Re	Recuperación (prueba teórica sobre los mínimos y trabajo de síntesis)	Recuperación (realización de la prueba de combas y preguntas sobre procedimientos relacionados con la salud)	Recuperación (registro positivo en UD siguiente)
RECURSOS Y MATERIALES DIDÁCTICOS			
CONVENCIONAL DE EF: colchonetas, cuerdas, aros, espalderas, bancos suecos, pelotas de plástico o goma-espuma, cuaderno del alumno.		NO CONVENCIONAL DE EF: pizarra, reproductor CD, DVD, portátil, cañón-proyector,	INSTALACIONES: pista polideportiva y gimnasio.
SECUENCIACIÓN			
1ª	Presentación de la UD. Circuito de componentes físicos de la salud.		
2ª	Trabajo de la fuerza y resistencia muscular a través de los saltos con combas.		
3ª	Trabajo de la flexibilidad por medio de juegos dinámicos.		
4ª	Trabajo de la fuerza y resistencia muscular por medio de autocargas y acrosport.		
5ª	Trabajo de la fuerza y resistencia muscular a través de juegos de lucha.		
ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE			
¿Preguntas sobre conceptos relacionados con la Salud? Circuito por estaciones c ada estación un Componente Físico de Salud. Juegos individuales y grupales mediante saltos con combas (saltamontes, las tijeras, slalom, el doble, el poni, el péndulo,...). Juegos dinámicos de flexibilidad (la fuente, la ventana,...) Circuito de autocargas y acrosport. Transporte de objetos y compañeros. Juegos de lucha			

UD n° 2: ¿Conoces a "Salutis"?		Grupo: GE 1	N° Alumnos: 26
Trimestre: 2°		Sesiones: 10	
OBJETIVOS DIDÁCTICOS			
1. Conocer y comprender los diferentes componentes físicos de la salud .			
2. Vivenciar y profundizar en las actividades físicas relacionadas con los componentes físicos de la salud, incidiendo en la fuerza y resistencia muscular.			
3. Sensibilizar al alumnado de la importancia que la actividad física tiene para mejorar su salud.			
Objetivos Generales de Etapa: 13, 15 y 16		Objetivos de Área: 1, 2, 3, 4, 5	
CONTENIDOS			
C	- La salud. Concepto y componentes físicos de la misma: resistencia cardio-respiratoria, fuerza y resistencia muscular, flexibilidad y composición corporal. - Efectos beneficiosos de la práctica de actividad física.		
P	- Participación en las actividades planteadas con carácter lúdico, cooperativo y competitivo, para el trabajo de la condición física orientada a la salud.		
A	- Muestra de actitudes de respeto, compañerismo, tolerancia y deportividad. - Concienciación de la importancia de la práctica de actividad física en su salud y calidad de vida.		
BI	Organizador: Condición física y salud.	Asociado: Juegos y deportes. Cualidades motrices personales.	
METODOLOGÍA			
Técnica de Enseñanza: instrucción directa e indagación.		Estilos de Enseñanza: tradicionales: asignación tareas; individualizadores: grupos interés y nivel, participativos: enseñanza recíproca, socializador: debate, cognoscitivos: resolución de problemas (motriz y conceptual) y descubrimiento guiado .	
Estrategia en la Práctica: global pura y global polarizando la atención.		Organización: masiva (calentamiento y vuelta a la calma), parejas y por grupos (parte principal).	
EVALUACIÓN			
Instrumentos	CONCEPTOS	PROCEDIMIENTOS	ACTITUDES
	1. Actividades complementarias del cuaderno del alumno. 2. Preguntas conceptuales en clase. 3. Prueba teórica (tipo test).	1. Prueba de salto con combas. 2. Ejecución correcta del estiramiento del músculo trabajado en el circuito. 3. Preguntas sobre procedimientos circuito de la salud. 4. Consecución en grupo de acro sport.	1. Control dicotómico de la actitud. Registro sistemático de acontecimiento durante el desarrollo de las clases.
Cal	Calificación: (30%) (1 y 2 = 10%); (2 = 20%)	Calificación: (40%) (1 = 10%); (2 = 10%); (3 = 10%); (4 = 10%)	Calificación: (30%) (1 = 30%)
Re	Recuperación (prueba teórica sobre los mínimos y trabajo de síntesis)	Recuperación (realización de la prueba de combas y preguntas sobre procedimientos relacionados con la salud)	Recuperación (registro positivo en UD siguiente)
RECURSOS Y MATERIALES DIDÁCTICOS			
CONVENCIONAL DE EF: colchonetas, cuerdas, aros, espalderas, bancos suecos, pelotas de plástico o goma-espuma, cuaderno del alumno.		NO CONVENCIONAL DE EF: pizarra, reproductor CD, DVD, portátil, cañón-proyector.	INSTALACIONES: pista polideportiva y gimnasio.
SECUENCIACIÓN			
1ª	Presentación de la UD. Circuito de componentes físicos de la salud I.		
2ª	Circuito de componentes físicos de la salud II (sesión y actividades de refuerzo y ampliación) .		
3ª	Trabajo de la fuerza y resistencia muscular a través de los saltos con combas I .		
4ª	Trabajo de la fuerza y resistencia muscular a través de los saltos con combas II (sesión y actividades de refuerzo y ampliación) .		
5ª	Trabajo de la flexibilidad por medio de juegos dinámicos I .		
6ª	Trabajo de la flexibilidad por medio de juegos dinámicos II (sesión y actividades de refuerzo y ampliación).		
7ª	Trabajo de la fuerza y resistencia muscular por medio de autocargas y acro sport I.		
8ª	Trabajo de la fuerza y resistencia muscular por medio de autocargas y acro sport II (sesión y actividades de refuerzo y ampliación).		
9ª	Trabajo de la fuerza y resistencia muscular a través de juegos de lucha I.		
10ª	Trabajo de la fuerza y resistencia muscular a través de juegos de lucha II (sesión y actividades de refuerzo y ampliación) .		
ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE			
¿Preguntas sobre conceptos relacionados con la Salud? Circuitos por estaciones cada estación un Componente Físico de Salud. Juegos individuales y grupales mediante saltos con combas (saltamontes, las tijeras, slalom, el doble, el poni, el péndulo, cruce y descruce, patada clásica,...). Juegos dinámicos de flexibilidad (la fuente, la ventana, pasabola,...). Circuito de autocargas y acrosport. Transporte de objetos pequeños, grandes y compañeros. Juegos de lucha por parejas y en grupos.			

UD n° 2: ¿Conoces a "Salutis"?		Grupo: GE 2		N° Alumnos: 23	
Trimestre: 2°		Sesiones: 10			
OBJETIVOS DIDÁCTICOS					
1. Conocer y comprender los diferentes componentes físicos de la salud. 2. Vivenciar y profundizar en las actividades físicas relacionadas con los componentes físicos de la salud, incidiendo en la fuerza y resistencia muscular. 3. Sensibilizar al alumnado de la importancia que la actividad física tiene para mejorar su salud. 4. Mejorar los componentes físicos de la salud.					
Objetivos Generales de Etapa: 13, 15 y 16			Objetivos de Área: 1, 2, 3, 4, 5		
CONTENIDOS					
C	- La salud. Concepto y componentes físicos de la misma: resistencia cardio-respiratoria, fuerza y resistencia muscular, flexibilidad y composición corporal. - Efectos beneficiosos de la práctica de actividad física.				
	P	- Participación en las actividades planteadas con carácter lúdico, cooperativo y competitivo, para el trabajo de la condición física orientada a la salud. - Contribución a la mejora de los componentes físicos de la salud mediante rutinas de trabajo y medios de desarrollo lúdico.			
A		- Muestra de actitudes de respeto, compañerismo, tolerancia y deportividad. - Concienciación de la importancia de la práctica de actividad física en su salud y calidad de vida.			
	BI	Organizador: Condición física y salud Asociado: Juegos y deportes. Cualidades motrices personales.			
METODOLOGÍA					
Técnica de Enseñanza: instrucción directa e indagación		Estilos de Enseñanza: tradicionales; asignación tareas; individualizadores: grupos interés y nivel, participativos: enseñanza recíproca, socializador: debate, cognoscitivos: resolución de problemas (motriz y conceptual) y descubrimiento guiado			
Estrategia en la Práctica: global pura y global polarizando la atención.		Organización: masiva (calentamiento y vuelta a la calma), parejas y por grupos (parte principal).			
EVALUACIÓN					
Instrumentos	CONCEPTOS		PROCEDIMIENTOS		ACTITUDES
	1. Actividades complementarias del cuaderno del alumno. 2. Preguntas conceptuales en clase. 3. Prueba teórica (tipo test).		1. Prueba de salto con combas. 2. Ejecución correcta del estiramiento del músculo trabajado en el circuito. 3. Preguntas sobre procedimientos circuito de la salud. 4. Consecución en grupo de acrosport.		1. Control dicotómico de la actitud. Registro sistemático de acontecimiento durante el desarrollo de las clases.
	Cal	Calificación: (30%) (1 y 2 = 10%); (2 = 20%)	Calificación: (40%) (1 = 10%); (2 = 10%); (3 = 10%); (4 = 10%)		Calificación: (30%) (1 = 30%)
	Re	Recuperación (prueba teórica sobre los mínimos y trabajo de síntesis)	Recuperación (realización de la prueba de combas y preguntas sobre procedimientos relacionados con la salud)		Recuperación (registro positivo en UD siguiente)
RECURSOS Y MATERIALES DIDÁCTICOS					
CONVENCIONAL DE EF: colchonetas, cuerdas, aros, espaldaras, bancos suecos, pelotas de plástico o goma-espuma, cuaderno del alumno.		NO CONVENCIONAL DE EF: pizarra, reproductor CD, DVD, portátil, cañón-proyector.		INSTALACIONES: pista polideportiva y gimnasio.	
SECUENCIACIÓN					
1ª	Presentación de la UD. Circuito de componentes físicos de la salud I.				
2ª	Circuito de componentes físicos de la salud II (sesión y actividades de refuerzo, ampliación y mejora de la CF).				
3ª	Trabajo de la fuerza y resistencia muscular a través de los saltos con combas I.				
4ª	Trabajo de la fuerza y resistencia muscular a través de los saltos con combas II (sesión y actividades de refuerzo, ampliación y mejora de la CF).				
5ª	Trabajo de la flexibilidad por medio de juegos dinámicos I.				
6ª	Trabajo de la flexibilidad por medio de juegos dinámicos II (sesión y actividades de refuerzo, ampliación y mejora de la CF).				
7ª	Trabajo de la fuerza y resistencia muscular por medio de autocargas y acrosport I.				
8ª	Trabajo de la fuerza y resistencia muscular por medio de autocargas y acrosport II (sesión y actividades de refuerzo, ampliación y mejora de la CF).				
9ª	Trabajo de la fuerza y resistencia muscular a través de juegos de lucha I.				
10ª	Trabajo de la fuerza y resistencia muscular a través de juegos de lucha II (sesión y actividades de refuerzo, ampliación y mejora de la CF).				
ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE					
¿Preguntas sobre conceptos relacionados con la Salud? Rutinas de calentamiento para la mejora de la flexibilidad, fuerza y resistencia. Circuitos por estaciones cada estación un Componente Físico de Salud. Juegos individuales y grupales mediante saltos con combas (saltamontes, las tijeras, slalom, el doble, el poni, el péndulo, cruce y descruce, patada clásica,...). Juegos dinámicos de flexibilidad (la fuente, la ventana, pasabola,...). Circuito de autocargas y acrosport. Transporte de objetos pequeños, grandes y compañeros. Juegos de lucha por parejas y en grupos.					

Anexo 2
Modelo de sesión para los GC y GE1 (a la izquierda), y GE2 (a la derecha)

SESIÓN: 1	RECURSOS DIDÁCTICOS Y MATERIALES: cuaderno del alumno, hojas de estaciones, hojas de respuestas, colchonetas, 1 cuerda gruesa, 5 cuerdas finas, reproductor de CD. CF-SALUD (GC y GE1)	CF-SALUD (GE2)
OBJETIVOS: - Conocer los diferentes componentes físicos de la salud - Vivenciar las actividades físicas relacionadas con los componentes físicos de la salud.	OBJETIVOS: - Conocer los diferentes componentes físicos de la salud. - Vivenciar las actividades físicas relacionadas con los componentes físicos de la salud. - Mejorar los componentes físicos de la salud.	
EE: Instrucción directa	EE: Indagación e Instrucción directa	

GC/GE1	Tarea y desarrollo	T'	GE2	Tarea y desarrollo	Aspectos claves	T''
1. Pasar lista. 2. Información y explicación teórica sobre los Componentes físicos de la salud. 3. Explicación del circuito y de la organización de la clase.		10'	1. Actividad vegetativa: juego de persecución (pilla-pilla, látigo, etc.) 2. Se hacen 5 grupos, cada grupo sitúa una colchoneta (la cual tendrán que guardar al finalizar la sesión) donde el profesor indique (estación para la tarea posterior). Carrera: Se gana 1 punto si el grupo es capaz de dar 3 vueltas al gimnasio agarrando la colchoneta por sus extremos, con el folio de respuestas sobre la misma y sin que este se caiga en menos de 90 segundos (1 punto).			4'
4. Calentamiento individual dirigido por el profesor o alumno exento de la práctica por enfermedad o discapacidad temporal (movilidad articular y estiramientos). El profesor con un balón de plástico, pasa sin mirar a algún alumno el cual deberá recepcionar el balón sin que caiga al suelo, en caso de que caiga, debe hacer un baile en el centro del círculo al ritmo de la música. 5. Actividad vegetativa: juego de persecución para aumentar la actividad del calentamiento (pilla-pilla, látigo, etc.).		5'	3. Apoyando las manos sobre la colchoneta y los pies en el suelo, se gana un punto si el grupo es capaz de dar 3 vueltas completas a la colchoneta solo apoyando manos y pies (pectorales) (1 punto). 4. Carrera de relevos, cada grupo se pone un n° del uno al cinco. Hay que correr por detrás de las colchonetas y los miembros del grupo permanecen encima de la misma. Se consigue punto si se hacen todos los relevos y luego agarrados de la mano en menos de 3 minutos (1 punto).		- Cada grupo gana puntos si consigue el reto propuesto por el profesor.	4'
		5'				4'
		5'				3'
PARTE INICIAL Y CALENTAMIENTO						TM AI 5'

GC/GE1	Tarea y desarrollo	T'	GE2	Tarea y desarrollo	Aspectos claves	T'	
PARTE PRINCIPAL	6. Se hacen 5 grupos, cada grupo saca de la sala de material una colchoneta, que luego tendrán que guardar al finalizar la sesión. Situados en cada estación, gana el grupo que antes le de una vuelta al gimnasio agarrando la colchoneta por sus extremos, con el folio de respuestas sobre la misma y sin que este se caiga.	5'	5. Explicación y Ejecución de las 5 estaciones a modo de calentamiento. Todos los alumnos ejecutan la tarea, mientras el profesor la explica. Hacer también movilidad articular. Circuito de componentes físicos de la salud: 5 estaciones: Duración 30 min. Intensidad y volumen de trabajo: 90" AF + 90" cambio estación y toma de PPM = 180" = 3 min / estación x 5 estaciones = 15 minutos. Como hay que dar 2 vueltas a la estación. 15' x 2 = 30'.	<p>Tras acabar los 90 segundos de actividad en cada estación, antes de tomar las pulsaciones se da una vuelta al gimnasio corriendo. No hace falta contestar a las preguntas, solo se leen.</p> <p>6. Se guardan las colchonetas de forma cronometrada para darle un carácter lúdico a la recogida de material. Desde el sitio, se va al centro, se da un giro de 360° y se guarda la colchoneta.</p>	- No se explica tan detenidamente cada componente de la salud.	30'	
	7. (Explicación de las estaciones 5'): Circuito de componentes físicos de la salud: 5 estaciones: Duración 20 min. Intensidad y volumen de trabajo: 90" AF + 60" respuesta y PPM + 30" cambio estación = 180" = 3 min / estación x 5 estaciones = 15 minutos. Se hace solo la AFI y se contesta a las preguntas número 1, puesto que la solo se darán una vuelta completa al circuito.	20'				- Demostración del profesor.	5'
	8. Se guardan las colchonetas de forma cronometrada para darle un carácter lúdico a la recogida de material. Desde el sitio, se va al centro, se da un giro de 360° y se guarda la colchoneta.	5'	<p>TM</p> <p>AI</p> <p>7:5</p>			- Motivación con puntos a las parejas ganadoras.	

GC/GE1	Tarea y desarrollo	T'	GE2	Tarea y desarrollo	Aspectos claves	T'
V.C.	9. Estiramientos, aseo. Juego. Sentados con piernas abiertas, jugar al juego del "tragabolas" con balones de plástico.	5'	7. Estiramientos, aseo. Juego. Sentados con piernas abiertas, jugar al juego del "tragabolas" con balones de plástico.		- Rutina de estiramientos.	5'

Leyenda: AF=Actividad física; EE=Estilos de enseñanza; GC=Grupo control; GE1=Grupo experimental 1; GE2=Grupo experimental 2; I.I.=Información inicial; V.C.=Vuelta a la calma; T'=Tiempo; TMAI=Tiempo motor de alta intensidad.

ESTACIONES:

1. *Resistencia cardio-respiratoria.*

AF 1. Saltar la comba individualmente.

Pregunta 1: Escribe un beneficio en el organismo al desarrollar la resistencia cardio-respiratoria

AF 2. Trote continuo ;control intensidad!

Pregunta 2: Escribe 2 deportes donde sea fundamental tener una resistencia cardio-respiratoria alta.

2. *Fuerza muscular.*

AF 1. Flexiones de brazos con rodillas en suelo o no (según nivel CF del alumno)

Pregunta 1: ¿Qué músculo se trabaja en este ejercicio?

AF 2. Abdominales «buenas para la espalda» (piernas flexionadas con pies en el suelo, brazos en pecho y ligero levantamiento de escápulas manteniendo espalda extendida o abdominales isométricas solo con antebrazos y puntas de los pies en contacto con el suelo, manteniendo curvatura fisiológica de la espalda).

Pregunta 2. ¿Son importantes los abdominales para la postura corporal? ¿Por qué?

3. *Flexibilidad.*

AF 1. Estiramiento de cuádriceps (por parejas, tumbado prono, flexionar rodilla y extender cadera).

Pregunta 1: ¿Cuánto tiempo se debe mantener los estiramientos?

AF 2. Estiramiento de isquiotibiales (tumbado supino, con una pierna estirada y la otra sujeta por hueco poplíteo, intentar estirar la rodilla 180°).

Pregunta 2: ¿Se pueden estirar las articulaciones?

4. *Resistencia muscular.*

AF 1. Lucha de cuerdas entre 2 equipos.

Pregunta 1: ¿Cuál es la diferencia entre resistencia cardio-respiratoria y resistencia muscular?

AF 2. En parejas, juntamos espaldas y empujamos con las piernas para intentar sacar a mi compañero de la colchoneta.

Pregunta 2: ¿Dónde se desarrolla más la resistencia muscular?

al colocar una caja pesada en una estantería

al andar 15 minutos con las bolsas de la compra

5. *Composición corporal.*

AF1. Simular competición de sumos (lucha japonesa) y calcula tu Índice de Masa Corporal (IMC).

Pregunta 1: La masa corporal está compuesta por masa ósea, muscular, órganos y _____

AF2. Pirámide humana. Imagina la pirámide de la alimentación. Haz una pirámide humana tal y como se muestra en el gráfico.

Pregunta 1: Para tener un peso ideal es necesario hacer actividad física todos los días y llevar una dieta equilibrada. ¿Qué alimentos son los que debemos comer con mayor frecuencia a lo largo del día? ¿Y cuáles los que menos?

X. Resultados y discusión [*Results and discussion*]

Los resultados y la discusión de esta Tesis se muestran como una recopilación de tres artículos científicos. Todos ellos se presentan en la forma que se han publicado o sometido.

[The results and discussion of the present thesis are shown as a compilation of three scientific papers. They are enclosed in the form they have been published or submitted].

Efectos de EDUFIT sobre la condición física y composición corporal (Artículo II)

EDUFIT effects on physical fitness and body composition (Paper II)

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

Arday DN, Fernández-Rodríguez JM, Ruiz JR, Chillón P,
España-Romero V, Castillo MJ, Ortega FB

Rev Esp Cardiol

2011;64(6):484-491

Note: Published both in Spanish and in English

(Papers shown in this order)

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 intensidad¹⁶⁻¹⁸. 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

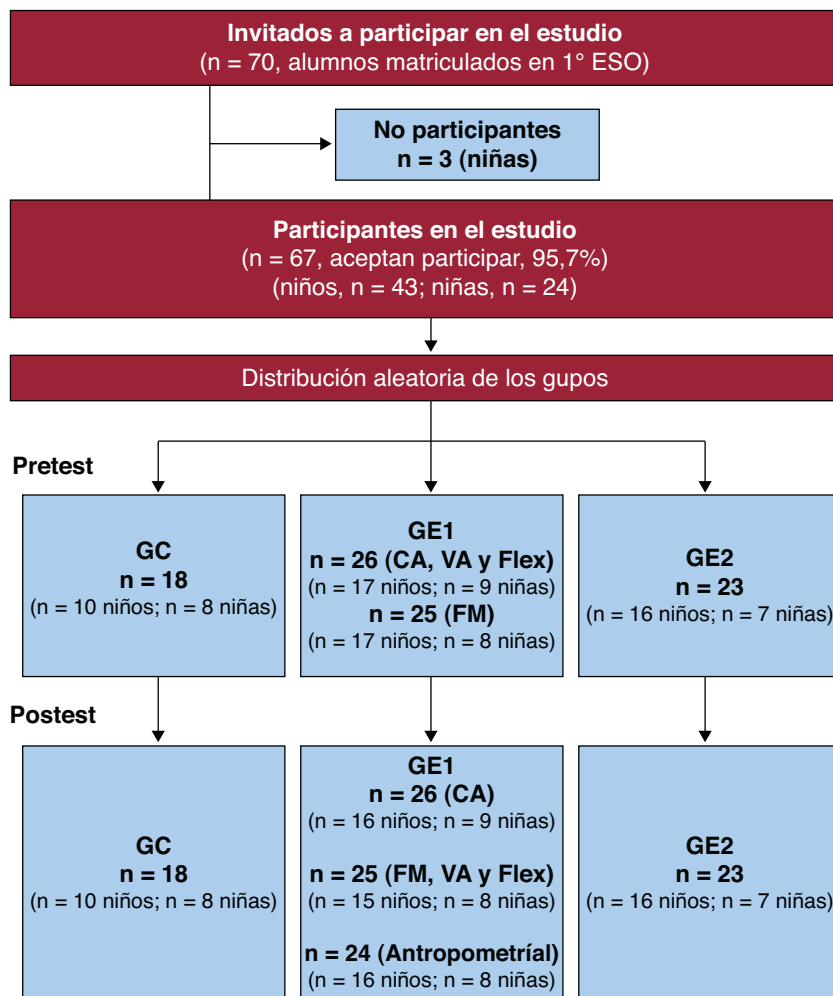


Figura 1. Diagrama de flujo de los participantes incluidos en el estudio y seguimiento. CA: capacidad aeróbica; Flex: flexibilidad; FM: fuerza muscular; GC: grupo control; GE: grupo experimental; VA: velocidad-agilidad.

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. RuizJR, 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-Pinero J, Artero EG, España-Romero V, Ortega FB, Sjoström 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.

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

Arday DN, Fernández-Rodríguez JM, Ruiz JR, Chillón P,
España-Romero V, Castillo MJ, Ortega FB

Rev Esp Cardiol

2011;64(6):484-491

Note: Version in English

Original article

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

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 and Francisco B. Ortega^{b,d}

^aDepartamento de Educación Física, IES J. Martínez Ruiz Azorín, Yecla, Murcia, Consejería de Educación, Formación y Empleo, Murcia, Spain

^bDepartamento de Fisiología Médica, Facultad de Medicina, Universidad de Granada, Granada, Spain

^cIES Vega del Argos, Cehegín, Murcia, Consejería de Educación, Formación y Empleo, Murcia, Spain

^dUnit for Preventive Nutrition, Department of Biosciences and Nutrition, Karolinska Institutet, Huddinge, Stockholm, Sweden

^eDepartamento de Educación Física y Deportiva, Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, Universidad de Granada, Granada, Spain

^fDepartment of Exercise Science, University of South Carolina, Columbia, South Carolina, United States

Article history:

Received 29 October 2010

Accepted 1 February 2011

Available online 18 May 2011

Keywords:

Adolescents
Physical fitness
Education
Health

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.

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.

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

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

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.

Palabras clave:

Adolescentes
Condición física
Educación
Salud

* Corresponding author: Instituto de Enseñanza Secundaria J. Martínez Ruiz Azorín, Camino Real 3, 30510 Yecla, Murcia, Spain.

E-mail address: daniel.navarro@murciaeduca.es (D.N. Ardoy).

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.

Abbreviations

AVENA: *Alimentación y Valoración del Estado Nutricional de los Adolescentes* (Diet and Assessment of the Nutritional Status in Adolescents)

EDUFIT: Education for Fitness

PE: physical education

CG: control group

EG: experimental group

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

VO₂max: maximum oxygen consumption

INTRODUCTION

Physical fitness constitutes an integrated measure of all the functions and structures involved in the performance of physical activity and/or exercise. These include musculoskeletal function, cardiorespiratory function, blood flow and circulatory function, endocrine and metabolic function and psychoneurological function. Recent studies have shown physical fitness to be an important predictor of morbidity and mortality in adults^{1,2} and a powerful indicator of health status in children and adolescents; moreover, it is closely related to obesity, a problem of primary importance in the majority of developed societies.^{3,4}

Other researchers have reported a considerable decrease in the levels of physical fitness in young people.⁵ Our previous findings in the AVENA (*Alimentación y Valoración del Estado Nutricional de los Adolescentes* [Diet and Assessment of the Nutritional Status in Adolescents]) study demonstrate that the physical fitness levels of the Spanish adolescent population are too low when compared to those of adolescents from other countries.⁶ Overall, these facts indicate the need to encourage the introduction of intervention programs focusing specifically on improving the physical fitness of adolescents as a way of promoting general health and cardiovascular health in particular.

Intervention studies to improve physical fitness in children and adolescents have focused mainly on the aerobic capacity.^{7,8} However, current evidence indicates the importance of also potentiating other components of physical fitness such as strength, flexibility and speed-agility.^{3,4,9} The majority of the studies have analyzed the effect of increasing the number of weekly sessions (volume effect)^{10–15} and few have evaluated the effect of the intensity.^{16–18} However, we have found no studies that analyze the “volume” effect and the “intensity” effect jointly and independently, an approach that would contribute to a better understanding of which elements are necessary in order to improve physical fitness.

The purpose of the present study is to examine the effect on physical fitness and body composition of: *a*) doubling the number of sessions of physical education (PE) per week; *b*) doubling the number of sessions of PE per week plus increasing their intensity; and *c*) increasing the intensity of the sessions, while maintaining the same number per week.

METHODS

Participants and Design

A detailed description of the design and methodology of the study has previously been published.¹⁹ The preintervention and postintervention evaluations were carried out in 2007 by expert researchers who had participated in previous Spanish and European projects.^{6,20–22} The intervention was performed by the PE teacher of the participating center—a public secondary school in Murcia, Spain. Most of the participating families had a middle socioeconomic status. A total of 67 adolescents (of the 70 invited), 43 boys and 24 girls (12 to 14 years of age and Tanner II–V), students from three different classes, agreed to take part in the present study, for a rate of participation of 96%. Two adolescents refused to participate due to mild disease during the pretest and a third refused to undergo certain measurements. The study groups randomly assigned to constitute the control group (CG), experimental group 1 (EG1) and experimental group 2 (EG2) corresponded to three classes previously established by the center. This type of design is referred to as a group randomized controlled trial. Figure 1 shows the flow chart corresponding to the study. In all, 84% of the participants completed all the pre- and postintervention evaluations and attended two thirds or more of the program sessions. The study was approved by the Human Research Ethics Committee of the Universidad de Granada and registered in clinicaltrials.org (NCT01098968). The parents or legal guardians of the subjects were asked to sign an informed consent form in order for them to participate in the study.

Intervention

A detailed description of the intervention has previously been published.¹⁹ Briefly, the CG (n = 18) received the 2 sessions of PE a week (55 min/session) established by the regulations currently in force in Spain. EG1 (n = 26) doubled the academic load stipulated for this subject (four 55-minute sessions a week. EG2 (n = 24) also received 4 sessions/week in which there was special emphasis on increasing the intensity of the sessions (4 x 55 min/session plus intensity). For practical matters and questions of viability, the extra sessions were carried out during the afternoon, under the same conditions and in the same facilities as the usual sessions (held during the morning). The sessions were carried out in accordance with the established curriculum, with the approval of the educational institution and the parents. Following the 16-week intervention, the participants completed a questionnaire for the evaluation of the program and were asked if they would like it to be continued in the future.

Evaluation of Physical Fitness (Primary Outcome Variables)

Physical fitness was measured by means of field-based tests that have been shown to be valid and reliable in the adolescent population^{21,23–25} and have previously been utilized in Spanish and international studies.^{6,22} A detailed description of the evaluation protocols has previously been published.^{6,22} Aerobic capacity was assessed using the Course-Navette test, an indirect

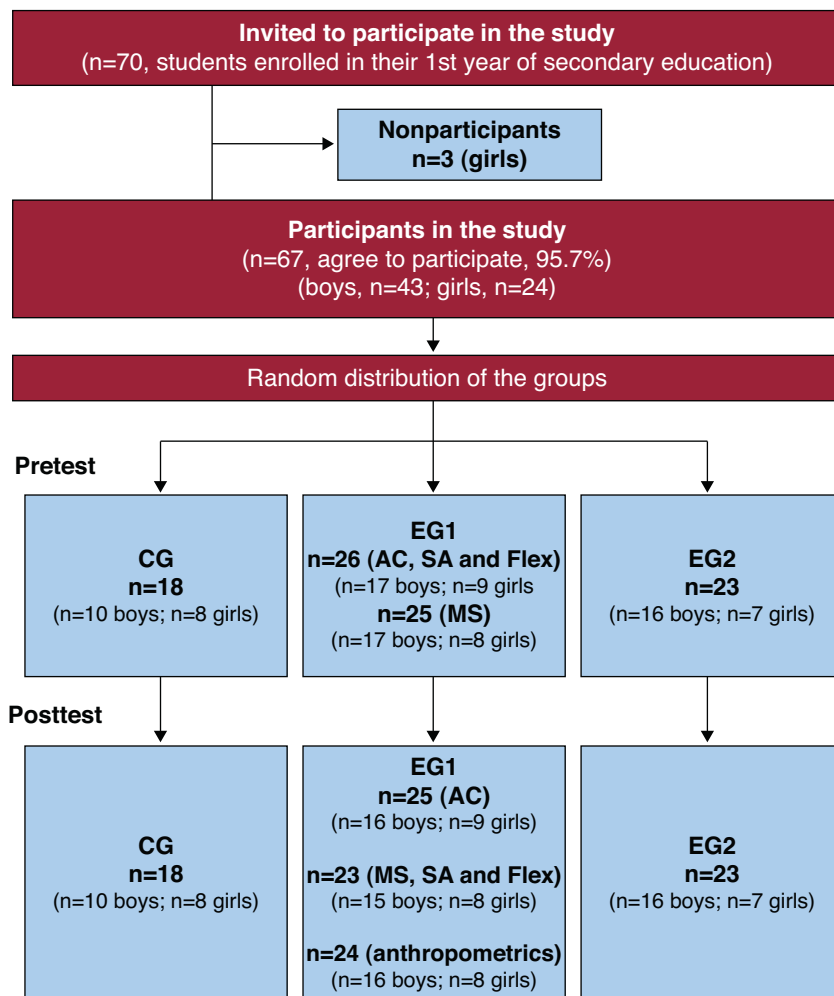


Figure 1. Flow chart corresponding to the participants included in the study and the follow-up. AC, aerobic capacity; CG, control group; EG, experimental group; Flex, flexibility; MS, muscle strength; SA, speed-agility.

incremental maximal exercise field test consisting of a 20 m shuttle run; it was expressed on the basis of the last completed stage or half-stage, and the maximum oxygen consumption ($VO_2\max$) was calculated using the equations proposed by Léger et al.²⁶ Muscle strength was assessed by means of the standing long jump (centimeters), which has been shown to be a good indicator of overall strength in children and adolescents. Speed-agility was evaluated on the basis of the 4 x10-meter shuttle run (seconds). Flexibility was assessed using the back-saver sit and reach test (centimeters). All the tests were performed twice, and the better of the two results was recorded, with the exception of the Course-Navette test, which was performed only once.

Anthropometric Assessment (Secondary Outcome Variables)

The protocol for anthropometric assessment applied was that used in the HELENA (Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence) study.²⁷ The description of the measurements carried out, the material and the analysis of the reliability of the measurement in the adolescent population has previously been published.²⁸ The parameters evaluated were: weight, height, skinfold thicknesses (biceps, triceps brachii, subscapular, suprailiac, thigh and triceps surae) and body measurements (arm with muscle relaxed and contracted, waist, hip and upper thigh). On the basis of these measurements, we have estimated different indices

of body composition (Table 1). The sexual maturation status was self-assessed by the adolescents according to the Tanner stages,²⁹ under the supervision of trained evaluators, as performed in the Spanish multicenter AVENA study.⁶

Controlled Confounding Variables

The performance of regular and continuous physical activity during after-school hours and sedentary behaviors prior to and after the intervention were evaluated according to the questionnaires used in the AVENA study. The intensity of the sessions was controlled by recording the heart rates of several randomly selected adolescents ($n = 38$) during 15 sessions, which were also chosen randomly. For this purpose, a Polar 610 heart rate monitor (Polar Vantage XL, Kempele, Finland) was employed.

Statistical Analysis

The effects of the program on physical fitness and body composition were studied using analysis of covariance (ANCOVA) applied to one factor, including group as a fixed factor, change during the preintervention-to-postintervention interval as a dependent variable and sex, maturational development (Tanner stage), preintervention levels of the variable studied and attendance rate as covariables. Post-hoc pairwise comparisons were

Table 1
Baseline Characteristics of the Participants

	Participants (n = 67)	CG (n = 18)	EG1 (n = 26)	EG2 (n = 23)	P
Girls (%)	35.8	44.4	34.6	30.4	
Age (years)	13.0 (0.7)	13.8 (0.5)	12.9 (0.6)	12.7 (0.5)	.001
Tanner (%)					.21
Stage I	0	0	0	0	
Stage II	16.4	0	23.1	21.7	
Stage III	23.9	33.3	19.2	21.7	
Stage IV	47.8	44.4	53.8	43.5	
Stage V	11.9	22.2	3.8	13.0	
Weight (kg)	54.8 (14.1)	59.3 (15.9)	54.6 (15.9)	51.6 (9.1)	.22
Height (cm)	156.5 (7.2)	157.5 (5.8)	156.4 (8.4)	156.0 (7.0)	.80
Body mass index (kg/m ²)	22.3 (5.1)	23.8 (6.0)	22.2 (5.7)	21.1 (3.0)	.24
Sum of 6 skinfolds (mm)	110.8 (48.5)	119.9 (48.2)	106.9 (55.4)	108.1 (41.0)	.65
Percent body fat (%)	27.0 (11.3)	29.8 (11.4)	26.0 (12.2)	26.1 (10.1)	.49
Fat mass index (kg/m ²)	6.5 (4.2)	7.7 (5.0)	6.4 (4.6)	5.8 (2.9)	.36
Waist circumference (cm)	71.4 (12.7)	73.5 (10.9)	70.3 (17.3)	71.0 (6.8)	.71
Waist circumference-to-height ratio	0.5 (0.1)	0.5 (0.1)	0.5 (0.1)	0.5 (0.0)	.83
Fat-free mass (kg)	38.8 (5.7)	40.2 (6.4)	38.9 (6.1)	37.5 (4.6)	.32
Fat-free mass index (kg/m ²)	15.8 (1.5)	16.2 (1.9)	15.8 (1.5)	15.4 (1.1)	.26

CG, control group (2 sessions of standard physical education a week); EG1, experimental group 1 (4 sessions/week of standard physical education); EG2, experimental group 2 (4 sessions/week of high-intensity physical education).

The values are expressed as the means (standard deviation), unless otherwise indicated.

Analysis of variance of one factor (group). The differences in maturation status were analyzed using the chi-square test.

carried out with the Bonferroni correction. The effect size was estimated using Cohen's *d*, with Hedge's *d* to correct for small samples.³⁰ The effect size is considered to be small when it is around 0.2, medium when it is around 0.5 and large if it is around 0.8 or greater. Due to the small number of missing data (between 0 and 2, depending on the variable studied), we included in the analyses those subjects who had completed both the pretest and posttest evaluations and, thus, it was not necessary to employ imputation methods. The primary analysis was carried out on an "intention-to-treat" basis. In addition, we observed whether there were differences between the study groups in terms of extra-curricular physical activity or sedentary lifestyle at the beginning and end of the program using the chi-square test and the Kruskal-Wallis test, respectively. All the statistical analyses were performed with the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS, version 17.0 for Windows) and the level of significance was set at .05.

RESULTS

The baseline characteristics of the adolescents studied are shown in Table 1. Tables 2–5 show the effect of the intervention on the different components of physical fitness after adjustment for sex, maturational development, the initial levels of the variable of physical fitness studied and attendance at the program sessions. The comparisons between the CG and the two EG demonstrated that the increase in the volume of PE had a positive effect on the aerobic capacity (expressed as stage/VO₂max) and flexibility ($P = .008/.005$ and $.04$, respectively), while the increase in volume plus intensity produced a more marked improvement in these variables ($P < .001 / < .001$ and $.002$, respectively) and significantly improved speed-agility ($P < .001$). The intervention had no effect on strength (Table 3). The effect size observed for those study variables that were significantly changed was large or very large (ranging between 0.7 and 1.7). The most marked improvements

were observed in the aerobic capacity, regardless of whether it was expressed in terms of stages (between +1 and +2, both EG vs. the CG) or as estimated VO₂max (between +3 and +5 mL/kg/min, both EG vs. the CG). The improvements in speed-agility and flexibility were similar, but more moderate than those achieved in the aerobic capacity. The comparisons between EG1 and EG2 showed that, for a given PE volume (4 sessions/week), the increase in intensity produced an additional improvement in the aerobic capacity, although it did not reach statistical significance (stage/VO₂max, $P = .07/.08$; effect size = 0.7/0.6). There were no differences between EG1 and EG2 for the remainder of the components of physical fitness ($P \geq .4$).

The intervention produced no significant changes in the anthropometric or body composition variables studied: weight, height, body mass index, sum of 6 skinfolds, percent body fat, fat mass index, waist circumference, waist-to-height ratio, fat-free mass and fat-free mass index (results not shown). One hundred percent of the students belonging to the two EG said they would like to continue in the program during the following school year.

Additional Analyses (Results not Shown)

Given that the age differed from one group to another at the start of the study (Table 1), the analyses were repeated after adjusting for age rather than for the sexual maturation status, and the results did not vary. The additional adjustment for all the anthropometric variables studied did not change the results. The analyses were also repeated with the exclusion of those students whose rate of attendance was lowest (less than two thirds of the sessions, $n = 11$) and the results did not vary. No significant differences were observed among the study groups with respect to the performance of physical activity and/or sports after school or time spent in sedentary activities (television, video games and homework) at the start and the end of the study ($P > .05$). The mean and maximum heart rates were significantly higher in EG2

Table 2
Effects of the Intervention on the Aerobic Capacity of the Adolescents

	Pre	Post	Difference (post-pre)	Pairwise comparisons		
<i>Course-Navette (stages)</i>						
CG (n = 18)	4.0 (1.9)	4.2 (2.1)	0.1 (1.1)	EG1 vs. CG (Volume effect)	EG2 vs. CG (Volume + intensity effect)	EG2 vs. EG1 (Intensity effect)
EG1 (n = 25)	3.3 (1.9)	4.5 (1.9)	1.2 (1.1)			
EG2 (n = 23)	4.2 (1.8)	6.1 (2.1)	1.9 (1.1)			
Difference (groups)				1.1	1.8	0.7
P (groups)			<.001	.008	<.001	.07
Effect size ^a				1.00	1.68	0.67
<i>Maximum oxygen consumption (VO₂max; mL/kg/min)</i>						
CG (n = 18)	39.8 (5.2)	40.3 (5.7)	0.0 (2.9)	EG1 vs. CG (Volume effect)	EG2 vs. CG (Volume + intensity effect)	EG2 vs. EG1 (Intensity effect)
EG1 (n = 25)	39.5 (4.6)	42.6 (4.6)	3.1 (2.9)			
EG2 (n = 23)	42.2 (5.0)	47.1 (5.7)	5.0 (2.8)			
Difference (groups)				3.1	5.0	1.9
P (groups)			<.001	.005	<.001	.08
Effect size ^a				1.04	1.69	0.64

CG, control group (2 sessions of standard physical education a week; EG1, experimental group 1 (4 sessions/week of standard physical education); EG2, experimental group 2 (4 high-intensity sessions/week of physical education).

^a Standardized difference or effect size (with Hedge's *d* for correction), mean difference in EG1 minus mean difference in CG divided by the standard deviation of the combined differences. The same calculation was carried out for EG2 vs. CG and for EG2 vs. EG1.

The values shown correspond to the means (standard deviation), unless otherwise indicated.

Analysis of covariance (ANCOVA) of one factor (dependent variable: differences between postintervention and preintervention findings; fixed factor: group) with Bonferroni adjustment. The descriptive values for the differences and *P* values are adjusted for sex, maturational development, preintervention aerobic capacity and attendance.

Table 3
Effects of the Intervention on the Muscle Strength of the Adolescents

	Pre	Post	Difference (post-pre)	Pairwise comparisons		
<i>Long jump (cm)</i>						
CG (n = 18)	142.2 (23.0)	151.1 (19.9)	10.1 (10.0)	EG1 vs. CG (Volume effect)	EG2 vs. CG (Volume + intensity effect)	EG2 vs. EG1 (Intensity effect)
EG1 (n = 23)	140.0 (26.4)	148.6 (29.0)	6.3 (10.2)			
EG2 (n = 23)	138.3 (22.7)	145.7 (23.3)	7.1 (9.5)			
Difference (groups)				-3.8	-3.0	0.8
P (groups)			.48	.73	1.00	1.00
Effect size ^a				0.37	0.31	0.08

CG, control group (2 standard sessions/week of physical education); EG1, experimental group 1 (4 standard sessions of physical education a week); EG2, experimental group 2 (4 high-intensity sessions/week of physical education).

^a Standardized difference or effect size (with Hedge's *d* for correction): mean difference in EG1 minus mean difference in CG divided by the standard deviation of the combined differences. The same calculation was carried out for EG2 vs. CG and for EG2 vs. EG1.

The values shown correspond to the means (standard deviation), unless otherwise indicated.

Analysis of covariance (ANCOVA) of one factor (dependent variable: differences between postintervention and preintervention findings; fixed factor: group) with Bonferroni adjustment. The descriptive values for the differences and *P* values are adjusted for sex, maturational development, preintervention muscle strength and attendance.

than in the CG and EG1 in the sessions analyzed ($P < .001$), and no differences were observed between the CG and EG1 ($P > .05$).

DISCUSSION

The results observed in the present study suggest that increasing (doubling) the academic load of PE in schools results in an increase in aerobic capacity and flexibility. If, in addition, there is an increase in the intensity of the sessions, the improvement in these components is more marked and improvements are also observed in speed-agility. On the other hand, the intervention program did not improve muscle strength or body composition.

Most of the intervention programs carried out in the school setting have focused on the aerobic capacity, and the results have

been similar to ours.^{10,11,15,18,31} After a one-year intervention program based on introducing daily PE classes, rather than the usual two sessions a week, Walther et al.¹⁵ observed an improvement of 3.7 mL/kg/min in the VO₂max, but found no significant gains in coordination and balance. In another study, based on the inclusion of 60 min of physical activity every school day over a 2-year period vs. two 45 min-sessions of standard PE a week, the results obtained were similar to ours, with an improvement in VO₂max of 3.6 mL/kg/min.¹¹ Other studies based on the increase in the number of PE sessions resulted in significant improvements in the VO₂max, estimated using the Course-Navette test^{10,32} or other tests.^{11,31,33} Likewise, in another intervention study based on an increase in PE sessions (from 2 to 4 sessions/week) carried out in Sweden over a 3-year period,¹² the authors also observed significant improvements in the aerobic capacity, estimated by means of a test involving a 6-min run. In contrast,

Table 4
Effects of the Intervention on the Speed-Agility of the Adolescents

	Pre	Post	Difference (post-pre)	Pairwise comparisons		
<i>4 x10 m shuttle run (s)^a</i>						
CG (n = 18)	12.7 (1.0)	12.4 (1.0)	-0.4 (0.4)	EG1 vs. CG (Volume effect)	EG2 vs. CG (Volume + intensity effect)	EG2 vs. EG1 (Intensity effect)
EG1 (n = 23)	13.1 (1.2)	12.4 (1.2)	-0.7 (0.4)			
EG2 (n = 23)	12.8 (0.8)	12.0 (0.8)	-0.8 (0.4)			
Difference (groups)				-0.3	-0.4	-0.1
P (groups)			.002	.09	.001	.39
Effect size ^b				0.71	1.17	0.45

CG, control group (2 standard sessions/week of physical education); EG1, experimental group 1 (4 standard sessions of physical education a week); EG2, experimental group 2 (4 high-intensity sessions/week of physical education).

^aLower scores in seconds indicate a better test performance.

^bStandardized difference or effect size (with Hedge's d for correction): mean difference in EG1 minus mean difference in CG divided by the standard deviation of the combined differences. The same calculation was carried out for EG2 vs. CG and for EG2 vs. EG1.

The values shown correspond to the means (standard deviation), unless otherwise indicated.

Analysis of covariance (ANCOVA) of one factor (dependent variable: differences between postintervention and preintervention findings; fixed factor: group) with Bonferroni adjustment. The descriptive values for the differences and P values are adjusted for sex, maturational development, preintervention speed-agility and attendance.

Table 5
Effects of the Intervention on the Flexibility of the Adolescents

	Pre	Post	Difference (post-pre)	Pairwise comparisons		
<i>Back-saver sit and reach test (cm)</i>						
CG (n = 18)	19.8 (9.1)	18.9 (8.3)	-0.7 (3.3)	EG1 vs. CG (Volume effect)	EG2 vs. CG (Volume + intensity effect)	EG2 vs. EG1 (Intensity effect)
EG1 (n = 23)	15.9 (8.4)	18.1 (6.1)	2.0 (3.2)			
EG2 (n = 23)	16.0 (6.4)	19.2 (6.9)	3.0 (3.1)			
Difference (groups)				2.7	3.7	1.0
P (groups)			.002	.04	.002	.75
Effect size ^a				0.82	1.16	0.33

CG, control group (2 standard sessions/week of physical education); EG1, experimental group 1 (4 standard sessions of physical education a week); EG2, experimental group 2 (4 high-intensity sessions/week of physical education).

^a Standardized difference or effect size (with Hedge's d for correction): mean difference in EG1 minus mean difference in CG divided by the standard deviation of the combined differences. The same calculation was carried out for EG2 vs. CG and for EG2 vs. EG1.

The values shown correspond to the means (standard deviation), unless otherwise indicated.

Analysis of covariance (ANCOVA) of one factor (dependent variable: differences between postintervention and preintervention findings; fixed factor: group) with Bonferroni adjustment. The descriptive values for the differences and P values are adjusted for sex, maturational development, preintervention flexibility and attendance.

after carrying out a 6-month intervention program, Peralta et al.¹³ observed no significant differences in aerobic capacity.

Few studies have focused on the specific effect of increasing the intensity of PE classes (for a given volume or number of classes per week) on physical fitness. In this context, Baquet et al.¹⁶ compared two groups, one of which had three standard PE classes a week, whereas the other had two standard PE classes a week, plus a high-intensity class (short periods, 10 s, at 100% to 120% of maximal aerobic speed). The authors observed a significant improvement in aerobic capacity.

Among the studies that have analyzed muscle strength, we found conflicting results. In a study focused on the increase from two to four sessions of PE over a 3-year period, no differences were observed between the CG and the EG.¹² On the other hand, in a study involving an increase in physical activity during recesses and "down" times between classes (ABC for fitness program),³⁴ significant increases were obtained in abdominal and upper body strength. Baquet et al.¹⁶ also observed significant differences in strength in the group in which the intensity of the PE sessions was increased, but only regarding lower body strength, there being no evidence of differences between the groups with respect to abdominal strength. In both of the aforementioned studies,^{16,34} the effect of the program on flexibility was also evaluated, but no significant differences were found. In contrast, in a study carried out in Chilean children based on the introduction of active recesses and an additional

90 min of physical activity a week, the authors did obtain significant improvements in lumbar flexibility,³² along the lines of our results. Finally, in both the work focusing on the increase in the intensity of PE classes¹⁶ and the other report involving the increase in the number of PE sessions a week,³³ positive effects were observed in speed, in accordance with the results observed in our study.

An important contribution of EDUFIT (Education for Fitness) to the studies mentioned above is the specific and combined analysis of the volume and intensity and their effects on physical fitness. Our results suggest that, for a given volume of PE (4 sessions/week), the increase in intensity, corroborated by the higher mean and maximum heart rates in EG2 as compared to EG1, had no significant effect on physical fitness.

On the other hand, in this study, the body composition was not improved. Results similar to ours can be found in a recent review focused on the body mass index.³⁵ However, in other intervention studies of longer duration, with a larger sample size or more accurate methods of measurement, the effect of the intervention on body composition has been satisfactory.^{8,10,14,15,18,32,34,36} For example, Yin et al.¹⁴ observed no differences in anthropometric parameters, such as body mass index and waist circumference, after a one-year intervention, but did report a decrease in the amount of body fat measured by means of DEXA (dual-energy X-ray absorptiometry), indicating the importance of an accurate measurement.

Limitations and Strengths of the Study

The main limitation of the present study is the small sample size. The estimated statistical power, less than 80%, affects the nonsignificant results. That is, we can not state unequivocally that the intervention is not effective in muscle strength or body composition. These results should be interpreted with caution until they can be verified in multicenter studies with larger samples. The low statistical power does not, however, affect the significant results and, thus, we should point out the high level of significance and the effect size observed in aerobic capacity, speed-agility and flexibility, even with a small sample size. However, the sample size employed here does not permit us to perform analyses stratified by sex. Another limitation is the fact that the different study groups coexist in the same school and, thus, there was a possible risk of their influencing each other. However, this circumstance could, in turn, have certain advantages, such as better control of contingencies from outside the framework of the program involving pedagogy, material and installations. The assessment of the physical activity was carried out by means of a self-administered questionnaire completed before, during and after the intervention. Future studies should utilize objective methods of measurement, for example accelerometry, which would enable a more accurate assessment of daily physical activity.

One of the strengths of the study is the standardization and validation of the physical fitness tests employed in the European adolescent population.^{4,21,23–25} The high rate of participation in the program (96%), attendance at more than two thirds of the sessions by 84% of the sample and the high degree of satisfaction of the students following the application of the program should be considered strong points of the present study. The incorporation of programs of this type in the curriculum is especially difficult due to bureaucratic and administrative issues. However, the results derived from interventions of this type can potentially be extrapolated to other educational institutions.

CONCLUSIONS

The results suggest that doubling the academic load of PE is a great enough stimulus to achieve improvements in physical fitness, especially in aerobic capacity, a component that has been shown to have a close relationship to cardiovascular health in children and adolescents. The results of the present study, although preliminary, are promising.

ACKNOWLEDGMENTS

We wish to thank the students and parents for their voluntary and unconditional participation in this study. We also thank Dr. Gutiérrez, Dr. Artero and Dr. Jiménez-Pavón for their participation in the measurements and their scientific advice.

FUNDING

The present study was made possible by the material and human resources provided by two European projects funded by the European Commission: the HELENA study (Contract no. FOOD-CT-2005-007034) and the ALPHA study (Ref. no. 2006120). We also acknowledge Working Group 0123/07 of the Murcia II Center for Professors and Resources of the Department of Education, Training and Employment of the Region of Murcia, Spain. Some of the researchers involved in this study are funded by grants from the Spanish Ministry of Education and Science (EX-2008-0641; EX-2009-0899; JC 2009-00238), the Swedish Council for Working Life

and Social Research (FAS) and the Swedish Heart-Lung Foundation (20090635).

CONFLICT OF INTERESTS

None declared.

REFERENCES

- 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 AW, Sjöström 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-Piñero J, Artero EG, Ortega FB, Sjöström 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, Anderssen 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.
- Walther 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, Chillón 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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-Pinero 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-Rodriguez 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; 32Suppl5:58–65.
 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.

Efectos de EDUFIT sobre el perfil lipídico (Artículo III)

EDUFIT effects on lipid profile (Paper III)

**Effects on adolescents' lipid profile of a fitness-
enhancing intervention in the school setting: the
EDUFIT study**

III

Arday DN, Artero EG, Ruiz JR, Labayen I, Sjöström M,
Castillo MJ, Ortega FB.

-

Submitted

Effects on adolescents' lipid profile of a fitness-enhancing intervention in the school setting: the EDUFIT study.

Short title: Improving lipid profile through Physical Education.

Daniel N. Arday^{a,b,c,*}, Enrique G. Artero^{a,d}, Jonatan R. Ruiz^{b,e}, Idoia Labayen^f, Michael Sjöström^b, Manuel J. Castillo^a, Francisco B. Ortega^{a,b}.

^a Department of Medical Physiology, School of Medicine, University of Granada, Granada, Spain.

^b Unit for Preventive Nutrition, Department of Biosciences and Nutrition, Karolinska Institutet, Huddinge, Sweden.

^c Department of Physical Education, IES J. Martínez Ruiz Azorín of Yecla, Ministry of Education of Murcia, Murcia, Spain.

^d Department of Exercise Science, Arnold School of Public Health, University of South Carolina, Columbia, South Carolina, U.S.A.

^e Department of Physical Education and Sport, School of Physical Activity and Sport Sciences, University of Granada, Granada, Spain.

^f Department of Nutrition and Food Science, University of the Basque Country, Vitoria, Spain.

Funding

The EDUFIT Study takes place thanks to resources from two EU-funded studies: the HELENA Study (Sixth RTD Framework Programme: Contract FOOD-CT-2005-007034) and the ALPHA study (Public Health Programme, Ref: 2006120). This paper was also supported by grants from the Spanish Ministry of Science and Innovation (RYC-2010-05957; CEB09-005 GREIB), Spanish Ministry of Education (EX-2008-0641), and the Swedish Heart-Lung Foundation (20090635); and Center Teachers and Resources Murcia of Education, Training and Employment Murcia Ministry (Working Group 0123/07).

(Corresponding Author) Daniel N. Arday, PhD Student and Teacher

University of Granada and High School J. Martínez Ruiz Azorín of Yecla, Murcia

C/ Camino Real, N°3. 30510 Yecla. Murcia (Spain).

Phones: +34 695 669 112 / +34 968 751 251.

Fax: +34 968 751 279.

Email: daniel.navarro@murciaeduca.es

ABSTRACT

BACKGROUND: Observational studies have reported an association among physical activity, fitness and lipid profile in youth. The purpose of this study was to analyze the effect of a school-based intervention focused on increasing the number and intensity of Physical Education (PE) sessions a week, on adolescents' lipid profile.

METHODS: A 4-month group-randomized controlled trial was conducted in 67 adolescents (12-14 years-old) from South-East Spain, 2007. Three school classes were randomly allocated into control group (CG), experimental group-1 (EG1) and experimental group-2 (EG2). The CG received the usual PE in Spain (2 sessions/week), the EG1 received 4 PE sessions/week, and the EG2 received 4 PE sessions/week of high intensity. The main study outcomes were fasting levels of total cholesterol, high-density lipoprotein cholesterol (HDLc), low-density lipoprotein cholesterol (LDLc) and triglycerides. All the analyses were adjusted for sex, sexual maturation, attendance and baseline value of the outcome studied.

RESULTS: The intervention did not positively affect cardio-metabolic parameters except for LDLc, that was marginally yet significantly reduced in EG2 (-10.4 mg/dl), compared with the CG (+4.1 mg/dl) ($p = 0.04$); no differences were observed however for the LDLc/HDLc ratio. No significant effects were observed in EG1.

CONCLUSION: Overall, a 4-month school-based physical activity intervention did not substantially influence lipid profile in adolescents. However, the results suggest that increasing both frequency and intensity of PE sessions had a modest effect on LDLc in youth. Future studies involving larger sample sizes and longer interventions should focus on the separate effects of volume and intensity of PE.

Keywords: adolescent; school; intervention; fitness; physical activity; Physical education; health; lipid profile.

ABBREVIATIONS

ANCOVA: one-way analysis covariance.

AVENA: Alimentación y Valoración del Estado Nutricional de los Adolescentes (Food and Assessment of Nutritional Status in Adolescents).

CG: control group.

EDUFIT: EDUcation for FITness.

EG: experimental group.

HDLc: high density lipoprotein cholesterol.

HELENA: Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence.

LDLc: low density lipoprotein cholesterol.

PE: Physical education.

TC: total cholesterol.

INTRODUCTION

Low levels of physical activity and physical fitness are considered powerful predictors of detrimental health outcomes that include all-cause mortality, cardiovascular disease events and cancer events^{1, 2}. It is known that children and adolescents meeting recommended levels of physical activity (at least 60 minutes of moderate-to-vigorous intensity physical activity on a daily basis) have multiple health benefits³. In spite of this evidence, a significant number of young people do not accomplish this recommendation⁴, as it was recently observed in Spanish⁵ and European⁶ adolescents. Governments, authorities and researchers suggest that adolescents' physical fitness must be improved to fight against cardiovascular disease in adulthood, and have identified increased physical fitness and activity in school as its primary aim to improve present and future youths' health⁶⁻⁹. Physical education (PE) is a mandatory part of the school curricula in most countries, including Spain. Daily PE is recommended by numerous entities to fight against the obesity epidemic and other cardiovascular disease risk factors^{4,7,8}.

Several studies have focused on promoting physical activity in schools to improve diverse health-outcomes, such as the Child-and-Adolescent-Trial-for-Cardiovascular-Health (CATCH)¹⁰, Cardiovascular-Health-in-Children (CHIC)¹¹, Middle-School-Physical-Activity-and-Nutrition (M-SPAN)¹², Sports-Play-and-Active-Recreation-for-Kids (SPARK)¹³, FitKid Project¹⁴, Activity-Bursts-in-the-Classroom (ABC)¹⁵, Kinder-Sportstudie (KISS)¹⁶, Healthy-study¹⁷ and others school-based interventions¹⁸⁻²⁵. Some comprehensive reviews have summarized many of these studies^{4, 26, 27} and reported mixed results depending on the outcome studied.

The interventions mostly involved changes in PE, such as the classroom health curriculum, and in the food service program and included some family, community, and policy change components. Others focused on increasing the number of PE sessions a

week^{16, 18, 20}. However, there is a lack of information about the effects of increasing the intensity of the PE sessions on cardio-metabolic profile in young people. In the present school-based intervention study conducted on adolescents, we examined the effects on adolescents' lipid profile of: 1) increasing the number of PE a week (volume); 2) increasing the number and the intensity of the PE sessions (volume+intensity); and 3) increasing intensity for a given number of sessions (intensity).

METHODS

Subjects

Participants were recruited from the EDUFIT (EDUcation for FITness) study. The complete methodology of the EDUFIT study has been described elsewhere²⁸. This study is a group-randomized controlled trial (clinicaltrial.org NCT01098968). The intervention period lasted four months, from January to May (2007) and was developed in a high school from South-East Spain (Murcia). Data were collected before and after the intervention program. A total of 67 adolescents (70 invited), 43 boys and 24 girls (12-14 years, Tanner II-V), belonging to three different classes from same school, agreed to participate in this study, i.e. participation rate = 96%. The study flow is graphically represented in Figure 1. The three classes were randomly assigned to control group (CG), experimental group-1 (EG1) and experimental group-2 (EG2).

A comprehensive verbal description of the nature and purpose of the study was given to the parents, school supervisors, and adolescents. Written consent to participate was requested from both parents and adolescents. No previous personal history of cardiovascular disease, no cognitive dysfunction, and to be able to actively participate in PE classes were the study inclusion criteria; all the participants met these criteria. No incentives for participating in the study were offered to the children.

Instruments

All measures were assessed during the 2007/2008 school year. Baseline data were collected during the month of January 2008 (before implementation of the EDUFIT program) and post-intervention data were collected in May 2008 (at the end of implementation of the program). The same research team members collected both baseline and post-intervention data.

Blood pressure. Systolic and diastolic blood pressures were measured with a manual oscillometric device aneroid (Riester), appropriate to children's ages. The adolescent was sit quietly for 6 minutes, with his or her back supported, feet on the floor, left arm supported, and cubital fossa at heart level. The measurements were done at the left arm, keeping the arm tended at the time of measurement. Measurements were made between 10 and 16 minutes with 2 minutes of interval between each measurement until the change in systolic blood pressure was less than 5 mmHg between both measures and the next. We recorded the average of the last three measurements as a valid measurement of systolic and diastolic blood pressure.

The mean arterial pressure, defined as the average arterial pressure during a single cardiac cycle, was calculated using the following equation: diastolic blood pressure + $[0.333 \times (\text{systolic blood pressure} - \text{diastolic blood pressure})]^{29}$.

Blood measurements. Blood samples were collected at the antecubital vein between 8:00 and 9:00 AM, after an overnight fast. Serum concentrations of glucose, total cholesterol (TC), high-density lipoprotein cholesterol (HDLc), low-density lipoprotein cholesterol (LDLc) and triglycerides were measured on the clinical chemistry system with enzymatic methods. The serum sample was processed in a LX-20PRO Beckman Coulter of IZASA[®]. The methodology used was direct: glucose (hexokinase), cholesterol (cholesterol esterase with quinine), triglycerides (lipase glycerol kinase) and

HDL (direct method with elimination of other particles and cholesterol esterase reaction). We calculated the LDLc/HDLc ratio.

Health-related fitness. We assessed cardiorespiratory fitness with the 20-m shuttle run test, as previously described^{28, 30}. Muscular fitness was assessed by the standing long jump test and speed-agility by the 4×10-m shuttle run test. All the tests were performed twice, and the best score was retained, except the 20-m shuttle run test, which was performed only once. These tests have been proved to be valid and reliable in young people³¹⁻³⁴. A detailed description of the protocols used for fitness testing were previously published^{9, 30}.

Anthropometry. Height and weight were measured by standardized procedures. Weight was measured in underwear and without shoes with an electronic scale (Type SECA 861) to the nearest 0.1 kg, and height was measured barefoot in the Frankfort horizontal plane with a telescopic height measuring instrument (Type SECA 225) to the nearest 0.1 cm. Body mass index was calculated as body weight in kg divided by the square of height in meters.

Sexual maturation. Stages of pubertal development were assessed following the methodology described by Tanner and Whitehouse³⁵ as was done in a national multicenter study³⁶. Five stages were recognized for each of the following characteristics: genital development and pubic hair in males, and breast development and pubic hair in females.

Procedures

The intervention was implemented by PE teachers assigned by the school, who did not participate in the pre-intervention or post-intervention assessments. Details of the intervention have been described elsewhere²⁸. A summarized scheme of the intervention is presented in Figure 2. In short, adolescents in the CG received the usual PE sessions according to the National Education Program in Spain, i.e. 55 min sessions twice a

week. This duration includes the time for teachers to organize the session, and for the children to change clothes, have shower and come/go from/to the classrooms. Adolescents in the EG1 had four PE sessions a week, with the same aims, contents and pedagogical strategies than the sessions in the CG. Adolescents in the EG2 received four PE sessions a week of high intensity. The PE sessions for the EG2 had the same aims and contents than those for CG and EG1. A team of expert PE teachers helped to design the pedagogical strategies to increase session's intensity of EG2. Polar-610 heart rate monitors were used to measure the intensity of the sessions in randomly selected students ($n = 38$) from the three groups during 15 sessions, also randomly selected. Mean and maximum heart rate were significantly higher in the EG2 (mean = 147 and max. = 193 bpm) compared with CG (mean = 116 and max. = 174 bpm) and EG1 (mean = 129 and max. = 177 bpm), confirming that PE sessions for the EG2 were more intense than for the other two groups, as previously reported³⁰.

Data analysis

Data are presented as means and standard errors. Analyses were performed with the PASW (Predictive Analytics SoftWare, formerly SPSS) Statistics Command Syntax Reference software version 18.0 for Windows and the level of significance was set to 0.05.

The intervention's effects on cardio-metabolic profile were studied by one-way analysis covariance (ANCOVA), including group as fixed factor (GC, GE1 or GE2), pre-post intervention change as the dependent variable and sex, maturity development (Tanner) baseline values of the dependent variable and attendance rate as covariates. Pairwise comparisons were made (post-hoc) with Bonferroni correction.

RESULTS

Baseline characteristics of the adolescents studied are shown in Table 1. Adolescents from the CG were older than those from the EG1 and EG2 ($p = 0.001$), yet no differences were observed in sexual maturation status ($p = 0.21$). No significant differences in weight, height or body mass index were observed among the study groups. Seventy two percent of the participants attended 75% or more of the sessions.

Table 2 shows the baseline, follow-up and change (post-pre) values for cardio-metabolic profile (blood pressure, glucose level and lipid profile) after adjustment for sex, sexual maturation and attendance.

Most of study variables did not differ among the study groups at baseline, except for TC and LDLc that were lower in the CG compared with the EG2 ($p = 0.05$ and $p = 0.07$, respectively). Consequently, all the models were further adjusted for baseline levels of the outcome studied (Table 2). After the intervention, we did not find any significant difference in the three studied groups on the lipid variables studied, except for LDLc (Table 2) that was marginally, yet significantly, reduced in the EG2 compared to CG ($p = 0.04$); no differences were observed for the LDLc/HDLc ratio though. No significant effects were observed in EG1 for any parameter studied. Additional adjustment for changes in body mass index did not alter the results (data not shown).

Partial correlation analyses adjusted for sex, sexual maturation and attendance did not show any associations between changes on fitness and metabolic-lipid profile (data not shown). Overall, the results did not differ when age was used in the models instead of sexual maturation status.

DISCUSSION

The results of the present study suggest that increasing the frequency plus intensity of PE sessions a week during four months does not seem to be enough stimuli for improving of the overall lipid profile in adolescents. Despite our results showed a significant reduction in LDLc in the group that increased both frequency and intensity of PE sessions (EG2), compared with the group receiving usual PE (CG), no differences were observed in the LDLc/HDLc ratio, indicating that the intervention did not have a clear beneficial effect on lipid profile. These results should be taken as preliminary. The lack of significant effects could be due to the small sample size and consequent small statistical power, as well as the short time duration of the intervention.

Several school-based interventions have evaluated the effect of increasing the activity dose in PE on cardio-metabolic profile in adolescents^{16, 17, 22, 23, 25, 37}. Previous school-based intervention studies observed mixed effects on cardio-metabolic parameters, depending on the outcomes studied. Rosenbaum et al.²³ studied the effects of a 4-month school-based intervention based on health, nutrition and exercise classes plus an anaerobic exercise program. While no effect was observed on lipid profile, the intervention was beneficial on insulin sensitive and inflammatory markers. Benson et al.³⁷ did not find significant differences on cardio-metabolic factors (HDLc, LDLc, TC, triglycerides, TC/HDL, insulin, glucose, homeostasis assessment model 2-insulin resistance) between the intervention and control group, after a 8-week high-intensity progressive resistance program (twice a week). Similar findings were observed by Walther et al.²⁵. They showed who concluded that despite dedicating 45 additional minutes of daily physical activity and a monthly lesson about healthy lifestyle, through one school year (intervention class vs control class), children's lipid profile (TC, HDLc, LDLc) was not improved. In contrast, they found significant differences on concentration of circulating endothelial progenitor cells in the intervention group.

Another multicomponent school-based program (Healthy study)¹⁷ did not result in greater decreases on glucose level after 3-year intervention, but it reduced fasting insulin levels. Kriemler et al.¹⁶ observed that increasing the frequency of PE a week (from 2 days a week to daily) had a positive effect on HDLc and triglycerides, but not on systolic-diastolic blood pressure and glucose level, after one school-year of intervention (KISS study). This study also reported a positive effect on cardiorespiratory fitness, which concur with our results on fitness, previously published³⁰. Another school-based study (CHIC study)¹¹, consisting on 8-week exercise program and 8-week of classes on nutrition and smoking, observed marginal reductions in TC and improved the fitness level of those students who received the intervention.

Treviño and co-workers²⁴ conducted an intervention program lasting 8 months and consisting on a class of PE focused on health, a family program, a school cafeteria program, and an after-school health club in 1,221 fourth-grade Mexican-American children. The authors observed a significant reduction in glucose level in the intervention group. These results are not in agreement with our results or with other previous studies in overweight²² or non-overweight^{16, 17, 23, 37} children. Among the studies that included blood pressure as outcome in young people^{11, 16, 25}, none observed positive effects, in line with our findings. In fact, most of the studies were conducted in predominantly healthy children with normal levels of blood pressure, in whom blood pressure is not expected to be reduced, probably not even desirable. Exercise might be more effective in children and adolescents with increased metabolic risk factors such as overweight or at risk for high blood pressure, as previously shown in adult population³⁸.

Limitations

As most of the school-based intervention studies, we randomized groups instead of individuals what in addition to small sample size used in our study increase the risk that the study groups were not identical at baseline. This was the case in our study and some

baseline differences in lipid profile were observed among groups. Nevertheless, we controlled all the analyses for baseline values of the outcome studied, which mathematically balanced possible baseline differences, reducing the error inherent to group-randomized controlled trials. Another limitation of this study is the lack of information on insulin, which is more sensitive to physical activity than glucose levels. Most of school-based studies are multicomponent interventions (e.g. parents programs, nutrition, and increase physical activity during/after school time). We chose to test a simpler and more practical model that focused the intervention on changes in the school curricular. An important contribution of EDUFIT program to previous studies is the specific and combined analysis of volume and intensity with effects on cardio-metabolic profile in three different groups in a single school-based study.

Conclusions

Overall, the program did not have a marked effect on adolescents' lipid profile, being LDLc the only lipid marker moderately affected (reduced) by the increase in the frequency and intensity of PE sessions. Future studies involving larger sample sizes and longer interventions should focus on the separate effects of volume and intensity of PE.

IMPLICATIONS FOR SCHOOL HEALTH

There are a number of public health implications stemming from this paper. Nowadays, children have fewer opportunities to be active in a safe and independent manner, especially in large cities of developing countries that are rapidly urbanizing. Factors that decrease energy expenditure, such as the declining time for PE in schools, may play an important role in the prevalence of obesity among children. Because students spend large amounts of time in school, there is a great potential for increasing their level of physical activity through school-based interventions⁴. It is difficult to change the curriculum in school, but more difficult and expensive is to apply a punctual multicomponent school-based program at voluntary adolescents.

Human Subjects Approval Statement

This study was approved by the by the Review Committee for Research Involving Human Subjects of the University of Granada (Spain). The study protocol was performed in accordance with the ethical standards laid down in the 1961 Declaration of Helsinki (as revised in 2000).

Acknowledgments

We thank the students and parents for their unconditional voluntary participation in this study. We thank Ángel Gutiérrez, David Jiménez-Pavón, Palma Chillón, Vanesa España-Romero and Cristobal Sánchez for their participation in measurements and/or scientific advice. We also thank the nurses Carmen Guirado-Escámez, Silvia Martínez, María José Bastida, José Francisco Díaz-Guirado, and Dr. José Herrera-Ortega (Headmaster of Laboratory Service from North-West Regional Hospital Caravaca de la Cruz-Murcia), for biochemical analysis and blood pressure assessment.

REFERENCES

1. Kodama S, Saito K, Tanaka S, 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(19): 2024-2035.
2. Blair SN, Kohl HW, 3rd, Paffenbarger RS, Jr., Clark DG, Cooper KH, Gibbons LW. Physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy men and women. *JAMA*. 1989; 262(17): 2395-2401.
3. U.S. Department of Health and Human Services; Physical Activity Guidelines Advisory Committee. Physical activity guidelines for Americans. 2008.
4. Pate RR, Davis MG, Robinson TN, Stone EJ, McKenzie TL, Young JC. Promoting physical activity in children and youth: a leadership role for schools: a scientific statement from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Physical Activity Committee) in collaboration with the Councils on Cardiovascular Disease in the Young and Cardiovascular Nursing. *Circulation*. 2006; 114(11): 1214-1224.

5. Martin-Matillas M, Ortega FB, Chillón P, et al. Physical activity among Spanish adolescents: relationship with their relatives' physical activity - the AVENA study. *J Sports Sci.* 2011; 29(4): 329-336.
6. Ruiz JR, Ortega FB, Martínez-Gómez D, et al. Objectively Measured Physical Activity and Sedentary Time in European Adolescents: The HELENA Study. *Am J Epidemiol.* 2011.
7. Healthy People 2010. Leading health indicators (electronic material) [accessed 25 Oct 2005]. Available from: <http://www.healthypeople.gov/>. 2000.
8. American Academy of Pediatrics. Physical fitness and activity in schools. *Pediatrics.* 2000; 105(5): 1156-1157.
9. Ortega FB, Artero EG, Ruiz JR, et al. Physical fitness levels among European adolescents: the HELENA study. *Br J Sports Med.* 2011; 45(1): 20-29.
10. McKenzie TL, Stone EJ, Feldman HA, et al. Effects of the CATCH physical education intervention: teacher type and lesson location. *Am J Prev Med.* 2001; 21(2): 101-109.
11. Harrell JS, McMurray RG, Bangdiwala SI, Frauman AC, Gansky SA, Bradley CB. Effects of a school-based intervention to reduce cardiovascular disease risk factors in elementary-school children: the Cardiovascular Health in Children (CHIC) study. *J Pediatr.* 1996; 128(6): 797-805.
12. McKenzie TL, Sallis JF, Prochaska JJ, Conway TL, Marshall SJ, Rosengard P. Evaluation of a two-year middle-school physical education intervention: M-SPAN. *Med Sci Sports Exerc.* 2004; 36(8): 1382-1388.
13. Sallis JF, McKenzie TL, Alcaraz JE, Kolody B, Faucette N, Hovell MF. The effects of a 2-year physical education program (SPARK) on physical activity and fitness in elementary school students. Sports, Play and Active Recreation for Kids. *Am J Public Health.* 1997; 87(8): 1328-1334.
14. 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.
15. Katz DL, Cushman D, Reynolds 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(4): A82.
16. Kriemler S, Zahner L, Schindler C, 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.

17. Foster GD, Linder B, Baranowski T, et al. A school-based intervention for diabetes risk reduction. *N Engl J Med.* 2010; 363(5): 443-453.
18. Kemper HC, Verschuur R, Ras KG, Snel J, Splinter PG, Tavecchio LW. Effect of 5-versus 3-lessons-a-week physical education program upon the physical development of 12 and 13 year old schoolboys. *J Sports Med Phys Fitness.* 1976; 16(4): 319-326.
19. 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(2): 302-309.
20. Thivel D, Isacco L, Lazaar N, et al. Effect of a 6-month school-based physical activity program on body composition and physical fitness in lean and obese schoolchildren. *Eur J Pediatr.* 2011.
21. 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(4): 295-300.
22. Carrel AL, Clark RR, Peterson SE, Nemeth BA, Sullivan J, Allen DB. Improvement of fitness, body composition, and insulin sensitivity in overweight children in a school-based exercise program: a randomized, controlled study. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2005; 159(10): 963-968.
23. Rosenbaum M, Nonas C, Weil R, et al. School-based intervention acutely improves insulin sensitivity and decreases inflammatory markers and body fatness in junior high school students. *J Clin Endocrinol Metab.* 2007; 92(2): 504-508.
24. Trevino RP, Yin Z, Hernandez A, Hale DE, Garcia OA, Mobley C. Impact of the Bienestar school-based diabetes mellitus prevention program on fasting capillary glucose levels: a randomized controlled trial. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2004; 158(9): 911-917.
25. Walther C, Adams V, Bothur I, et al. Increasing physical education in high school students: effects on concentration of circulating endothelial progenitor cells. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2008; 15(4): 416-422.
26. 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.
27. 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(1): CD007651.

28. Arday DN, Fernandez-Rodriguez JM, Chillon P, et al. [Physical fitness enhancement through education, EDUFIT study: background, design, methodology and dropout analysis]. *Rev Esp Salud Publica*. 2010; 84(2): 151-168.
29. Zheng L, Sun Z, Li J, et al. Pulse pressure and mean arterial pressure in relation to ischemic stroke among patients with uncontrolled hypertension in rural areas of China. *Stroke*. 2008; 39(7): 1932-1937.
30. Arday DN, Fernandez-Rodriguez JM, Ruiz JR, et al. Improving Physical Fitness in Adolescents Through a School-Based Intervention: the EDUFIT Study. *Rev Esp Cardiol*. 2011: [Epub ahead of print].
31. Ortega FB, Artero EG, Ruiz JR, et al. Reliability of health-related physical fitness tests in European adolescents. The HELENA Study. *Int J Obes (Lond)*. 2008; 32 Suppl 5: S49-57.
32. Castro-Pinero J, Artero EG, Espana-Romero V, et al. Criterion-related validity of field-based fitness tests in youth: a systematic review. *Br J Sports Med*. 2010; 44(13): 934-943.
33. Artero EG, Espana-Romero V, Castro-Pinero J, et al. Reliability of field-based fitness tests in youth. *Int J Sports Med*. 2011; 32(3): 159-169.
34. Ruiz JR, Castro-Pinero J, Espana-Romero V, et al. Field-based fitness assessment in young people: the ALPHA health-related fitness test battery for children and adolescents. *Br J Sports Med*. 2011; 45(6): 518-524.
35. Tanner JM, Whitehouse RH. Clinical longitudinal standards for height, weight, height velocity, weight velocity, and stages of puberty. *Arch Dis Child*. 1976; 51(3): 170-179.
36. Gonzalez-Gross M, Castillo MJ, Moreno L, et al. [Feeding and assessment of nutritional status of spanish adolescents (AVENA study). Evaluation of risks and interventional proposal. I.Methodology]. *Nutr Hosp*. 2003; 18(1): 15-28.
37. 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(6): 1016-1027.
38. Pescatello LS, Franklin BA, Fagard R, Farquhar WB, Kelley GA, Ray CA. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. *Med Sci Sports Exerc*. 2004; 36(3): 533-553.

Table 1. Baseline characteristics of the participants.

	Participants (n = 67)		CG (n = 18)		EG1 (n = 26)		EG2 (n = 23)		P
Age (years)	13.0	(0.1)	13.8	(0.1)	12.9	(0.1)	12.7	(0.1)	0.001
Tanner (%): Stages I/II/III/IV/V									0.21
I	0		0		0		0		
II	16.4		0		23.1		21.7		
III	23.9		33.3		19.2		21.7		
IV	47.8		44.4		53.8		43.5		
V	11.9		22.2		3.8		13.0		
Weight (kg)	54.8	(1.7)	59.3	(3.7)	54.6	(3.1)	51.6	(1.9)	0.22
Height (cm)	156.5	(0.9)	157.5	(1.4)	156.4	(1.6)	156.0	(1.5)	0.80
Body mass index (kg/m ²)	22.3	(0.6)	23.8	(1.4)	22.2	(1.1)	21.1	(0.6)	0.24

Data are means and (standard errors), unless otherwise stated. CG, control group (2 sessions Physical Education / week); EG1, experimental group-1 (4 sessions / week); EG2, experimental group-2 (4 session / week + high intensity). One-way (group) analysis of the variance. Differences in sexual maturation between groups were analysed using Chi-square test.

Table 2. Effects of the intervention on cardio-metabolic profile.

	n	Pre		n	Post		n	Difference (Post-Pre)*	
Mean arterial pressure (mm Hg) †									
CG	18	82.1	2.1	18	75.2	1.4	18	-5.8	1.2
EG1	25	79.2	1.4	23	75.4	1.4	22	-4.6	1.1
EG2	22	77.3	1.4	23	74.7	1.5	22	-2.9	1.1
p (groups)		0.130			0.933			0.248	
Glucose (mg/dl)									
CG	14	76.1	2.6	15	77.2	2.2	14	-6.0	3.0
EG1	21	81.5	2.2	20	81.0	1.6	17	0.6	2.6
EG2	17	84.8	2.2	21	80.3	2.6	16	-0.1	2.5
p (groups)		0.48			0.476			0.248	
Triglycerides (mg/dl)									
CG	13	63.5	3.6	15	77.9	12.0	13	14.9	12.0
EG1	22	65.4	5.8	21	75.9	10.5	18	7.8	10.4
EG2	17	60.1	8.0	20	68.1	5.4	16	5.6	10.2
p (groups)		0.831			0.737			0.834	
Total Cholesterol (mg/dl)									
CG	13	132.3 ^a	6.3	15	134.2	6.0	13	-1.5	7.3
EG1	22	140.0	6.3	21	146.5	5.4	18	4.8	6.2
EG2	17	157.2 ^a	6.4	20	138.0	6.3	16	-9.5	6.3
p (groups)		0.038			0.333			0.300	
HDL cholesterol (mg/dl)									
CG	13	40.2	4.1	15	37.4	3.1	13	-6.8	3.3
EG1	22	45.5	3.5	21	44.0	3.2	18	1.9	2.8
EG2	17	48.2	3.4	20	39.7	2.5	16	-5.4	2.7
p (groups)		0.361			0.289			0.114	
LDL cholesterol (mg/dl)									
CG	13	79.5 ^b	4.8	15	81.2	5.8	13	4.1 ^b	4.7
EG1	22	83.0	4.8	21	87.5	4.2	18	2.8	4.0
EG2	17	97.2 ^b	4.7	20	84.6	5.2	16	-10.4 ^b	4.1
P (groups)		0.040			0.686			0.041	
LDLc/HDLc (mg/dl)									
CG	13	2.3	0.3	15	2.4	0.2	13	0.3	0.2
EG1	22	2.1	0.2	21	2.2	0.2	18	-0.1	0.1
EG2	17	2.2	0.2	20	2.2	0.2	16	0.0	0.1
p (groups)		0.802			0.838			0.365	

Data are means and standard errors, unless otherwise stated. CG, control group (2 sessions Physical Education / week); EG1, experimental group-1 (4 sessions / week); EG2, experimental group-2 (4 sessions / week + high intensity).

One-way analysis of co-variance (dependent variable = post-pre differences, fixed factor = group). Pairwise comparisons were performed using Bonferroni adjustment. Common superscripts (^a in vertical direction) indicate significant differences between groups ($p < 0.05$) or (^b in vertical direction) borderline differences between groups ($p < 0.1$), respectively.

* Descriptive values for the differences and p values are adjusted by sex, sexual maturation, attendance and the corresponding baseline values of the outcome. † This is an average score computed from systolic and diastolic blood pressure.

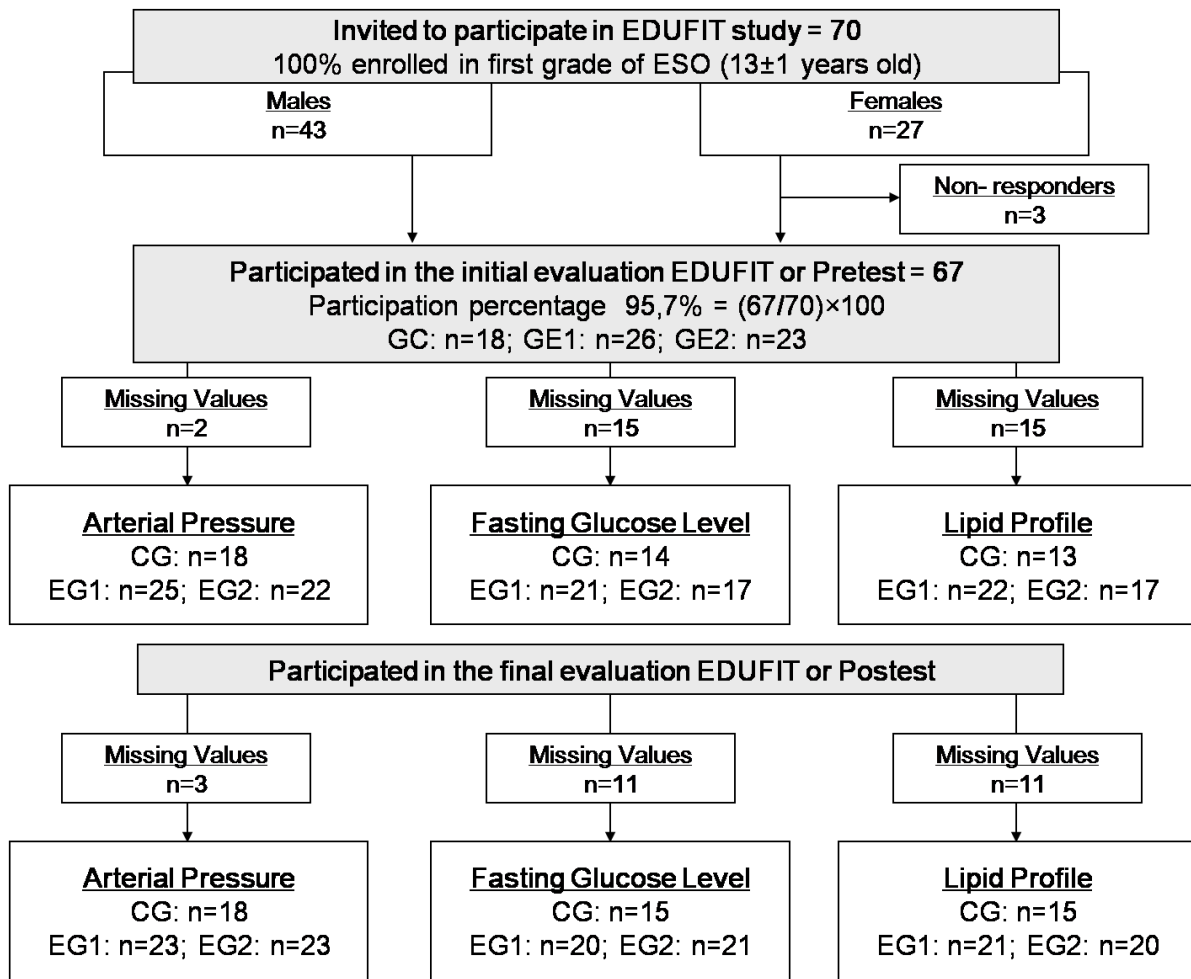


Figure 1. Study flow.

EDUFIT, Education for Fitness; PE, Physical Education.

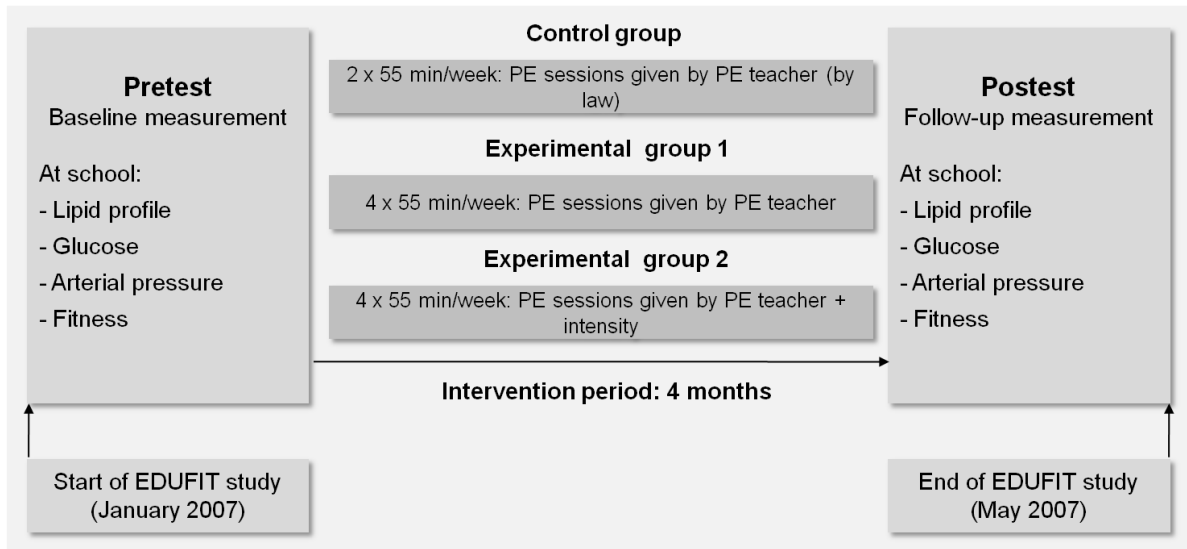


Figure 2. Content and timetable of the intervention.

EDUFIT, Education for Fitness; PE, Physical Education.

Efectos de EDUFIT sobre el rendimiento cognitivo y académico (Artículo IV)

EDUFIT effects on cognitive performance and academic achievement (Paper IV)

**A school-based Physical Education randomized trial
improves adolescents' cognitive performance and
academic achievement: the EDUFIT study**

Arday DN, Fernández-Rodríguez JM, Jiménez-Pavón D,
Castillo R, Ruiz JR, Ortega FB

-

Submitted

IV

A school-based Physical Education randomized trial improves adolescents' cognitive performance and academic achievement: the EDUFIT study

Short title: Improving academic-cognitive performance through Physical Education.

Daniel N. Arday^{a,b,c,*}, Juan M. Fernández-Rodríguez^d, David Jiménez-Pavón^{e,f}, Ruth Castillo^g, Jonatan R. Ruiz^{b,h}, Francisco B. Ortega^{a,b}.

^a Department of Medical Physiology, School of Medicine, University of Granada, Granada, Spain.

^b Unit for Preventive Nutrition, Department of Biosciences and Nutrition, Karolinska Institutet, Huddinge, Sweden.

^c Department of Physical Education, IES J. Martínez Ruiz Azorín of Yecla, Ministry of Education of Murcia, Spain.

^d Department of Physical Education, IES Vega del Argos of Cehegín, Ministry of Education of Murcia, Spain.

^e GENUD (Growth, Exercise, Nutrition and Development) Research Group, University of Zaragoza, Zaragoza, Spain.

^f Department of Physical Education, University School of Education 'Sagrado Corazón', University of Córdoba, Córdoba, Spain.

^g School of Psychology, University of Málaga, Málaga, Spain.

^h Department of Physical Education and Sport, School of Physical Education and Sport Sciences, University of Granada, Spain.

* Corresponding author.

Daniel Navarro Arday

Instituto de Enseñanza Secundaria J. Martínez Ruiz Azorín. C/ Camino Real, Nº3. 30510 Yecla. Murcia (España). Phones: +34 695 669 112 / +34 968 751 251. Telefax: +34 968 751 279.

E-mail address: daniel.navarro@murciaeduca.es (D.N. Arday).

ABSTRACT

Objective. To analyze the effects of an intervention focused on increasing the time and intensity of Physical Education (PE), on adolescents' cognitive-performance and academic achievement.

Methods. A 4-month group-randomized controlled trial was conducted in 67 adolescents from South-East Spain, 2007. Three classes were randomly allocated into control group (CG), experimental-group-1 (EG1) and experimental-group-2 (EG2). CG received usual PE (2-sessions/week), EG1 received 4 PE sessions/week and EG2 received 4 PE sessions/week of high intensity. Cognitive performance (nonverbal and verbal ability, abstract reasoning, spatial ability, verbal reasoning and numerical ability), was assessed by the Spanish Overall and Factorial Intelligence Test, and academic achievement by school grades.

Results. All the cognitive performance variables, except verbal reasoning, increased more in EG2 than in CG (all $p < 0.05$). Average school grades (e.g. average, mathematics) increased more in EG2 than in CG. Overall, EG2 improved more than EG1, without differences between EG1 and CG.

Conclusion. Increased PE can benefit cognitive performance and academic achievement. This study contributes to the current knowledge by suggesting that the intensity of PE sessions might play a role in the positive effect of physical activity on cognition and academic success. Future studies involving larger sample sizes should confirm or contrast these findings.

Keywords: Adolescent. School. Intervention. Fitness. Physical activity. Physical Education. Health. Cognitive. Academic achievement.

ABBREVIATIONS

ANCOVA: analysis of covariance.

AVENA: Alimentación y Valoración del Estado Nutricional de los Adolescentes (Food and Assessment of Nutritional Status in Adolescents).

CG: control group.

EDUFIT: Education for fitness.

EG: experimental group.

IGF: Inteligencia General y Factorial (Overall and Factorial Intelligence).

PE: Physical Education.

PASW: Predictive Analytics SoftWare, formerly SPSS.

Highlights

- Increasing both time and intensity of PE sessions per week improves cognitive performance.
- Increasing both time and intensity of PE sessions per week improves academic achievement (school grades).
- Future studies involving larger sample sizes should confirm or contrast these findings.

Introduction

Results from recent reviews and meta-analysis indicate a positive association between physical activity, cognitive performance and academic achievement in children and adolescents (Fox et al., 2010; Hillman et al., 2008; Rasberry et al., 2011; Sibley and Etnier, 2003; Tomporowski et al., 2008; Trudeau and Shephard, 2008). Neurocognitive benefits of an active lifestyle in children and adolescents have important public health and educational implications (Ruiz et al., 2010). A potential way of promoting physical activity is through Physical Education (PE) within the school curriculum. Physical Education pursues objectives in addition to those directly related to physical health outcomes, such as cognitive, social, and emotional domains.

It has also been suggested that PE at schools may have a positive effect on academic achievement (Carlson et al., 2008; Rasberry et al., 2011; Sallis et al., 1999; Trudeau and Shephard, 2008). Schools provide a unique opportunity to influence children's and adolescents' health, since the whole children and adolescent population has to attend to schools by law. Nevertheless, schools face increasing challenges in allocating time for PE and physical activity during the school day. Many schools are attempting to increase instructional time for Mathematics, Language or Science subjects in an effort to improve standards-based test scores. As a result, PE sessions, recess, and others extracurricular physical activities often are decreased or eliminated during the school day.

Several intervention studies examined the effect of increasing the amount of PE (frequency per week or length of the sessions) on students' academic and cognitive performance and found mixed results (Ahamed et al., 2007; Dwyer et al., 1983; Dwyer et al., 1996; Ericsson, 2008; Pollatschek and O'Hagan, 1989; Sallis et al., 1999). However, the specific effect of increasing the intensity of the PE sessions on cognitive performance and academic achievement in young people has not been explored.

In the present school-based intervention study conducted on adolescents, we examined the effects on adolescents' cognitive performance and academic achievement of: 1) increasing the number of PE sessions per week (volume); 2) increasing the number and the intensity of the PE sessions (volume+intensity); and 3) increasing intensity for a given number of PE sessions (intensity).

Methods

Trial design and participants

Participants were recruited from the EDUFIT (EDUCation for FITness) study. The complete methodology of the EDUFIT study has been described elsewhere (Arday et al., 2010). The EDUFIT study is a group-randomized controlled trial (clinicaltrials.org NCT01098968). Data collection took place from January to May, 2007 in a High School from South-East Spain (Murcia). The intervention period lasted four months. A total of 67 adolescents (70 invited), 43 boys and 24 girls (12-14 years, Tanner II-V), belonging to three different classes from the same High School agreed to participate in this study, i.e. participation rate = 96%. The study flow is graphically represented in Fig. 1. The three classes were randomly assigned to control group (CG), experimental group-1 (EG1) or experimental group-2 (EG2). Randomization was blinded for those who performed the outcome assessment. Fig. 2 shows the content and timetable of intervention.

A comprehensive verbal description of the nature and purpose of the study was given to the parents, school supervisors, and adolescents. Written consent to participate was requested from both parents and adolescents. No previous personal history of cardiovascular disease, no cognitive dysfunction, and be able to actively participate in PE classes were the study inclusion criteria; all the participants met these criteria. No incentives for participating in the study were offered to the children. The study protocol was performed in accordance with the ethical standards laid down in the 1961 Declaration of Helsinki (as revised in 2000), and approved by the Review Committee for Research Involving Human Subjects of the University of Granada (Spain).

Interventions

The intervention was implemented by PE teachers assigned by the school, who did not participate the pre-intervention or post-intervention assessment. Details of the intervention have been described elsewhere (Arday et al., 2010). A summarized scheme of the intervention is presented in Fig. 2. In short, adolescents in the CG received the usual PE sessions according to the National Education Program in Spain, i.e. 55 min sessions twice per week. This time includes the time for teachers to organize the session, and for the children to change clothes, have shower and come/go from/to the classrooms. Adolescents in the EG1 had four PE sessions per week, with the same aims, contents and pedagogical strategies than the sessions taken by the adolescents in the CG. Adolescents in the EG2 received four PE sessions per week of high intensity, i.e.

activities involving a heart rate above 120 bpm were repeatedly implemented by increasing the intensity of warm-up routines, providing positive feedback and setting sport challenges. The PE sessions for the EG2 had the same aims and contents than CG and EG1. The time devoted to the rest of academic subjects was the same for the three groups, according to the Spanish law of Education. A team of expert PE teachers helped to design the pedagogical strategies to increase session's intensity of EG2. Polar-610 heart rate monitors were used to measure the intensity of the sessions in randomly selected students ($n = 38$) from the three groups during 15 sessions, also randomly selected.

Mean and maximum heart rate was significantly higher in the EG2 (mean=147 and max.=193 bpm) compared with CG (mean=116 and max.=174 bpm) and EG1 (mean=129 and max.=177 bpm), confirming that PE sessions for the EG2 were more intense than for the other two groups, as previously reported (Arday et al., 2011).

Outcomes

Cognitive performance. Cognitive performance was assessed by the M (medium) version of the Spanish Overall and Factorial Intelligence Test (IGF-M). The IGF-M questionnaire is an overall measured of cognitive performance, as well as some specific cognitive dimensions: nonverbal and verbal abilities, abstract reasoning, spatial ability, verbal reasoning and numerical ability. Each dimension ranged from 0 to 100, with higher scores indicating better performance. Overall cognitive performance was estimated as the average score computed from all cognitive variables studied. This questionnaire has shown to be reliable and valid for assessing cognitive performance in adolescents and is the most commonly used questionnaire in High Schools in Spain (Yuste-Hernández, 2001).

Academic achievement. Academic achievement was assessed using the students' grades in the core subjects (Mathematics and Language) and others subjects (Natural Sciences, English, etc.). The grades were collected from the official School's records at two moments: first-trimester (December 2006, pre-intervention) and at the end of the academic year (June 2007, post-intervention). Numeric grade scores in Spain range from 1 (worst) to 10 (best). Usual assessment instruments, designed by specialists in school curriculum, teachers and academicians in each area were used. Teachers from each subject give an average score (academic grades) based on student's attitude, behavior, homework, skills and knowledge in the subject, as required by Spanish curriculum. The academic achievement used in this study were: grades in Mathematics and Spanish Language (commonly considered core subjects), grades in other subjects

(including Foreign Language-English, Social Sciences, Natural Sciences, Technology, Plastic-Visual Education and Music), average score from all subjects (includes core subjects, 'other subjects' plus PE), and average score from all subjects excluding PE. We calculated the average score for all subjects including and excluding PE, to test how this decision could influence the results.

Other measurements

Physical fitness assessment. As previously described (Arday et al., 2010; Arday et al., 2011), we assessed cardiorespiratory fitness with the 20-m shuttle run test. Muscular fitness was assessed by the standing long jump test, and speed-agility as assessed by the 4×10-m shuttle run test. All the tests were performed twice, and the best score was retained, except the 20-m shuttle run test, which were performed only once. These tests are valid and reliable in young people (Artero et al., 2011; Castro-Pinero et al., 2010a; Castro-Pinero et al., 2010b; Ortega et al., 2008). Detailed descriptions of the protocols used for fitness testing were previously published (Arday et al., 2011; Ortega et al., 2011).

Anthropometric measurements. Weight was measured in underwear and without shoes with an electronic scale (Type SECA 861) to the nearest 0.1 kg, and height was measured barefoot in the Frankfort horizontal plane with a telescopic height measuring instrument (Type SECA 225) to the nearest 0.1 cm. Body mass index was calculated as body weight in kg divided by the square of height in meters.

Sexual maturation. Different stages of pubertal development were assessed following the methodology described by Tanner and Whitehouse (Tanner and Whitehouse, 1976) as was done in the national multicenter study AVENA (Alimentación y Valoración del Estado Nutricional de los Adolescentes; Food and Assessment of Nutritional Status in Adolescents) (Gonzalez-Gross et al., 2003). Five stages were recognized for each of the following characteristics: genital development and pubic hair in males, and breast development and pubic hair in females.

Statistical methods

Data are presented as means and standard errors. Analyses were performed with the PASW (Predictive Analytics SoftWare, formerly SPSS) Statistics Command Syntax Reference software version 18.0 for Windows and the level of significance was set to 0.05.

The intervention effects on cognitive performance and academic achievement were studied by one-way analysis covariance (ANCOVA), including group as fixed factor, pre-post intervention difference (change) as the dependent variable and sex, sexual

maturation (Tanner) baseline values of the dependent variable studied and attendance rate as covariates. Pairwise comparisons were performed (post-hoc) with Bonferroni correction. Partial correlations between changes in fitness and changes in study outcomes were performed, after adjusting for sexual maturation, attendance, and baseline values of the outcome studied.

Results

Baseline characteristics of the adolescents studied are shown in Table 1. Adolescents from the CG were older than those from the EG1 and EG2 groups ($p = 0.001$), yet no differences were observed in sexual maturation ($p = 0.21$). Weight, height and body mass index were similar among the study groups.

Tables 2 and 3 show the baseline, follow-up and change (post-pre) values for cognitive performance (Table 2) and academic achievement (Table 3) after adjustment for sex, sexual maturation and attendance.

Most of the cognitive performance variables did not differ among the study groups at baseline, except for verbal ability and numerical ability that were marginally lower in the CG compared with the EG2 ($p = 0.04$ and $p = 0.03$, respectively). Consequently, all the models were further adjusted for baseline levels of the outcome studied. All cognitive performance indicators improved significantly in the adolescents from the EG2, compared with those from the CG and EG1 (all $p \leq 0.001$, and verbal reasoning $p = 0.02$). We did not find any significant difference between CG and EG1 in the cognitive performance variables studied (Table 2).

Baseline values for academic achievement were lower in the EG1, compared with the CG or the EG2 ($p \leq 0.01$); consequently, all the models were additionally adjusted for baseline levels of the outcome studied. Adolescents from the EG2 had an improved average academic achievement (a score including all the subjects) compared with the CG and the EG1 ($p < 0.001$). The exclusion of PE from this score did not alter the results ($p < 0.001$). The differences were significant for Mathematics ($p = 0.02$) and other subjects ($p = 0.001$), including Technology ($p < 0.001$), Natural Sciences ($p < 0.001$), and as expected, PE ($p < 0.001$).

Partial correlation analysis in full sample (data not shown), adjusted for sex, sexual maturation and attendance, showed that improvements in speed-agility were associated with improvements in cognitive performance, i.e. overall cognitive performance ($r = -0.34$, $p = 0.02$; lower values in the speed-agility test mean higher performance) and non-verbal ability ($r = -0.30$, $p = 0.03$). Likewise, improvements in cardiorespiratory fitness

were weakly associated (borderline significance) with improvements in overall cognitive performance ($r = 0.25$, $p = 0.08$) and abstract reasoning ($r = 0.28$, $p = 0.05$). No associations were observed between changes in fitness and changes in academic achievement. Overall, the results did not differ when age was used in the models instead of sexual maturation status. No unintended effect was identified as a result of the intervention.

Discussion

The results of the present study suggest that increasing the number and intensity of PE sessions per week has a positive effect on both cognitive performance and academic achievement. Comparisons between the CG and the EG1 suggest that to double the number of PE sessions per week is not enough stimuli for improving cognitive or academic performance. Nevertheless, these results should be taken as preliminary due to the small sample size and consequent small statistical power. On the other hand, the clear and significant effect on cognitive performance, also translated into a better academic achievement observed in the EG2, support the importance of increasing the 'dose' of PE in terms of both volume and intensity, from an intellectual point of view. In addition, comparison between the EG1 and EG2 suggest a specific role for high intensity exercise in cognition.

Regular physical activity seems to have a positive impact on academic performance through a variety of direct and indirect physiological, cognitive, emotional, and learning mechanisms (Hillman et al., 2005; Hillman et al., 2009; Rasberry et al., 2011; Rosenbaum et al., 2001; Sibley and Etnier, 2003; Trudeau and Shephard, 2008). Current research on brain indicates that cognitive development occurs in tandem with motor ability (Smith et al., 1999). Cognitive and motor skills appear to develop through a dynamic interaction. Research has shown that physical movement can affect the brain's physiology by increasing cerebral capillary growth, blood flow, oxygenation, production of neurotrophins, growth of nerve cells in the hippocampus (center of learning and memory), neurotransmitter levels, development of nerve connections, density of neural network, brain tissue volume, changes in hormone levels, and greater arousal (Chaddock et al., 2010; Chaddock et al., 2011; Hillman et al., 2005; Hillman et al., 2009; Reed et al., 2010; Rosenbaum et al., 2001; Sibley and Etnier, 2003). It has been suggested that increases in physical activity and fitness, might also be associated with improved attention; improved information processing, storage, and retrieval; enhanced coping; and modulation of cognitive control processes to meet task demands

(Ericsson, 2008; Hillman et al., 2008; Hillman et al., 2009; Pontifex et al., 2011; Shephard, 1996). Hence, regular physical activity can improve cognitive function and increase levels of substances in the brain responsible for maintaining the health of neurons. Brain function may also indirectly benefit from physical activity due to increased energy expenditure as well as from time outside of the classroom/away from studying. The increased energy expenditure and time outside of the classroom may give relief from boredom resulting in higher attention levels during classroom instruction (Lindner, 1999).

Several PE-based intervention studies have explored the effect of physical activity on cognitive performance or academic achievement. Sallis et al. (Sallis et al., 1999) studied the effects of a 2-year health-related school PE program on standardized academic achievement scores (project SPARK). The program consisted of two intervention groups (based on who implemented the PE sessions, trained teachers vs. specialists) receiving 27-44 min additional PE per week, compared to the CG. The primary finding is that spending more time in PE did not have harmful effects on standardized academic achievement test scores in elementary school children. In addition, there was some evidence that a 2-year health-related PE program had several significant favorable effects on academic achievements. Similarly findings were observed by Ahamed et al. (Ahamed et al., 2007), concluding that despite dedicating approximately 10 additional minutes of daily school physical activity (intervention group vs. CG), children's academic performance was not compromised. Ericsson (Ericsson, 2008) observed that increasing the frequency of PE per week (i.e. from 2 days per week to daily) had a positive effect on academic achievement. This study also reported a positive effect on attention. Dwyer et al. (Dwyer et al., 1996) found no differences in academic achievement across the study groups, despite the fact that students in the intervention groups actually had less classroom teaching time to accommodate the increase in time for PE. In addition, they observed a positive effect on classroom behavior in the students belonging to the experimental groups. Similarly, Pollatschek and O'Hagan (Pollatschek and O'Hagan, 1989) did not observe any negative effect on academic achievement when comparing the intervention group (daily PE) vs. CG (usual PE).

Our study findings are in agreement with the previous literature. We observed no significant differences between usual PE (CG) and doubling the number of PE sessions/week (EG1). However, large positive effects were observed on both cognitive performance indicators and academic achievement (school grades), when the amount plus intensity of PE was increased (EG2), suggesting a specific role for the intensity of

PE. A cross-sectional study reported that the time spent in vigorous physical activity, but not moderate physical activity, was related to better academic performance (Coe et al., 2006). Accordingly, we have also observed in Swedish girls that vigorous physical activity (objectively measured), but not moderate physical activity, was positively associated with school grades (Kwak et al., 2009). To the best of our knowledge, no previous intervention study has explored the effect of increasing the intensity of the PE sessions on cognitive performance or academic achievement, which is a major contribution of the present study to the existing literature.

Chaddock and co-worker (Chaddock et al., 2010; Chaddock et al., 2011) found that in children a high cardiorespiratory fitness was associated with greater bilateral hippocampal volumes estimated by magnetic resonance. We have previously reported that our intervention had a positive effect on cardiorespiratory fitness and speed-agility (Arday et al., 2011). We have previously reported that higher cardiorespiratory fitness is associated with a better academic achievement (Kwak et al., 2009), in line with results from other studies (Castelli et al., 2007; Chomitz et al., 2009). Consequently, we tested the hypothesis that the participants in this trial that have improved more their fitness levels could have also improved more their cognitive performance and may be their academic achievement. Our results support an association between changes in fitness and changes in cognitive performance, but not between changes in fitness and changes in academic achievement.

Strengths and limitations

The main limitation of this study was its small sample size and consequent small statistical power. Our results are therefore preliminary and should be confirmed in future studies. As most of school-based intervention studies, we randomized groups instead of individuals what in addition to the small sample size used in our study increase the risk that the study groups are not identical at baseline. This was the case in our study and some baseline differences in cognitive performance and academic achievement were observed among groups. Nevertheless, we controlled all the analyzed for baseline values of the outcome being studied, which mathematically balanced possible baseline differences, reducing the error inherent to group-randomized controlled trials. Another limitation was the lack of information about classroom behaviors. It has been shown that increased physical activity during the school day may induce arousal and reduce boredom, which can lead to increased attention span and concentration (Ericsson, 2008; Shephard, 1996).

An important strength of the present study was that data were collected on measures of both cognitive performance and academic achievement. Likewise, an important contribution of EDUFIT to previous studies is the specific and combined analysis of volume and intensity with effects on cognitive performance and academic achievement in three different groups.

Public health implications

There are a number of policy implications stemming from this paper. First, there is substantial evidence that physical activity can help improve academic achievement (including school grades). Second, the findings of the present study, together with those from previous literature, suggest that physical activity in school setting can have an impact on cognitive skills, attitudes and academic behavior, all of which are important components of improved academic performance. Third, increasing time dedicated to PE may help, and does not appear to adversely impact, academic performance, and can improve fitness and reduce other cardiovascular risk factor.

Conclusion

Our results support previous literature, indicating that increasing the number of PE sessions do not compromise cognitive performance and academic achievement, and contribute to the current knowledge by suggesting that the intensity of PE sessions might play a role in the positive effect of physical activity on cognition and academic success. Future studies involving larger sample sizes should confirm or contrast these findings. These data together with those from previous studies suggest that increasing the time devoted to PE on the school curriculum can lead to physical and mental health benefits in youth.

Conflict of interest statement

None declared.

Acknowledgments

We thank the students and parents for their unconditional voluntary participation in this study. We also thank Manuel J. Castillo, Ángel Gutiérrez, Vanesa España-Romero, Palma Chillón, Enrique G. Artero and Cristobal Sánchez for their participation in the measurements and scientific advice.

Funding source

The EDUFIT Study takes place thanks to resources from two EU-funded studies: the HELENA Study (Sixth RTD Framework Programme: Contract FOOD-CT-2005-007034) and the ALPHA study (Public Health Programme, Ref: 2006120). This paper was also supported by grants from the Spanish Ministry of Science and Innovation (RYC-2010-05957 and JCI-2010-07055), Spanish Ministry of Education (EX-2008-0641), the Swedish Heart-Lung Foundation (20090635), and Center Teachers and Resources Murcia of Education, Training and Employment Murcia Ministry (Working Group 0123/07).

References

- Ahamed, Y., Macdonald, H., Reed, K., Naylor, P.J., Liu-Ambrose, T., McKay, H., 2007. School-based physical activity does not compromise children's academic performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 39, 371-376.
- Ardoy, D.N., Fernandez-Rodriguez, J.M., Chillon, P., Artero, E.G., Espana-Romero, V., Jimenez-Pavon, D., et al., 2010. [Physical fitness enhancement through education, EDUFIT study: background, design, methodology and dropout analysis]. *Rev Esp Salud Publica.* 84, 151-168.
- Ardoy, D.N., Fernandez-Rodriguez, J.M., Ruiz, J.R., Chillon, P., Espana-Romero, V., Castillo, M.J., et al., 2011. [Improving physical fitness in adolescents through a school-based intervention: the EDUFIT study]. *Rev. Esp. Cardiol.* 64, 484-491.
- Artero, E.G., Espana-Romero, V., Castro-Pinero, J., Ortega, F.B., Suni, J., Castillo-Garzon, M.J., et al., 2011. Reliability of field-based fitness tests in youth. *Int. J. Sports Med.* 32, 159-169.
- Carlson, S.A., Fulton, J.E., Lee, S.M., Maynard, L.M., Brown, D.R., Kohl, H.W., 3rd, et al., 2008. Physical education and academic achievement in elementary school: data from the early childhood longitudinal study. *Am. J. Public Health.* 98, 721-727.
- Castelli, D.M., Hillman, C.H., Buck, S.M., Erwin, H.E., 2007. Physical fitness and academic achievement in third- and fifth-grade students. *J Sport Exerc Psychol.* 29, 239-252.
- Castro-Pinero, J., Artero, E.G., Espana-Romero, V., Ortega, F.B., Sjostrom, M., Suni, J., et al., 2010a. Criterion-related validity of field-based fitness tests in youth: a systematic review. *Br. J. Sports Med.* 44, 934-943.

- Castro-Pinero, J., Ortega, F.B., Artero, E.G., Girela-Rejon, M.J., Mora, J., Sjostrom, M., et al., 2010b. Assessing muscular strength in youth: usefulness of standing long jump as a general index of muscular fitness. *J Strength Cond Res.* 24, 1810-1817.
- Coe, D.P., Pivarnik, J.M., Womack, C.J., Reeves, M.J., Malina, R.M., 2006. Effect of physical education and activity levels on academic achievement in children. *Med. Sci. Sports Exerc.* 38, 1515-1519.
- Chaddock, L., Erickson, K.I., Prakash, R.S., Kim, J.S., Voss, M.W., Vanpatter, M., et al., 2010. A neuroimaging investigation of the association between aerobic fitness, hippocampal volume, and memory performance in preadolescent children. *Brain Res.* 1358, 172-183.
- Chaddock, L., Hillman, C.H., Buck, S.M., Cohen, N.J., 2011. Aerobic fitness and executive control of relational memory in preadolescent children. *Med. Sci. Sports Exerc.* 43, 344-349.
- Chomitz, V.R., Slining, M.M., McGowan, R.J., Mitchell, S.E., Dawson, G.F., Hacker, K.A., 2009. Is there a relationship between physical fitness and academic achievement? Positive results from public school children in the northeastern United States. *J. Sch. Health.* 79, 30-37.
- Dwyer, T., Coonan, W.E., Leitch, D.R., Hetzel, B.S., Baghurst, R.A., 1983. An investigation of the effects of daily physical activity on the health of primary school students in South Australia. *Int. J. Epidemiol.* 12, 308-313.
- Dwyer, T., Blizzard, L., Dean, K., 1996. Physical activity and performance in children. *Nutr. Rev.* 54, S27-31.
- Ericsson, I., 2008. Motor skills, attention and academic achievements: an intervention study in school years 1-3. *British Educational Research Journal.* 34, 301-313.
- Fox, C.K., Barr-Anderson, D., Neumark-Sztainer, D., Wall, M., 2010. Physical activity and sports team participation: associations with academic outcomes in middle school and high school students. *J. Sch. Health.* 80, 31-37.
- Gonzalez-Gross, M., Castillo, M.J., Moreno, L., Nova, E., Gonzalez-Lamuno, D., Perez-Llamas, F., et al., 2003. [Feeding and assessment of nutritional status of spanish adolescents (AVENA study). Evaluation of risks and interventional proposal. I.Methodology]. *Nutr. Hosp.* 18, 15-28.
- Hillman, C.H., Castelli, D.M., Buck, S.M., 2005. Aerobic fitness and neurocognitive function in healthy preadolescent children. *Med. Sci. Sports Exerc.* 37, 1967-1974.

- Hillman, C.H., Erickson, K.I., Kramer, A.F., 2008. Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nat Rev Neurosci.* 9, 58-65.
- Hillman, C.H., Buck, S.M., Themanson, J.R., Pontifex, M.B., Castelli, D.M., 2009. Aerobic fitness and cognitive development: Event-related brain potential and task performance indices of executive control in preadolescent children. *Dev. Psychol.* 45, 114-129.
- Kwak, L., Kremers, S.P., Bergman, P., Ruiz, J.R., Rizzo, N.S., Sjostrom, M., 2009. Associations between physical activity, fitness, and academic achievement. *J. Pediatr.* 155, 914-918 e911.
- Lindner, K.J., 1999. Sport participation and perceived academic performance of school children and youth. *Pediatr Exerc Sci.* 11, 129-143.
- Ortega, F.B., Artero, E.G., Ruiz, J.R., Vicente-Rodriguez, G., Bergman, P., Hagstromer, M., et al., 2008. Reliability of health-related physical fitness tests in European adolescents. The HELENA Study. *Int J Obes (Lond).* 32 Suppl 5, S49-57.
- Ortega, F.B., Artero, E.G., Ruiz, J.R., Espana-Romero, V., Jimenez-Pavon, D., Vicente-Rodriguez, G., et al., 2011. Physical fitness levels among European adolescents: the HELENA study. *Br. J. Sports Med.* 45, 20-29.
- Pollatschek, J.L., O'Hagan, F.J., 1989. An investigation of the psycho-physical influences of a quality daily physical education programme. *Health Educ. Res.* 4, 341-350.
- Pontifex, M.B., Raine, L.B., Johnson, C.R., Chaddock, L., Voss, M.W., Cohen, N.J., et al., 2011. Cardiorespiratory fitness and the flexible modulation of cognitive control in preadolescent children. *J. Cogn. Neurosci.* 23, 1332-1345.
- Rasberry, C.N., Lee, S.M., Robin, L., Laris, B.A., Russell, L.A., Coyle, K.K., et al., 2011. The association between school-based physical activity, including physical education, and academic performance: A systematic review of the literature. *Prev. Med.*
- Reed, J.A., Einstein, G., Hahn, E., Hooker, S.P., Gross, V.P., Kravitz, J., 2010. Examining the impact of integrating physical activity on fluid intelligence and academic performance in an elementary school setting: a preliminary investigation. *J Phys Act Health.* 7, 343-351.
- Rosenbaum, D.A., Carlson, R.A., Gilmore, R.O., 2001. Acquisition of intellectual and perceptual-motor skills. *Annu. Rev. Psychol.* 52, 453-470.

- Ruiz, J.R., Ortega, F.B., Castillo, R., Martin-Matillas, M., Kwak, L., Vicente-Rodriguez, G., et al., 2010. Physical activity, fitness, weight status, and cognitive performance in adolescents. *J. Pediatr.* 157, 917-922 e911-915.
- Sallis, J.F., McKenzie, T.L., Kolody, B., Lewis, M., Marshall, S., Rosengard, P., 1999. Effects of health-related physical education on academic achievement: project SPARK. *Res. Q. Exerc. Sport.* 70, 127-134.
- Shephard, R.J., 1996. Habitual physical activity and academic performance. *Nutr. Rev.* 54, S32-36.
- Sibley, B.A., Etnier, J.L., 2003. The relationship between physical activity and cognition in children: a meta-analysis. *Pediatric Exercise Science.* 15, 243–256.
- Smith, L.B., Thelen, E., Titzer, R., McLin, D., 1999. Knowing in the context of acting: the task dynamics of the A-not-B error. *Psychol. Rev.* 106, 235-260.
- Tanner, J.M., Whitehouse, R.H., 1976. Clinical longitudinal standards for height, weight, height velocity, weight velocity, and stages of puberty. *Arch. Dis. Child.* 51, 170-179.
- Tomporowski, P.D., Davis, C.L., Miller, P.H., Naglieri, J.A., 2008. Exercise and Children's Intelligence, Cognition, and Academic Achievement. *Educ Psychol Rev.* 20, 111-131.
- Trudeau, F., Shephard, R.J., 2008. Physical education, school physical activity, school sports and academic performance. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 5, 10.
- Yuste-Hernández, C., 2001. *Inteligencia general y factorial-IGF.* Madrid TEA Ediciones.

Table 1. Baseline characteristics of the participants.

	Participants (n = 67)		CG (n = 18)		EG1 (n = 26)		EG2 (n = 23)		<i>p</i>
Age, years	13.0	(0.1)	13.8	(0.1)	12.9	(0.1)	12.7	(0.1)	0.001
Tanner, %: Stages I/II/III/IV/V									0.21
I	0		0		0		0		
II	16.4		0		23.1		21.7		
III	23.9		33.3		19.2		21.7		
IV	47.8		44.4		53.8		43.5		
V	11.9		22.2		3.8		13.0		
Weight, kg	54.8	(1.7)	59.3	(3.7)	54.6	(3.1)	51.6	(1.9)	0.22
Height, cm	156.5	(0.9)	157.5	(1.4)	156.4	(1.6)	156.0	(1.5)	0.80
Body mass index, kg/m ²	22.3	(0.6)	23.8	(1.4)	22.2	(1.1)	21.1	(0.6)	0.24

This study was conducted in South-East Spain, 2007.

Data are means and (standard errors), unless otherwise stated. CG, control group (2 lessons Physical Education / week); EG1, experimental group-1 (4 lessons / week); EG2, experimental group-2 (4 lesson / week + high intensity).

Analysis variance one factor (group). Differences in sexual maturation between groups were analyzed using Chi-square test.

Table 2. Effects of the intervention on cognitive performance.

	<i>n</i>	Pre		<i>n</i>	Post		<i>n</i>	Difference (Post-Pre)*	
No-verbal ability									
CG	18	48.9	(7.2)	17	38.1 ^a	(7.5)	17	-10.7 ^a	(5.4)
EG1	24	54.8	(8.2)	20	57.7 ^b	(6.8)	20	-6.4 ^b	(4.8)
EG2	23	55.8	(7.5)	18	82.4 ^{a,b}	(6.7)	18	21.9 ^{a,b}	(5.0)
<i>F-value</i>		0.206			9.652			12.342	
<i>p</i> (groups)		0.815			<0.001			<0.001	
Verbal ability									
CG	18	47.9 ^a	(5.9)	17	42.9 ^a	(5.6)	17	-12.0 ^a	(5.5)
EG1	24	60.9	(4.8)	20	51.0 ^b	(6.4)	20	-12.8 ^b	(4.8)
EG2	23	68.1 ^a	(5.5)	18	83.5 ^{a,b}	(4.5)	18	18.8 ^{a,b}	(5.1)
<i>F-value</i>		3.328			14.15			12.664	
<i>p</i> (groups)		0.042			<0.001			<0.001	
Abstract reasoning									
CG	18	46.9	(6.3)	17	36.1 ^a	(8.6)	17	-12.0 ^a	(6.1)
EG1	24	54.0	(7.7)	20	56.9	(6.9)	20	-6.2 ^b	(5.4)
EG2	23	55.5	(7.4)	18	80.2 ^a	(6.7)	18	20.7 ^{a,b}	(5.5)
<i>F-value</i>		0.349			8.476			9.621	
<i>p</i> (groups)		0.706			0.001			<0.001	
Spatial ability									
CG	18	58.7	(7.7)	17	47.1 ^a	(6.4)	17	-11.3 ^a	(6.3)
EG1	24	61.0	(6.5)	20	57.0	(5.9)	20	-7.9	(5.6)
EG2	23	60.4	(6.6)	18	74.2 ^a	(5.8)	18	10.6 ^a	(5.8)
<i>F-value</i>		0.027			4.959			4.075	
<i>p</i> (groups)		0.973			0.011			0.023	
Verbal reasoning									
CG	18	56.6	(6.9)	17	54.8 ^a	(6.0)	17	-5.8	(5.4)
EG1	24	67.7	(4.5)	20	53.4 ^b	(6.0)	20	-17.2 ^a	(4.7)
EG2	23	71.9	(4.3)	18	83.2 ^{a,b}	(4.6)	18	12.7 ^a	(4.8)
<i>F-value</i>		2.176			8.979			10.44	
<i>p</i> (groups)		0.122			<0.001			<0.001	
Numerical ability									
CG	18	45.8 ^a	(5.9)	17	32.1 ^a	(5.9)	17	-23.4 ^a	(6.3)
EG1	24	61.7	(5.3)	20	50.2 ^b	(6.6)	20	-13.7 ^b	(5.5)
EG2	23	68.8 ^a	(6.1)	18	74.5 ^{a,b}	(6.0)	18	9.1 ^{a,b}	(5.8)
<i>F-value</i>		3.801			11.058			7.585	
<i>p</i> (groups)		0.028			<0.001			0.001	
Overall cognitive performance †									
CG	18	47.4	(6.4)	17	39.4 ^a	(6.3)	17	-11.8 ^a	(4.6)
EG1	24	54.9	(6.8)	20	53.9 ^b	(6.3)	20	-8.4 ^b	(4.0)
EG2	23	62.7	(6.5)	18	84.9 ^{a,b}	(4.5)	18	21.2 ^{a,b}	(4.2)
<i>F-value</i>		1.234			15.422			18.105	
<i>p</i> (groups)		0.298			<0.001			<0.001	

This study was conducted in South-East Spain, 2007.

Data are adjusted means and (standard errors), unless otherwise stated. CG, control group (2 lessons Physical Education / week); EG1, experimental group-1 (4 lessons / week); EG2, experimental group-2 (4 lessons / week + high intensity).

One-way analysis of co-variance (dependent variable = post-pre differences, fixed factor = group). Pairwise comparisons were performed using Bonferroni adjustment. Common superscripts (^{a,b} in vertical direction) indicate significant differences between groups ($p < 0.05$).

* Descriptive values for the differences and p values are adjusted by sex, sexual maturation, attendance and the corresponding baseline cognitive performance variable. † This is an average score computed from all cognitive variables studied.

Table 3. Effects of the intervention on academic achievement.

	<i>n</i>	Pre		<i>n</i>	Post		<i>n</i>	Difference (Post-Pre)*	
Language									
CG	18	6.8 ^a	(0.3)	18	6.3 ^a	(0.3)	18	-0.3	(0.2)
EG1	26	4.3 ^{a,b}	(0.4)	26	4.5 ^{a,b}	(0.4)	26	0.1	(0.2)
EG2	23	5.9 ^b	(0.4)	23	6.0 ^b	(0.4)	23	0.2	(0.2)
<i>F-value</i>		10.626			5.67			1.273	
<i>p</i> (groups)		<0.001			0.005			0.287	
Mathematics									
CG	18	6.4 ^a	(0.3)	18	6.1 ^a	(0.3)	18	-0.5	(0.2)
EG1	26	4.6 ^{a,b}	(0.4)	26	3.9 ^{a,b}	(0.4)	26	-0.6 ^a	(0.2)
EG2	23	6.3 ^b	(0.5)	23	6.3 ^b	(0.5)	23	0.0 ^a	(0.2)
<i>F-value</i>		6.418			9.975			3.968	
<i>p</i> (groups)		0.003			<0.001			0.024	
Other subjects †									
CG	18	6.1 ^a	(0.4)	18	6.1	(0.4)	18	-0.1 ^a	(0.1)
EG1	26	4.9 ^{a,b}	(0.3)	26	4.9 ^a	(0.3)	26	0.0 ^b	(0.1)
EG2	23	6.1 ^b	(0.3)	23	6.7 ^a	(0.3)	23	0.6 ^{a,b}	(0.1)
<i>F-value</i>		4.578			7.041			8.368	
<i>p</i> (groups)		0.014			0.002			0.001	
Average of all subjects ‡									
CG	18	6.0	(0.2)	18	6.1	(0.1)	18	0.0 ^a	(0.1)
EG1	26	5.0 ^a	(0.3)	26	5.2 ^a	(0.4)	26	0.3 ^b	(0.1)
EG2	23	6.2 ^a	(0.4)	23	6.9 ^a	(0.4)	23	0.7 ^{a,b}	(0.1)
<i>F-value</i>		4.670			6.479			8.435	
<i>p</i> (groups)		0.013			0.003			0.001	
Average of all subjects excluding Physical Education									
CG	18	6.1	(0.2)	18	6.0	(0.1)	18	-0.2 ^a	(0.1)
EG1	26	5.0 ^a	(0.3)	26	4.9 ^a	(0.4)	26	-0.1 ^b	(0.1)
EG2	23	6.2 ^a	(0.4)	23	6.6 ^a	(0.4)	23	0.5 ^{a,b}	(0.1)
<i>F-value</i>		4.576			6.802			8.175	
<i>p</i> (groups)		0.014			0.002			0.001	

This study was conducted in South-East Spain, 2007.

Data are adjusted means and (standard errors), unless otherwise stated. CG, control group (2 lessons Physical Education / week); EG1, experimental group-1 (4 lessons / week); EG2, experimental group-2 (4 lessons / week + high intensity).

One-way analysis of co-variance (dependent variable = post-pre differences, fixed factor = group). Pairwise comparisons were performed using Bonferroni adjustment. Common superscripts (^{a,b} in vertical direction) indicate significant differences between groups ($p < 0.05$).

* Descriptive values for the differences and *p* values are adjusted by sex, sexual maturation, attendance and the corresponding baseline academic achievement variable. † Includes Foreign Language (English), Social Sciences, Natural Sciences, Technology, Plastic-Visual Education and Music. ‡ Includes ‘other subjects’ plus Language, Mathematics, Physical Education

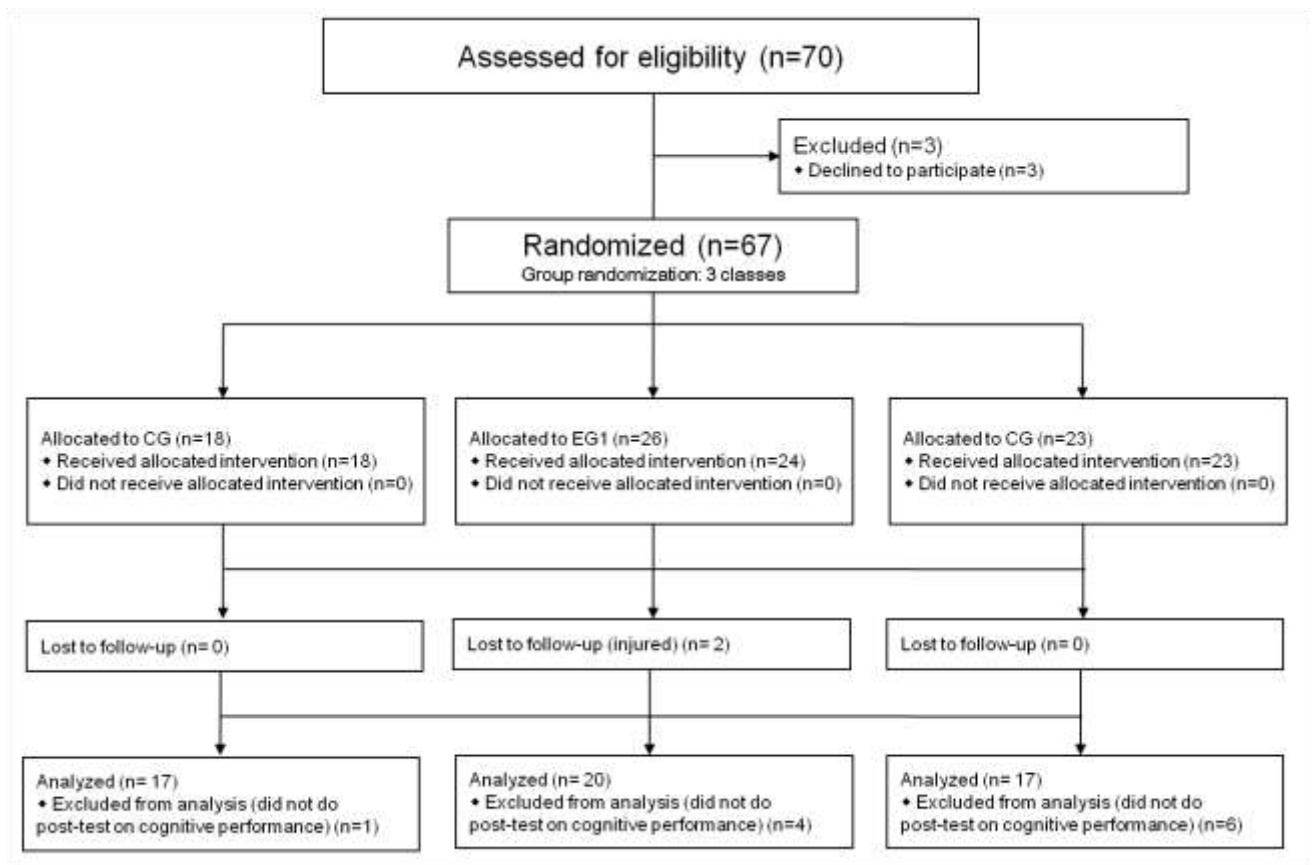


Fig. 1. Study flow.

This study was conducted in South-East Spain, 2007.

CG, Control group; EDUFIT, Education for Fitness; EG, Experimental group; ESO, Education Secondary Obligatory.

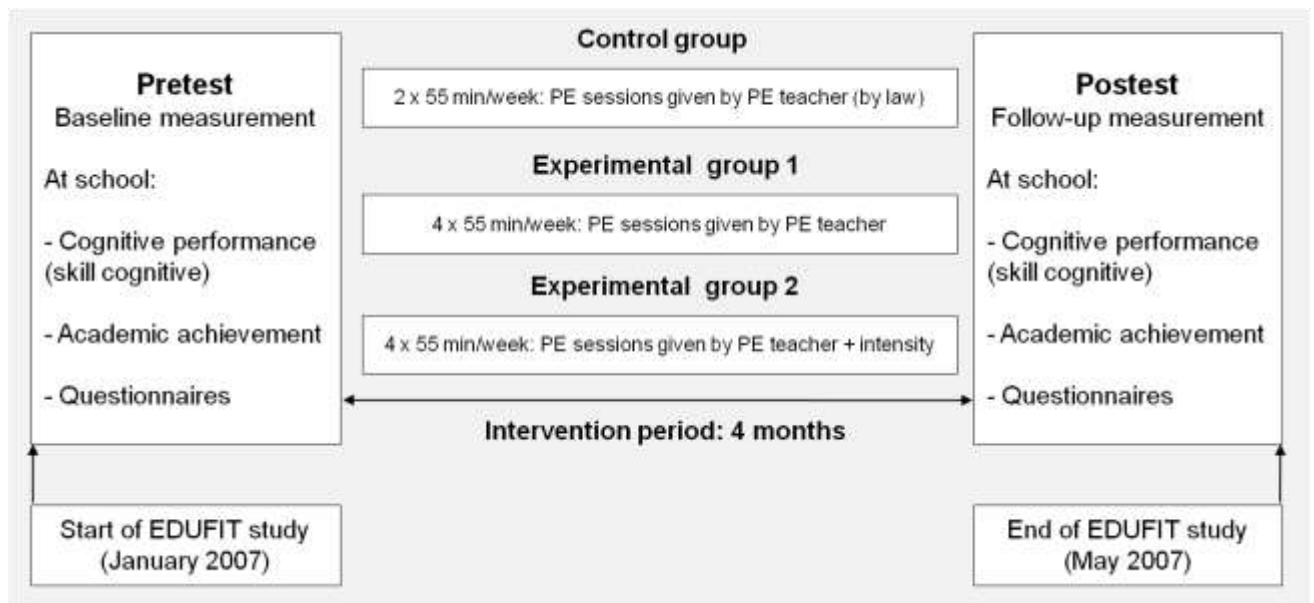


Fig. 2. Content and timetable of intervention.

This study was conducted in South-East Spain, 2007.

EDUFIT, Education for Fitness; PE, Physical Education.

XI. Conclusiones

- I. Un programa educativo de intervención basado en incrementar el número e intensidad de las sesiones de EF dentro de contexto escolar fue viable y tuvo buena aceptación entre el alumnado, padres y centro educativo. El análisis de adhesión/abandono mostró que, en general, los adolescentes que completaron el programa no diferían significativamente al inicio del estudio de aquellos que lo abandonaron o tuvieron una baja asistencia.
- II. Duplicar la carga lectiva de EF es estímulo suficiente para mejorar la capacidad aeróbica y flexibilidad. De especial interés es el efecto sobre la capacidad aeróbica, componente que ha mostrado una estrecha relación con la salud cardiovascular en niños y adolescentes. Si el aumento de carga lectiva se acompaña también 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. El programa no tuvo efecto sobre la fuerza muscular y variables de composición corporal.
- III. En general, el programa EDUFIT no tuvo un efecto claro sobre el perfil lipídico de los escolares, observándose únicamente un descenso moderado de los niveles de cLDL como consecuencia del aumento de la frecuencia y la intensidad de las sesiones de EF.
- IV. El aumento del número e intensidad de las sesiones de EF tiene un efecto positivo tanto en el rendimiento cognitivo como en el académico. Estos resultados apoyan la importancia de aumentar la "dosis" de EF en términos de volumen e intensidad.
- V. Estudios futuros con mayor tamaño muestral e intervenciones con mayor duración, deben centrarse en el efecto independiente del volumen y la intensidad de la sesiones de EF, y confirmarán o contrastarán estos resultados.

XI. Conclusions

- I. A school-based intervention program focused on increasing the number and intensity of the PE sessions in a school context was feasible and was well accepted by students, parents and the school. Adherence and dropout analysis from the program showed that, in general, the adolescents that completed the program were not significantly different at the start of the study from those that dropout or had a low attendance to the program.
- II. Doubling the number of school time dedicated to PE is sufficient for improving cardiorespiratory fitness and flexibility. The effect on cardiorespiratory fitness is of special interest, since it has shown to be very closely related to cardiovascular health in children and adolescents. If an increase in the intensity of sessions is additionally implemented, the improvements of these fitness components are even greater and improvements are also seen in speed-agility. The program had no effect on muscle strength and body composition.
- III. Overall, the EDUFIT program did not have a marked effect on adolescents' lipid profile, being LDLc the only lipid marker moderately affected (reduced) by the increase in the frequency and intensity of PE sessions.
- IV. The increase in the number and intensity of PE sessions has a positive effect on both cognitive performance and academic achievement. These results indicate the importance of increasing the load of PE in terms of both volume and intensity of sessions.
- V. Future studies with greater sample size and longer interventions should focus on the independent effects of the volume and intensity PE sessions and could be used to confirm or contrast these results.

XII. Información complementaria [*Complementary information*]

Anexo I: Difusión científica de EDUFIT en formato posters en
Congresos nacionales e internacionales

Annex I: Scientific dissemination by means of posters in national
and international conferences]

Poster I. Symposium: The adults of tomorrow: the impact on health of physical activity, fitness and fatness. Granada (Spain) 23 February 2007.

Symposium: "Importancia de la actividad física, la condición física y la obesidad sobre la salud de los adultos del mañana"

GRANADA
23 FEBRERO 2007

Valoración del efecto de un programa de educación física orientado a la mejora de la condición física sobre diversos factores de riesgo cardiovascular en escolares de 12 a 14 años *



D. Navarro^{1,2}, J. M. Fernández-Rodríguez^{1,3}, P. Chillón¹, J. M. López-Rodríguez⁴, G. Guirado⁵, S. Martínez-Jiménez⁵, M. J. Bastida⁵, M. J. Castillo¹.

(1) Grupo EFFECTS-262, Departamento de Fisiología, Facultad de Medicina, Universidad de Granada, España; (2) I.E.S. Alcántara, Alcantarilla, Murcia; (3) I.E.S. Benabán, Murcia; (4) I.E.S. Vega del Argos, Cebeçón, Murcia; (5) Centro de Salud Buñol, Murcia.

email: dnavarbo@hotmail.com



INTRODUCCIÓN:
El bajo nivel de condición física ha sido reconocido recientemente como un potente factor de riesgo cardiovascular.

OBJETIVO:
Plantear estrategias orientadas a la mejora de la condición física desde el ámbito educativo y valorar sus consecuencias sobre la propia condición física y otros factores de riesgo cardiovascular.

MÉTODOS:
Se elaborará un programa de intervención en EF orientado a la mejora de la condición física (CF), en alumnos de 1º de E.S.O. de un centro educativo de la Región de Murcia. Dicho programa consistirá en introducir la CF de forma transversal en los contenidos. Se contrastarán los resultados entre los alumnos que reciben 2 clases de EF con total normalidad (GC), los alumnos que reciben 4 horas de EF (GE1) y aquellos alumnos que reciben 4 horas de EF orientadas de forma específica a la mejora de la CF (GE2).

RESULTADOS:
Se establecerán los beneficios potenciales que la mejora de la condición física desde el ámbito educativo posee sobre la salud de los adolescentes. Paralelamente, se estará proporcionando una herramienta docente de gran utilidad.



GC	→	2 horas EF
GE1	→	4 horas EF
GE2	→	4 horas EF orientado mejora CF



PRETEST



PLAN DE INTERVENCIÓN



POSTEST













CONCLUSIÓN:
En función de los resultados obtenidos en este y otros estudios de similares características, las políticas estatales tendentes a la reducción curricular de horas de EF semanales, deberán reconsiderar seriamente las posibles consecuencias sobre la salud de los adolescentes que dichas medidas conllevan.

* Proyecto financiado por la Consejería de Educación y Cultura de la Región de Murcia. Grupo de trabajo 0123/07. CPR Murcia II, en colaboración con el Grupo de Investigación EFFECTS 262 de la Facultad de Medicina de la Universidad de Granada.

Poster II. II Congreso Internacional de Ciencias del Deporte de la Universidad Católica de San Antonio, Murcia (Spain) 2009.

Estrategias de intervención para el incremento del tiempo de compromiso motor y fomento de hábitos saludables en Educación física



Navarro-Arday D^{1,4}, Fernández-Rodríguez JM², Chillón P³.



(1) Departamento de Educación Física, IES Ingeniero de la Cierva, Consejería de Educación, Formación y Empleo, Región de Murcia.

(2) Departamento de Educación Física, IES La Basílica, Consejería de Educación, Formación y Empleo, Región de Murcia.

(3) Departamento de Educación Física y Deporte, Universidad de Granada.

(4) Departamento de Fisiología Humana, Facultad de Medicina, Universidad de Granada.

* email: daninarday@hotmail.com / efoposiciones@hotmail.com

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO:

La poca actividad desplegada en el actual sistema de vida y los altos índices de obesidad y enfermedades asociadas⁽¹⁾, está haciendo que la Educación física (EF) adquiera cada vez mayor importancia contribuyendo a la conservación y mejora de la salud. Estudios recientes ponen de manifiesto el bajo o patológico nivel de condición física de nuestros adolescentes, uno de los más bajos de la Unión Europea⁽²⁾. Los docentes de EF tenemos un papel privilegiado dado que podemos intervenir al 100% de los adolescentes escolarizados. El presente estudio pretende comprobar si existen mejoras en el nivel de condición física (CF) y antropometría de los adolescentes muestra de estudio, aumentando el tiempo de compromiso motor (TCM) y fomentando estilos de vida saludable como estrategia de intervención transversal en las sesiones de EF; al mismo tiempo, se pretende proporcionar una herramienta útil de trabajo para cualquier docente.

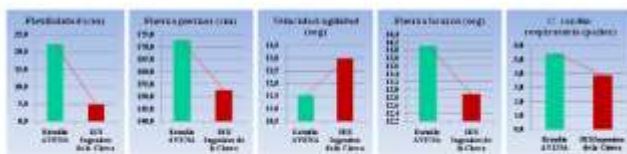
MÉTODO:

En este estudio participaron un total de 173 escolares de 3º y 4º de ESO (13±1 años) de un centro educativo de la Región de Murcia. Las clases fueron aleatoriamente asignadas a grupo control (GC: 3ºB, 3ºC y 4ºA) y grupo experimental (GE: 3ºA, 4ºB y 4ºC). El GE recibió las sesiones de EF con el objetivo principal de aumentar TCM de todo el grupo y el fomento-promoción de la salud como línea principal de actuación en todas las sesiones del curso. Se realizó una valoración de la CF y composición corporal, siguiendo los protocolos del estudio AVENA y HELENA⁽³⁾, antes y después del curso escolar (Figura 1).



RESULTADOS

El presente trabajo describirá los efectos de una programación didáctica de EF centrada en el incremento del TCM y el fomento y promoción de hábitos relacionados con la salud. Los niveles de CF estimados en el pretest muestran niveles muy bajos comparados con los promedios saludables establecidos por el estudio AVENA (Gráficas). El porcentaje de alumnos y alumnas que realizan actividad física en horario extraescolar es muy bajo (48%).



Gráficas Comparación de los niveles de CF de la muestra estimada con los niveles saludables de CF tomados del estudio AVENA.



CONCLUSIÓN:

El escaso volumen de sesiones de EF, el elevado tiempo que tardan los discentes en desplazarse al gimnasio o pistas polideportivas, la necesidad de tratar otros contenidos curriculares, la heterogeneidad del alumnado y el elevado número de alumnos por clase, son las principales causas del escaso TCM que hay hoy día en las sesiones de EF. Aumentar el TCM, fomentar la práctica regular y diaria de actividad física moderada-intensa, sensibilizar a los adolescentes sobre el cuidado de su salud e incorporar nuevas políticas de Educación en Salud centradas en la Educación física, llegando con ello al 100% de los adolescentes, podría servir como estrategia educativa y sanitaria para paliar el elevado número de adolescentes con factor de riesgo cardiovascular asociadas al bajo nivel de CF, sedentarismo e inactividad.

REFERENCIAS:

- Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Sjostrom M. Physical fitness in childhood and adolescence: A powerful marker of health. *Int J Obes (Lond)*. 2008;32:1-11.
- Ortega FB, et al. [Low level of physical fitness in spanish adolescents. Relevance for future cardiovascular health (avena study)]. *Rev Esp Cardiol*. 2005;58:898-90
- Ruiz JR, Castro-Pinero J, Artero EG, Ortega FB, Sjostrom M, et al. Predictive validity of health-related fitness in youth: A systematic review. *Br J Sports Med*. 2009.

® Educación hacia el fitness. El presente estudio tiene lugar gracias a recursos materiales y didácticos procedentes del estudio EDUFIT, que a su vez se ha financiado gracias a dos proyectos europeos: estudio HELENA (Contract FOOD-CT-2005-007034) y el estudio ALPHA (Ref: 2006125). Los recursos y materiales didácticos han sido elaborados por los preparadores de oposiciones para el acceso e ingreso al cuerpo de enseñanza secundaria (academia LOGOS enseñanza-Murcia).

Estudio EDUFIT®

Poster III. Symposium Physical Activity and Health Education in European Schools, Madrid (Spain) 2009.

Physical fitness enhancement through education, EDUFIT study: background, design, methodology and dropout analysis.

Arday DN^{1,2}, Fernández JM³, Guirado C⁴, Chillón P⁵, España-Romero V^{1,6}, Artero EG¹, Jiménez-Pavón D¹, Ruiz JR^{1,6}, Castillo MJ¹, Ortega FB^{1,6}.

(1) Department of Physiology, School Medicine, University of Granada. (2) Department of Physical Education, IES Ingeniero de la Cierva, Ministry of Education, Murcia. (3) Department of Physical Education, IES La Basílica, Ministry of Education Murcia. (4) Primary Care, Health Centre Bullas, Murcia. (5) Department of Physical Education and Sport Science, University of Granada. (6) Unit for Preventive Nutrition, Department of Biosciences and Nutrition, Karolinska Institutet, Huddinge, Sweden.

* email: daniel.navarro@educarm.es / daninarday@hotmail.com

INTRODUCTION AND OBJECTIVE:

Physical fitness is a powerful health marker in youth(1,2). Physical activity, when undertaken with the appropriate volume and intensity, is known to improve fitness and health-related parameters(1). To promote physical fitness enhancement from the school is therefore needed. The present study describes a school intervention program specifically designed for these purposes, called "Education for Fitness" (EDUFIT).

METHODS:

This study involved 67 adolescents aged 13±1 years from a public secondary school belonging to three classes. The classes were randomly allocated to control group (CG), experimental group 1 (EG1) or experimental group 2 (EG2), as shown in Figure 1. Several health parameters, indicated in Figure 1 were assessed before and after a 16-weeks intervention.

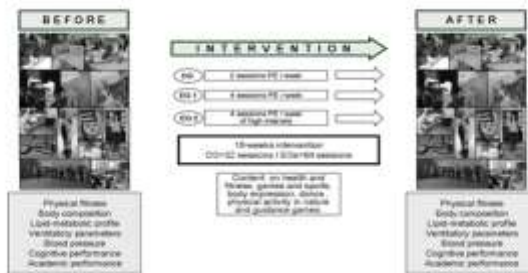


Figure 1. Study design: independent and dependent variables.

RESULTS

Table with 4 columns: Parameter, All adolescents (n=67), Dropouts (n=8), and P. The table lists various physical and metabolic parameters such as Anthropometric data (BMI, Waist circumference), Blood pressure, and Lipid profile.

Table 1. Comparison between the characteristics of adolescents who completed the study with those who dropouts before completion (dropout analysis).

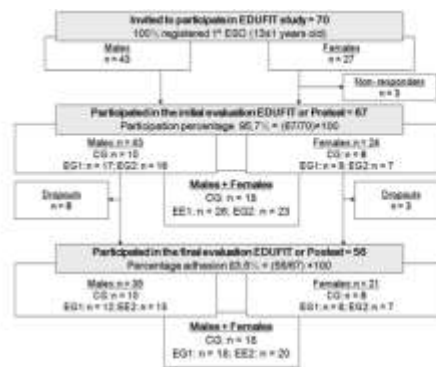


Figure 2. Study flow diagram.

CONCLUSION:

The intervention has shown to be feasible and well-tolerated. The results show a low dropout rate and similar characteristics between dropouts and non-dropouts, suggesting future non-biased results and good representativity of the population invited to participate in the program. We believe that school should play a major role in helping to identify adolescents with low physical fitness and in enhancing physical fitness in youth.

REFERENCES:

1. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Sjostrom M. Physical fitness in childhood and adolescence: A powerful marker of health. Int J Obes (Lond). 2008;32:1-11. 2. Ruiz JR, Castro-Pinero J, Artero EG, Ortega FB, Sjostrom M, et al. Predictive validity of health-related fitness in youth: A systematic review. Br J Sports Med. 2009.

This study takes place thanks to resources from two EU-funded studies: the HELENA Study (Sixth RTD Framework Programme: Contract FOOD-CT-2006-007034) and the ALPHA study (Public Health Programme, Ref. 2006120). It is also being supported by grants from the Spanish Ministry of Education and Science (E-2007-1124, AP-2004-2746, AP-2006-3827 and AP2005-4368) and Center Teachers and Resources Murcia II of Education, Training and Employment Murcia Ministry (Working Group 0123/07).

The EDUFIT study

Poster IV. The International 20th Puijo Symposium. Physical Exercise in Health Promotion and Medical Care: Current Evidence for Metabolic Syndrome, Kuopio (Finland) 2009.

EFFECTS OF A SCHOOL-BASED INTERVENTION ON PHYSICAL FITNESS IN ADOLESCENTS: THE EDUFIT STUDY

Francisco B Ortega^{1,2}, Daniel N Arday^{1,3}, Juan M Fernández⁴, Jonatan R Ruiz^{1,2}, Vanesa España-Romero^{1,2}, Palma Chillón¹, Enrique G Artero¹, David Jiménez-Pavón^{1,5}, Michael Sjöström², Ángel Gutiérrez¹, Manuel J Castillo¹.

¹University of Granada, Spain. ²Karolinska Institutet, Sweden. ³IES Ingeniero de la Cierva, Spain. ⁴IES La Basílica, Spain. ⁵Technical University of Madrid, Spain.

Contact: orlegat@ugr.es

INTRODUCTION AND OBJECTIVE:

There is consistent evidence indicating that physical fitness is a powerful marker of health already in youth^(1,2). To promote physical fitness enhancement is needed and schools are a privilege setting for achieving this goal. The present study examines the effects of a school-based intervention on physical fitness levels in Spanish adolescents from the EDUFIT (Education for Fitness) study.

METHODS:

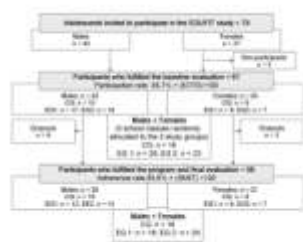


Figure 1. Study flow.
 The flowchart shows the progression from 1000 adolescents invited to participate to the final groups. It details the number of participants who did not respond, were ineligible, or were excluded for various reasons, leading to the final groups: Control (CG), Experimental Group 1 (EG1), and Experimental Group 2 (EG2).

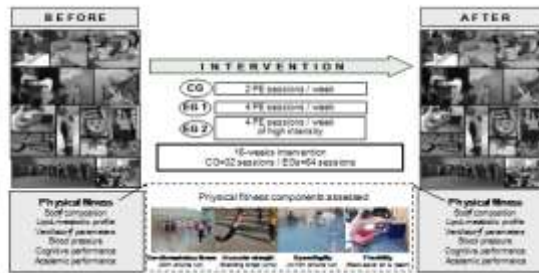


Figure 2. Study design.
 Information about the evaluation pre- and post-intervention and the intervention program. Several health-related parameters were assessed. The work is focused on the effect of the program on health-related physical fitness: PE, physical education.



Figure 3. Potential confounding variables were measured.
 1) We collected *baseline* data in randomly selected sessions and adolescents from the three study groups. The data confirm that CG and EG 1 had similar average heart rate (P=0.05) and that EG 2 had significantly higher average heart rate than either CG and EG 1 (both P<0.01) as aimed.
 2) We assessed *baseline* physical activity levels and sedentary behaviour (TV viewing, videogame playing and homework time) by questionnaire before and after the intervention. Additional adjustment for these factors did not alter the results.

RESULTS:

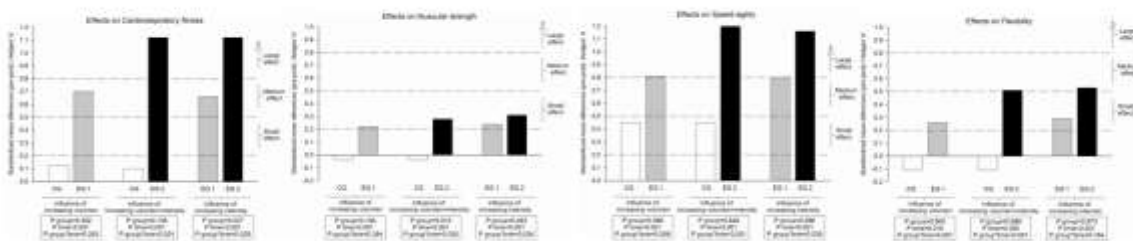


Figure 4-7. Effect of the intervention program on the main physical fitness components. i.e. cardiorespiratory fitness, muscular strength, speed/agility and flexibility (Figures shown in the order). Data were analyzed by two-factor (Group x Time) repeated-measures ANOVA, after adjusting for sex. Each bar represents standardized mean differences or effect size statistics (weighted if scaled) (colored Cohen's d).

CONCLUSION:

The results suggest that to double the number of physical education sessions/week (from 2 to 4) leads to significant improvements in cardiorespiratory fitness and flexibility. If the intensity of the physical education sessions is additionally increased, muscular strength and speed-agility are significantly improved as well. The program had a larger effect on cardiorespiratory fitness and speed/agility than in muscular fitness or flexibility. We consider EDUFIT a pilot study, thereby randomized controlled trial involving larger sample sizes are needed to confirm or contrast our findings.

REFERENCES:

1. 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.
 2. Ruiz JR, Castro-Pinero J, Artero EG, Ortega FB, Sjöström M, et al. Predictive validity of health-related fitness in youth: A systematic review. *Br J Sports Med*. 2009.

© This study takes place thanks to resources from two EU-funded studies: the HELENA Study (Sixth RTD Framework Programme, Contract FOOD-CT-2005-007034) and the ALPHA study (Public Health Programme, Ref. 2006120). It is also being supported by grants from the Spanish Ministry of Education and Science (EX-2007-1124, EX-2008-0641, AP-2005-3627 and AP2005-4358) and Center Teachers and Resources Murcia II of Education, Training and Employment Murcia Ministry (Working Group 0123/07).

The EDUFIT study

Poster V. Workshop Internacional: Actividad física en la prevención y el tratamiento de las enfermedades crónicas, Granada (Spain) 2011.

EFFECTS ON ADOLESCENTS' COGNITIVE PERFORMANCE AND ACADEMIC ACHIEVEMENT OF A SCHOOL-BASED FITNESS INTERVENTION: THE EDUFIT STUDY.

Daniel N. Arday^{1,2}, David Jiménez-Pavón^{2,3}, Enrique G. Artero^{2,4}, Vanesa España-Romero^{2,4}, Ruth Castillo⁵, Palma Chillón², Jonatan R. Ruiz^{2,6}, Francisco B. Ortega^{6,2}.

¹Ministry of Education of Murcia, Spain. ²University of Granada, Spain. ³University of Zaragoza, Spain. ⁴University of South Carolina, Columbia, U.S.A. ⁵University of Málaga, Spain. ⁶Karolinska Institutet, Stockholm, Sweden.

Contact: daniel.navarro@murciaeduca.es

INTRODUCTION AND OBJECTIVE:

Neurocognitive benefits of an active lifestyle in children and adolescents have important public health and educational implications. Results from recent reviews and/or meta-analysis indicate a positive association between physical activity, cognitive performance and academic achievement in children and adolescents. The main purpose of this study was to analyze the effects of a school-based intervention program, focused on increasing the number and intensity of Physical Education (PE) sessions, on adolescents' cognitive-academic performance.

METHODS:

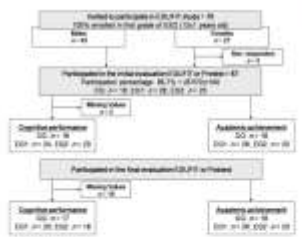


Figure 1. Study flow. The above analysis showed similar characteristics (statistically non-significant) between groups and non-dropouts, suggesting correlated results and good representativity of the population invited to participate in the program. CG, control group; EG, experimental group.



Figure 2. Study design. Information about the evaluation protocol, intervention and the intervention program. Several health-related parameters were assessed. This work is focused on the effect of the program on cognitive performance and academic achievement. PE, physical education.

Statistical analysis

- One-way analysis of covariance (dependent variable = post-pre differences, fixed factor = group).
- Differences were estimated and shown in Figure 4-8 and Figure 9-13. Descriptive values for the differences and *p* values are adjusted by sex, sexual maturation, attendance and the corresponding baseline cognitive performance variable.
- Pairwise comparisons were performed using Bonferroni adjustment between the study groups.

Comparisons EG1 vs EG2: Effect of increasing volume
 Comparisons EG1 vs CG: Effect of increasing volume
 Comparisons EG2 vs CG: Effect of increasing intensity

RESULTS:

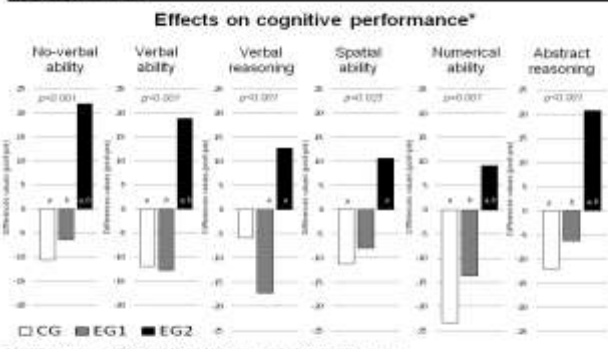


Figure 3-8. Effect of the intervention program on the main cognitive performance components, i.e. no-verbal and verbal ability, verbal reasoning, spatial and numerical ability, and abstract reasoning (figures shown in this order). ** Common letters indicate significant differences between groups (*p* < 0.05).

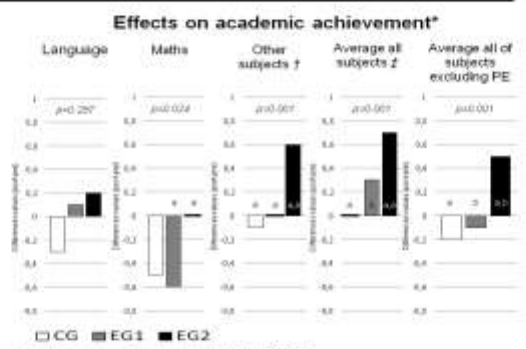


Figure 9-13. Effect of the intervention program on the main academic achievement components, i.e. Language, Mathematics, Other subjects, Average all of subjects and Average all of subjects excluding Physical Education (figures shown in this order). † Includes Foreign Language (English), Social Sciences, Natural Sciences, Technology, Plastic-Visual Education and Music; ‡ Includes 'other subjects' plus Language, Mathematics, Physical Education. ** Common letters indicate significant differences between groups (*p* < 0.05).

CONCLUSION:

The results suggest that to double the number of PE sessions/week (from 2 to 4) is not stimulus enough to improve significantly the cognitive variables and academic scores. Nevertheless, most of those variables and scores are significantly improved when the intensity of the PE sessions is increased in an additional way. The intensity of PE sessions might play an important role in the positive effect of the physical activity on cognition and academic success. We consider EDUFIT a pilot study, thereby randomized controlled trial involving larger sample sizes are needed to confirm or contrast our findings.

EDUFIT REFERENCES:

1. Arday DN, Fernandez-Rodriguez JM, Chillón 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 Pública. 2010;84: 153-168.
 2. Arday DN, Fernandez-Rodriguez JM, Ruiz JR, Chillón P, España-Romero V, Castillo MJ, et al. Improving physical fitness in adolescents through a school-based intervention: the EDUFIT study. Rev Esp Cardiol. 2011;64: 484-491.

⁹ This study takes place thanks to resources from two EU-funded studies: the HELENA Study (Sixth RTD Framework Programme: Contract FOOD-CT-2005-007034) and the ALPHA study (Public Health Programme, Ref. 2006120). It is also being supported by grants from the Spanish Ministry of Education and Science (EX-2007-1124, EX-2008-0641, AP-2005-3827, AP2005-4958, EX-2009-0899 and EX-2010-1008) and Center Teachers and Resources Murcia II of Education, Training and Employment Murcia Ministry (Working Group 012307).

The EDUFIT study Φ

Anexo II: Estrategias de intervención didácticas para el aprovechamiento del tiempo de clase y aumento del tiempo de compromiso motor (para todos los grupos) y para aumentar la intensidad de las sesiones (sólo para el GE2).

Annex II: Educational intervention strategies for the use of class time and increased motor time commitment (for all groups) and to increase the sessions' intensity (only on GE2).

Estrategias de intervención didácticas para el aprovechamiento del tiempo de clase y aumento del tiempo de compromiso motor

Durante la aplicación del programa, por un lado se llevaron a cabo ciertas estrategias para el mayor aprovechamiento de clase y aumento del compromiso motor (para los tres grupos). Todas ellas diseñadas por un equipo de docentes expertos y controladas internamente por el profesor que impartió las sesiones en su programación de aula y cuaderno del profesor; y externamente con la grabación de algunas sesiones desarrolladas durante el programa. Dichas estrategias se detallan a continuación.

- Presentación ante el profesor lo antes posible. Los alumnos debían bajar a las pistas y cambiarse rápidamente para empezar las sesiones lo antes posible. Para ello se premió con positivos (+) como parte de la evaluación actitudinal de la asignatura a los cinco discentes más rápidos en conseguirlo, con el objetivo de generar el hábito.
- Reproducción de música al inicio de cada sesión para aumentar la motivación y captar la atención de todo el alumnado al detenerla. Los discentes debían sentarse en los bancos suecos dispuestos o alrededor del profesor mientras sonaba la música. Cuando ésta dejaba de sonar, todo el alumnado debía permanecer en silencio para escuchar atentamente las indicaciones del profesor.
- Cada sesión se inició indicando el objetivo principal y la organización, para que el alumnado entendiera y prestara especial atención.
- Se pusieron nombres a las organizaciones para que los discentes identificaran cada organización con un nombre determinado y así no invertir tiempo en explicar dicha organización en próximas sesiones. Por ejemplo, “circuito”, “fila india”, “fila lateral”, “come-cocos”, “herradura”, “círculo”, “rueda de lanzamiento”, “filas enfrentadas”, “parejas enfrentadas”, “cuatro esquinas”, “vuelta grande o vuelta pequeña”, entre otras.
- La presentación de los contenidos fue siempre clara, concisa y adecuada al nivel de comprensión del grupo. Se explicaba y posteriormente se demostraba (la tarea o la organización según el estilo de enseñanza empleado) para evitar repetir las explicaciones. Tras la demostración siempre se preguntaba si se había entendido la actividad en sí o la organización de la misma.
- En cada sesión se planteaba tres o cuatro tareas como máximo con variantes de similar o igual organización. De esta manera, no se tenía que cambiar constantemente de tarea u organización, con lo que el tiempo de aprovechamiento de clase era mayor (ello no eximió la existencia de rotaciones de parejas para que todos jugaran con/contra todos).
- En cada sesión se debía tener dispuesto el material antes de comenzar la clase.
- Se adoptaron medidas de seguridad, como anticipación a posibles accidentes y/o pérdidas de tiempo innecesarias.

- Se empleó un sistema de señales eficaz para llamar la atención del alumnado. Se acordó el uso del silbato (señal sonora) y la elevación de ambos brazos (señal visual) exclusivamente para indicar el final de una actividad o tarea. Con ello, los alumnos y alumnas interrumpían las actividades que estaban haciendo en ese momento para acudir al centro de la instalación o lugar donde estuviera ubicado el docente, para atender a las nuevas indicaciones.
- Se implicó a todo el alumnado en la organización, distribución y recogida de materiales (los discentes lesionados o aquellos que no podían realizar la práctica por prescripción médica tenían esta responsabilidad).
- Se eliminaron por completo los tiempos de espera, para que todos participaran al mismo tiempo y durante el mayor tiempo posible.
- Se diseñaron actividades en las que todo el alumnado permanecía en movimiento, adaptando o creando reglas del tipo “*si alguien se para se la queda o le damos la posesión del balón al equipo contrario*”.
- En el caso de las unidades didácticas de juegos y deportes, se consideró la opción de modificar las reglas para propiciar más continuidad en las actividades planteadas. Se favorecieron situaciones reducidas de juego mayoritariamente para el aprendizaje técnico-táctico y del reglamento, frente a la enseñanza analítica.
- Se utilizaron recursos didácticos interactivos como blogs, wikis, webquests y webs de uso libre, para la explicación, motivación y realización de actividades de comprensión, ampliación y refuerzo de los aspectos teóricos o conceptuales de la materia, como trabajos de casa.
- Se emplearon estrategias para establecer los grupos rápidamente como el juego “*el rey pide*”, “*nos agrupamos por...*”, “*1-2, 1-2, 1-2...*” durante los calentamientos, para que en la parte principal las agrupaciones ya estuvieran hechas.
- Se pasaba lista siempre mediante una actividad o juego para evitar pérdidas de tiempo.
- Se obligó al alumnado traer como material de clase, una botella de agua, para hidratarse cuando se quisiera y no perder tiempo en acudir a la fuente o aseos para dicho cometido (con ello también se contribuyó a la adquisición de un buena hábito físico-deportivo, “*la hidratación antes-durante-después*”).
- No solo se premió el resultado, también el proceso. En todo momento el alumnado se hacía partícipe del proceso atendiendo a sus gustos y preferencias.
- Se usó el juego como herramienta y medio de aprendizaje organizador y fundamental para transmitir y desarrollar los contenidos. Y es que la actividad lúdica es intrínsecamente motivadora. En palabras de Teissie (citado por Gallardo y cols. 1996) “*No se ha de olvidar que el mejor profesor*

es el propio juego, ya que es el más interesante para el jugador, el más concreto, el más real, el que llama a la iniciativa, a la adaptación, a la inteligencia”.

- Se usaron frases célebres a modo de reflexión final de clase y debates dirigidos por telemetría para motivar el aprendizaje, fomento y promoción de la salud física, psicológica y social, del tipo:

“La vida no es para vivir, sino para vivir con salud” (Marical)

“Querer conservar la salud siguiendo un régimen demasiado riguroso, es una enfermedad”
(Rochefoucauld)

“La salud es la disposición del cuerpo tal que el espíritu esté vigoroso” (Luis Vives)

“Sin salud, la riqueza no tiene valor, el conocimiento es inútil, el arte no puede manifestarse y la música no puede ser tocada” (Herophilus, 300 a.C.)

“La salud es como la libertad, no se aprecia hasta que se pierde” (Anónimo)

“Una persona sin salud es como un pájaro sin alas” (Anónimo)

“Ment sana in corpore sano [Mente sana en cuerpo sano]” (Platón)

“Ment fervida in corpore lacertoso [Mente activa en cuerpo entrenado]” (Arzobispo de Canterbury)

“No se fracasa hasta que no se deja de intentar” (Florence Griffith)

“No puedes medir tu éxito si nunca has fallado” (Steffi Graff)

“La suerte viene cuando la preparación encuentra la oportunidad” (Darrel Royal)

“La diferencia entre lo posible y lo imposible está en la determinación de la persona” (Tommy Lasorda)

“El éxito debe medirse no por la posición a que una persona ha llegado, sino por su esfuerzo por triunfar” (Booker T. Washington)

“Hay demasiado énfasis en el éxito y en el fracaso y muy poco en cómo la persona progresa a través del esfuerzo. Disfruta del viaje, disfruta cada momento y deja de preocuparte por la victoria y la derrota” (Matt Biondi)

“Habla cuando estés enfadado y harás el mejor discurso que tengas que lamentar” (Ambrose Bierce)

“Experiencia es el nombre que damos a nuestros errores” (Fred Shero)

“La mejor manera de mejorar tu equipo es mejorar tu mismo” (John Wooden)

“El deporte no es bueno, ni malo, es el contexto el que determina su carácter. Puede desarrollar tanto espíritu de equipo como individualista, educar el respeto a la norma, pero también el sentido a la trampa” (Domingo Blázquez)

“Lo más importante no es ganar sino participar, porque lo esencial en la vida no es lograr el éxito sino esforzarse por conseguirlo” (Barón Pierre de Coubertin)

No hay retos imposibles, sino apasionantes (Anónimo)

Estrategias de intervención didácticas para aumentar la intensidad de las sesiones

Por otro lado, también se diseñaron y llevaron a cabo estrategias didácticas para incrementar la intensidad de las actividades de enseñanza-aprendizaje, tareas destinadas solo al GE2, o grupo que recibió cuatro sesiones de alta intensidad. En estas sesiones como ya se decía en anteriores apartados, los objetivos didácticos fueron los mismos que sus homónimos, con las mismas estrategias didácticas anteriores, pero con un objetivo adicional referido al incremento de la intensidad y/o mejora del nivel de condición física. Este decálogo de estrategias didácticas para aumentar la intensidad de las sesiones de EF se resume en:

1. Contrato de compromiso previo firmado por el alumno para esforzarse al máximo durante las sesiones de EF y así mejorar su salud.
2. Control autónomo y periódico de la frecuencia cardiaca, mediante conteos de 6 segundos tras cada tarea, para que los discentes se esfuercen más o menos en base a su frecuencia cardiaca.
3. Rutinas de calentamiento más intensas de lo habitual (en la carrera continua de la parte final del calentamiento, los dos últimos minutos, se hacen a máxima intensidad).
4. Reducir los espacios en los juegos de persecución e incrementar siempre el número de perseguidores, insistiendo en que el “perseguido” que se pare, pasará a ser “perseguidor” y si ya se es “perseguidor”, esta actitud se califica negativamente.
5. Suministrar información con hojas de tareas sencillas, recordando la importancia de aumentar la intensidad de la tarea para mejorar la salud y conseguir puntos.
6. Máxima participación del docente en las clases, suministrando feedback positivo y continuo.
7. Proponer “retos” grupales e individuales por tiempo, calificándolos positivamente cuando éstos se consigan.
8. Establecer un sistema de clasificación individual de cada alumno (o grupo) por repeticiones o retos (sin detrimento de la técnica, salud y reglas del juego o actividad).

9. Proporcionar fichas individuales a modo de carnet por puntos para que el alumno anote tras cada tarea, el número de repeticiones, tiempo y frecuencia cardiaca (en caso de observar engaño intencionado por parte de un discente, la penalización actitudinal será la máxima que se pueda implementar).
10. Explicar con detenimiento y de forma transversal la importancia de incrementar la intensidad de las actividades para mejorar la salud.

Anexo III: Diseño de una sesión tipo del GE2 (incremento de volumen + intensidad) sobre el bloque de contenidos de Condición Física y Salud.

Annex III: Design of a EG2 (increase in volume + intensity) model session about Physical Fitness and Health content block.

SESIÓN: 1/14




UD: “Salutis el Dios de la salud”.




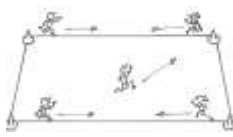

Nº Alumnos: 26

Título de la sesión: Circuito de capacidades.

Objetivos de la sesión:

- Conocer las capacidades físicas básicas y su relación con la salud.
- Practicar y entender las capacidades físicas básicas a través de actividades que las desarrollen.
- Contribuir al desarrollo de la resistencia, fuerza, flexibilidad y velocidad.

PARTE INICIAL (15')		
<p>Recepción de los alumnos, breve información inicial, presentación de la sesión y calentamiento de intensidad progresiva terminándolo con 2 minutos de carrera continua de alta intensidad.</p> <p>En primer lugar, los alumnos llegan al gimnasio y se sientan en los bancos para explicarles brevemente la dinámica de la sesión, y el objetivo principal de la presente sesión (2 minutos). Seguidamente, se recuerdan las CFB y las capacidades que mayor relación poseen con la salud: resistencia cardio-respiratoria, fuerza y resistencia muscular, flexibilidad y velocidad, esta última relacionada recientemente con la densidad mineral ósea de las personas, por tanto, también con la salud. Haremos especial hincapié en relacionar las CFB con actividades de la vida diaria.</p> <p>Aspecto clave: antes de que lleguen los discentes se tendrá escrito en la pizarra el nombre de la unidad didáctica y de la sesión, así como un esquema conceptual de las capacidades físicas básicas y organización de la clase.</p>		
<p>Se recuerda que en el blog del profesor, se publicarán fotos, videos y diapositivas sobre deportes y/o actividades de la vida cotidiana en los que se aprecie claramente la importancia de la condición física y salud en la vida. Buscamos con ello sensibilizar al alumnado ante la necesidad de mejorar su nivel de condición física para evitar enfermedades relacionadas con el bajo nivel de condición física y con enfermedades cardiovasculares.</p> <p>A continuación se explica la dinámica y organización de la sesión. Cinco estaciones y cada una referida a una capacidad física relacionadas con la salud, estando constituidas por tres tareas prácticas y una pregunta conceptual en cada estación. Se realiza por tanto tres vueltas al circuito. Se explicará con ello, los conceptos de frecuencia e intensidad, para que puedan diseñar sus planes de forma autónoma.</p> <p>Según estén sentados, se realizan cinco grupos nombrando a un encargado que escribirá en la hoja de respuestas las preguntas que se plantean en las estaciones, así como los nombres de los componentes del grupo. Se recuerda el funcionamiento del trabajo en circuito: la música, además de aumentar la motivación del alumnado, servirá para marcar el ritmo de trabajo y recuperación (1 minuto de trabajo, 6 segundos toma de frecuencia cardiaca, 1 minuto y 30 segundos para cambiar de estación y correr alrededor del gimnasio a máxima intensidad)</p>		
TAREA Y DESARROLLO	REPRESENTACIÓN GRÁFICA	T'
<p>CALENTAMIENTO: movilidad de las principales articulaciones, estiramientos de los principales grupos musculares, carrera continua como actividad vegetativa, alrededor del circuito haciendo especial hincapié en la organización y sentido de las rotaciones, observando la hoja de tareas situadas sobre cada estación. Durante la carrera se introduce la movilidad articular de brazos, saltos, giros, etc. Se realiza el ejercicio de cada estación durante 10 segundos y se pregunta si se entiende cómo ha de hacerse su ejecución. Para finalizar el calentamiento se realiza dos minutos de carrera continua de alta intensidad “<i>Antes de empezar unas vueltas rápidas para calentar</i>” (rutina de calentamiento GE2)</p>		10
PARTE PRINCIPAL (35')		
<p>Tarea 1. Circuito de capacidades relacionadas con la salud: cinco estaciones: duración 30 min (3 series). Intensidad y volumen de trabajo: 60’’ AF + 6’’ frecuencia cardiaca + 60’’ cambio estación y respuesta a pregunta (solo en la primera vuelta) + 30’’ de CC alrededor del circuito = 150’’ = 2,5min/estación x 3 series = 35 min aproximadamente.</p> <p><u>Aspectos claves:</u> se tomará la frecuencia cardiaca en 6 segundos para controlar la intensidad.</p> <p><u>Para aumentar la intensidad:</u> tras la finalización de cada tarea y antes de empezar la siguiente, deberán dar una vuelta alrededor de los conos marcados por las estaciones a máxima velocidad.</p>		
<p>Estación 1. Resistencia cardio-respiratoria. AF (1 minuto). Saltar la comba individualmente (cada serie, deben hacer un tipo de salto diferente) - Pregunta: escribe dos beneficios del organismo al practicar actividades de resistencia cardio-respiratoria o aeróbica.</p>		5

<p>Estación 2. Fuerza muscular. AF (1 minuto). Flexiones de brazos con rodillas en suelo o no (según nivel CF del alumno) (tres tipos de flexiones diferentes en cada serie, cambiando abertura de los brazos). - Pregunta: escribe dos acciones de la vida cotidiana o dos oficios en donde se requiera una buena fuerza muscular.</p>		<p>5</p>
<p>Estación 3. Flexibilidad. AF (1 minuto). Estiramiento de isquiosurales de forma individual (tres tipos de estiramientos diferentes de isquiosurales en cada serie). - Pregunta: ¿Puede tener una persona de 60 años más flexibilidad que un adolescente de 16 años? Si- No ¿Por qué?</p>		<p>5</p>
<p>Estación 4. Resistencia muscular. AF (1 minuto). Lucha de cuerdas entre 2 equipos o juego del sogatira (los alumnos dispondrán de esponjas y guates para no dañarse las manos). - Pregunta: ¿Cuántas estaciones, series, repeticiones y a qué intensidad tendría que hacer un circuito de autocarga para desarrollar esta capacidad física?</p>		<p>5</p>
<p>Estación 5. Velocidad. AF (1 minuto). Juego de las cuatro esquinas (para aumentar la motivación y con ello la intensidad del juego, el ganador de cada serie o jugador que menos veces se la “haya quedado”, conseguirá un punto y podrá optar al título de “el más veloz de la clase”). - Pregunta: ¿Con qué tipo de enfermedades se relaciona la velocidad según las últimas publicaciones en revistas biomédicas?</p>		<p>5</p>
<p>PARTE FINAL (5')</p>		
<p>- Vuelta a la calma por medio de estiramientos de los principales grupos musculares implicados en la sesión mientras se hace una reflexión a través de una frase célebre “<i>Sin salud la riqueza no tiene valor...</i>”. Recogida de material. Puesta en común y recordatorio de la realización de las actividades del cuaderno y debate por telemetría. - Como tarea para el próximo día. Lectura, comentario y debate sobre el artículo publicado en el blog del profesor ¿de verdad jugar a la Wii es hacer ejercicio? y lectura de documentos relacionados con los malos hábitos. Las preguntas de esta sesión formarán parte de la prueba conceptual de la evaluación final de la UD. - Despedida. Se recuerda la frase de esta sesión a modo de reflexión y se grita en el centro de la pista “Vamos a conseguirlo” - Higiene personal: aseo y cambio de ropa.</p>		
<p>Alumnos que no hacen la práctica: ayudan a la organización del material y recogida del mismo. Disc-jockey y controladores del tiempo. Jueces de estaciones. No obstante, si la incapacidad no le impide moverse, como hay tareas conceptuales puede participar perfectamente en la sesión. Si poseen limitaciones motrices, en todas las estaciones habrá adaptaciones motrices en función de sus patologías. Por ejemplo, saltos de bajo impacto con la comba (el molino, la hélice con las cuerdas). En vez de correr, andarán, flexiones de brazos en la pared, los estiramientos los podrían hacer sin adaptación, jueces del sogatira y del juego de las cuatro esquinas.</p>		

AF: actividad física; CC: carrera continua; CF: condición física; CFB: capacidades físicas básicas (según Real Decreto, resistencia, fuerza, velocidad y flexibilidad); UD: unidad didáctica.

Anexo IV: Premio a la mejor práctica innovadora en Ciencias de la Actividad Física y Deportiva del COLEF (Colegio Oficial de Licenciados en Educación Física) de Andalucía 2011.

Annex IV: Awards for the best innovative practice in Physical Activity Sciences and Sports of COLEF (Association of Graduates in Physical Education) of Andalusian 2011.

FALLO DEL II PREMIO LA MEJOR PRACTICA INNOVADORA EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTIVA DEL COLEF ANDALUCIA 2011

El jurado designado para evaluar los trabajos presentados para optar al II Premio Colef de Andalucía a la mejor práctica innovadora en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte se complace en publicar el presente fallo. Este año han sido dos los trabajos presentados, los cuales han sido revisados anónimamente por el jurado y de forma independiente por cada uno de ellos. Una vez decidido el trabajo premiado, se abrieron las plicas para conocer el autor/autores del trabajo.

1º Premio: Daniel Navarro Ardoy

Título del Trabajo “Educando para mejorar el estado de forma física de nuestros adolescentes, los adultos del mañana, a través de la Educación Física”

Coautores:

Juan Miguel Fernández-Rodríguez
Jonatan Ruiz Ruiz
Palma Chillón
Vanessa España-Romero
Enrique G. Artero
David Jiménez-Pavón
Cristóbal Sánchez
Manuel J. Castillo
Francisco B. Ortega

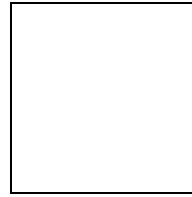
Los criterios seguidos para designar los ganadores, han incluido entre otros la originalidad de la actividad, su relevancia práctica, la relevancia de la práctica para el ejercicio profesional del Licenciado en Educación Física y en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, así como su relevancia posibilidad de continuidad.

Esperamos y deseamos que el año próximo, todos los colegiados y colegiadas se muestren tan interesados en el premio y presenten sus experiencias.

El Secretario del jurado
Javier Gálvez González

CURRICULUM VITAE

[CV]

**DATOS PERSONALES [PERSONAL DATA]**

- Nombre: **DANIEL NAVARRO ARDOY**
- Dirección:
 Instituto de Enseñanza Secundaria J. Martínez Ruiz Azorín
 C/ Camino Real, N°3
 30510, Yecla. Murcia
 Spain.

 Department of Physiology
 School of Medicine
 Avd/ Madrid s/n,
 18012, Granada,
 Spain
- NIF: 75.096.961 Y
- Fecha de nacimiento: 02-05-1979
- E-mail: daniel.navarro@murciaeduca.es

1. FORMACIÓN ACADÉMICA Y PROFESIONAL [QUALIFICATIONS]

- Licenciado en **Ciencias de la Actividad Física y Deporte**, Universidad de Granada, España. (1998-2002).
- Doctorando en **Fisiología del Ejercicio Aplicada al Control del Rendimiento Deportivo y la Salud** de la Facultad de Medicina. Universidad de Granada, España. (2002-2004).
- **Ph.D. student**, University of Granada, Spain. (2002-2011)
Date of public defense: 27-01-2012
- **Entrenador Nacional de Natación** por la Real Federación Nacional de Natación (2005)

Estancias en el extranjero:

- Unit for Preventive Nutrition, Department of Biosciences and Nutrition, Karolinska Institutet, Huddinge, Sweden (2010-2011, 4 months).

2. SITUACIÓN PROFESIONAL ACTUAL [PRESENT APPOINTMENTS]

- **Asesor Secundaria / Educación para la Salud / TIC** en Centro de Profesores y Recursos Altiplano, Yecla y Jumilla, Dirección General de Recursos Humanos y Calidad Educativa. Consejería de Educación, Formación y Empleo de la Región de Murcia (España).
- **Profesor de Educación Física** (Funcionario de Carrera). Instituto de Enseñanza Secundaria J. Martínez Ruiz Azorín, Yecla. Consejería de Educación, Formación y Empleo de la Región de Murcia (España).
- **Profesor-preparador de Oposiciones** para el ingreso y acceso al cuerpo de profesores de Enseñanza Secundaria, Academia LOGOS enseñanza, Murcia (España).
- **Investigador** en grupo de investigación EFFECTS-262, Facultad de Medicina, Universidad de Granada, España.

3. ACTIVIDAD PROFESIONAL PREVIA [PREVIOUS APPOINTMENTS]

- Técnico deportivo, Deporte Escolar, Colegio Escolapios, Granada (1999-2002)
- Monitor de Natación, Ayuntamiento de Úbeda (veranos del 1999-2003).
- Instructor-Entrenador de Esquí Alpino, Centro de Tecnificación Deportiva, Federación Andaluza de Deportes de Invierno y Club de esquí y montaña, La General-Caja Granada (2001-2007).
- Profesor de Educación Física interino Enseñanza Pública (2006-2008).

4. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y CAPACIDAD TÉCNICA [RESEARCH INTEREST AND EXPERTISES]

1. Didáctica de la Educación Física.
2. Evaluación de la condición física: experiencia en pruebas de campo de condición física en adolescentes escolares y en la detección de talentos deportivos.
3. Antropometría y evaluación de la composición corporal. Experiencia en técnicas de campo antropométricas.
4. Evaluación de la actividad física mediante técnicas de auto-evaluación (por ejemplo, cuestionarios) y las técnicas objetivas (por ejemplo, control de la frecuencia cardiaca y acelerometría).
5. Experiencia científica en términos de publicaciones centradas principalmente en estudios de intervención centrados en la actividad física, condición física, composición corporal, rendimiento cognitivo y académico en población joven, y en didáctica de la Educación Física.

5. IMPLICACIÓN-COLABORACIÓN EN PROYECTOS y PROGRAMAS DEPORTIVOS [MAJOR RESEARCH: INVOLVEMENT-COLABORATION IN PROJECTS AND SPORT PROGRAM]

1. **Estudio EDUFIT** (2006-). El estudio EDUFIT 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 de la Consejería de Educación, Formación y Empleo de la Región de Murcia. El estudio EDUFIT en si, es la presente memoria de Tesis.
Participación: bajo la supervisión de Francisco B Ortega y Manuel J Castillo, coordinación del proyecto, diseño y desarrollo de las sesiones (profesor encargado de la aplicación del programa), registro y análisis de datos, autor principal de los artículos científicos.
2. **Grupo de Trabajo 0123/07** (2006-2007). El grupo de trabajo 0123/07 es un proyecto de investigación-innovación educativa dentro de la modalidad “grupo de trabajo” perteneciente al Centro del Profesorado y Recursos (CPR) de la Consejería de Educación de Murcia. Dicho grupo de trabajo estuvo formado por tres centros de enseñanza y sus respectivos profesores de Educación Física. El objetivo principal del grupo fue elaborar material didáctico y estrategias educativas para aumentar el tiempo de compromiso motor e intensidad de las sesiones de EF.
Participación: coordinación del grupo de trabajo, bajo la supervisión de M^a Ángeles Hernández Vázquez (asesora del CPR Murcia II durante el curso escolar 2006-2007).
3. **Plan de Educación para salud en la escuela** (2005-). El proyecto Educación para la Salud en Escuela, coordinado conjuntamente desde de las Consejerías de Sanidad y Educación de la Región de Murcia, es un proyecto destinado tanto a profesores como a escolares, cuyo objetivo principal es la promoción de la salud dentro del contexto escolar.
Participación: participación activa en cursos y seminarios realizados desde la administración como ponente en cursos de formación para el profesorado (CPR): Higiene Postural y prevención de lesiones; Experiencias educativas para la promoción de la salud en la escuela; Técnicas de relajación innovadoras; Prevención de enfermedades cardiovasculares. Participación como coordinador y/o asesor del programa en diferentes centros escolares: IES Alcántara de Alcantarilla-Murcia (2005-2006), IES Arzobispo Lozano de Jumilla-Murcia (2007-2008), IES Ingeniero de la Cierva de Murcia (2007-2008), IES La Basílica (2008-2009), IES J. Martínez Ruiz Azorín (2010-). Participación en el diseño de actividades, evaluación de la actividad física, condición física y hábitos de alimentación. Actualmente ejerce como asesor coordinador de este Plan en todos los centros educativos de infantil, primaria y secundaria de la Comarca del Altiplano de la Región de Murcia.
4. **Proyecto Europeo COMENIUS, lifelong learning program** (2008-2010). Health Education reflected on sports and food issues. Ciudades participantes: Murcia (España), Larnaca (Chipre), Colonia (Alemania).
Participación: participación en el diseño del proyecto, revisión de la información sobre la evaluación de la actividad física y condición física, participación en el diseño de cuestionarios, valoración de la condición física y actividades para la promoción de la actividad física y alimentación. Portal web disponible:
<http://www.tinyurl.com/cgscomenius>
<http://www.schools.ac.cy/lyc-ard-lar/Comenius/index.htm>
5. **The Internacional Fitness Scale (IFIS)** (Ortega et al. 2011. Int J Epidemiol). El cuestionario IFIS es un cuestionario validado, fiable y objetivo para la autoevaluación del nivel de condición física de los/las adolescentes.
Participación: bajo la supervisión de Francisco B Ortega y el resto del grupo HELENA, participación en la validación del cuestionario.
6. **Detección de talentos deportivos en esquí alpino** (2004-2005). Este programa se llevó a cabo desde el Centro de Tecnificación Deportiva de la Federación Andaluza de Deportes de Invierno. El objetivo del programa fue 1) evaluar y detectar jóvenes talentos deportivos en esquí alpino; 2) diseñar y validar una batería de test físicos para valorar la forma física de jóvenes esquiadores de alto nivel, y 3) determinar el perfil fisiológico del esquiador alpino infantil.
Participación: bajo la supervisión de Pablo Gómez López, Pablo Ruiz de Almirón, Olmo Hernán Rupérez y Manuel Delgado, revisión científica, selección y diseño de las pruebas, evaluación, registro y análisis de datos.

6. CONGRESOS-CURSOS CIENTÍFICOS MÁS RELEVANTES SOBRE SALUD, EDUCACIÓN Y ALTO RENDIMIENTO DEPORTIVO [MORE RELEVANT SCIENTIFIC HEALTH, EDUCATION AND SPORT EVENTS]

Nota: *partición en calidad de “comunicación oral”*.

SALUD Y EDUCACIÓN

1. La Educación Física como factor de prevención de primer orden [*Physical Education as a preventive factor of first order*]. IX Congreso Internacional Educación Física e Interculturalidad. Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Murcia. Septiembre 2010. Murcia (España).
2. Efectos de un programa de Educación Física orientado a la mejora de la capacidad cardio-respiratoria en adolescentes (estudio EDUFIT). EDUcando hacia el FITness. II Congreso internacional de Ciencias del Deporte de la UCAM. Universidad Católica San Antonio. Mayo 2009. Murcia, España.
3. Educación para el fitness (Estudio EDUFIT): descripción metodológica y resultados preliminares del efecto del programa sobre la condición física. IX Congreso Deporte y Escuela. Mayo 2009. Cuenca, España.
4. Características antropométricas de la población escolar (6-14 años) de la localidad de Cehegín (Murcia). I Congreso de Enfermería de Familia y Comunitaria de la Región de Murcia. 2008. Murcia, España.
5. Hábitos higiénico-dietéticos y deportivos de la población escolar (6-14 años) de la localidad de Cehegín (Murcia). I Congreso de Enfermería de Familia y Comunitaria de la Región de Murcia. 2008. Murcia, España.
6. Nivel de actividad física y distribución de grasa corporal en edad infantil. II Congreso Mundial de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Deporte y Calidad de Vida. Noviembre, 2003. Granada, España.
7. Influencia de la práctica habitual de esquí alpino sobre el equilibrio estático en niños con edad infantil. I Curso de Investigación en Educación Física y Deportes. Universidad de Granada. Noviembre, 2002. Granada, España.
8. Monitorización de la grasa corporal en relación al nivel de actividad física en alumnos en edad escolar. Jornadas de Educación Física. Nuevas Propuestas y Experiencias Educativas. Mayo, 2004. Murcia, España.

ALTO RENDIMIENTO DEPORTIVO

9. Determinación de los parámetros antropométricos y capacidades físicas predictoras de rendimiento en esquí alpino infantil. Congreso Internacional UEM. Actividad Física y Deporte en la Sociedad del Siglo XXI. Junio, 2005. Madrid (España).
10. Determinación del perfil sociodeportivo del esquiador alpino infantil de competición. II Congreso Mundial de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Deporte y Calidad de Vida. Noviembre, 2003. Granada.
11. Valoración y control de las capacidades coordinativas específicas en el esquí alpino infantil de competición. II Simposium Mundial de Entrenamiento Deportivo en Edades Tempranas. Noviembre 2002. Melilla (España).
12. El control y valoración del entrenamiento de base en el esquí alpino de competición. Una propuesta de actuación. II Simposium Mundial de Entrenamiento Deportivo en Edades Tempranas. Noviembre 2002. Melilla (España).
13. Efectos del entrenamiento integrado sobre la mejora de la fuerza en el esquí alpino de competición infantil. II Simposium Mundial de Entrenamiento Deportivo en Edades Tempranas. Noviembre 2002. Melilla (España).

7. PONENCIAS EN CURSOS Y SEMINARIOS DE FORMACIÓN PARA EL PROFESORADO Y PROFESIONALES SOBRE SALUD Y EDUCACIÓN [SPEAKER IN SEMINARIOS AND COURSES OF TRAINING FOR HEALTH PROFESSIONAL AND EDUCATION TEACHERS]

- 2011. Ponencia sobre Orientaciones para la Programación Didáctica en el proceso de oposición, en el Curso Las Oposiciones para el Acceso a la Función Pública: Formación para el Futuro Docente (2 horas). Mayo 2011. Facultad del Deporte. Universidad de Murcia. Murcia, España.
- 2011. Ponencia sobre Estrategias de intervención educativa para la prevención de enfermedades cardiovasculares en el marco escolar. Seminario de Salud en Educación Secundaria, Yecla (5 horas). Dirección General de Formación Profesional e Innovación Educativa de la Consejería de Educación de la Región de Murcia. Diciembre 2010 - Febrero 2011. Yecla, Murcia, España.
- 2009. Ponencia sobre Salud y Participación como generador de valores. Seminario de Formación para el Profesorado (6 horas). Dirección General de Formación Profesional e Innovación Educativa de la Consejería de Educación de la Región de Murcia. Enero-Mayo 2009. Patiño, Murcia, España.
- 2009. Ponente sobre Experiencias en Educación para la Salud en Jornadas de intercambio de experiencias educativas en Educación para la Salud (1 hora). Consejería de Educación y Consejería de Sanidad de la Región de Murcia. Junio, 2009. Murcia, España.
- 2007. Ponencia sobre Mejora de la condición física como respuesta educativa saludable para prevenir enfermedades cardiovasculares futuras. Jornadas de Intercambio de Experiencias de Plan de Educación para la Salud en la Escuela (1 hora). Consejería de Educación y Sanidad de la Región de Murcia. Junio, 2007. Murcia, España.

- 2006. Ponencia sobre Higiene postural y ejercicios contraindicados (2 horas). Dirección General de Formación Profesional e Innovación Educativa de la Consejería de Educación de la Región de Murcia. Marzo 2006. Beniján, Murcia, España.
- 2006. Ponencia sobre Psicomotricidad y Educación Física. La psicomotricidad en educación infantil (6 horas). Dirección General de Formación Profesional e Innovación Educativa de la Consejería de Educación de la Región de Murcia. Noviembre - Diciembre 2006. Cehegín, Murcia, España.

8. PUBLICACIONES EN REVISTAS CONTEMPLADAS EN EL JOURNAL CITATION REPORT Y/O PUBMED [JOURNAL PUBLICATIONS REFERRED IN THE JOURNAL CITATION REPORT AND/OR PUBMED]

- Arday DN, Fernandez-Rodriguez JM, Chillón P, Artero EG, España-Romero V, Jimenez-Pavon D, et al. [Physical fitness enhancement through education, EDUFIT study: background, design, methodology and dropout analysis]. Rev Esp Salud Publica. 2010;84, 151-168.
- Arday DN, Fernandez-Rodriguez JM, Ruiz JR, Chillón P, España-Romero V, Castillo MJ, et al. Improving physical fitness in adolescents through a school-based intervention: the EDUFIT study. Rev. Esp. Cardiol. 2011;64, 484-491.

9. PUBLICACIONES EN REVISTAS NACIONALES

- Manuel Delgado Fernández, Daniel Navarro Arday, Ángel Gutiérrez Sáinz, Francisco B. Ortega Porcel. Efectos de la actividad física sobre la distribución de la grasa corporal y capacidades coordinativas. Revista de Entrenamiento Deportivo (RED). 2004; 18-2: 5-9.
- Navarro-Arday D, Hernán AO, Ruiz de Almirón P, Gómez-López, PJ. Nuevas tecnologías aplicadas al control y valoración del entrenamiento en el esquí alpino de competición. Una propuesta de actuación. RendimientoDeportivo.Com. 2004. N°007. Artic 036. Depósito Legal: LE – 1832 – 01. ISSN 1578-7354.

10. LIBROS Y CAPÍTULOS [BOOKS AND BOOK CHAPTERS]

CAPÍTULOS

- Capítulo 5: Bloque de Condición Física y Salud, en Unidades didácticas de los bloques de contenidos del currículum: 3º E.S.O. (2006). ISBN: 84-689-7458-7. Depósito Legal: GR-664/06.
- Capítulo 7: Bloque de Juegos y Deportes, en Aplicaciones didácticas del currículum para el área de Educación Física: 3º E.S.O. (2006). ISBN: 84-689-7464-1. Depósito Legal: GR-665/06.
- Coautor del libro: Vida Sana (2009). Editorial Nausícaä. Murcia. ISBN: 978-84-96946-80-4. Depósito Legal: MU-407-2010.
- Coautor del libro: Salud Emocional y Convivencia (2010). Editorial Nausícaä. Murcia. ISBN: 978-84-96946-45-3. Depósito Legal: MU-1613-2009.

MANUALES

Coordinador de la colección Competencias Básicas y Educación Física (2011). Editorial Nausícaä. Murcia. Colección compuesta por 6 manuales sobre la Programación de aula, actividades y sesiones, estrategias y recursos didácticos destinados hacia la enseñanza, diseño, puesta en práctica y planificación de la Educación Física atendiendo al nuevo elemento curricular: las competencias básicas.

- I. Programación de Educación Física en base a competencias básicas: 1º de ESO.
- II. Programación de Educación Física en base a competencias básicas: 2º de ESO.
- III. Programación de Educación Física en base a competencias básicas: 3º de ESO.
- IV. Programación de Educación Física en base a competencias básicas: 4º de ESO.
- V. Aplicaciones didácticas de Educación Física en base a competencias básicas para 3º de ESO.
- VI. Programar en base a competencias básicas: una propuesta desde la Educación Física [*aún en proceso de elaboración*].

11. PREMIOS RECIBIDOS [AWARDS]

Título del trabajo “Educar para mejorar el estado de forma física de nuestros adolescentes, los adultos del mañana, a través de la Educación Física”, premiado por el **Colegio Oficial de Licenciados en Educación Física (COLEF) de Andalucía** como primer premio a la mejor práctica innovadora en Ciencias de la Actividad Física y Deportiva del COLEF de Andalucía 2011.

Autores: Arday DN, Fernández-Rodríguez JM, Ortega FB et al. Fecha: Diciembre 2011.

Confirmando y dejando constancia que los datos recogidos en este documento son verdaderos, completos y exactos, y que ninguna información se ha ocultado.

AGRADECIMIENTOS [ACKNOWLEDGEMENTS]

Esta Tesis ha sido gracias a muchas personas que de forma consciente o inconsciente han contribuido a mi formación, conocimiento y entusiasmo por la investigación.

“Si sólo soy recordado por ser un buen jugador de baloncesto, entonces he hecho un mal trabajo con el resto de mi vida” (Isaiah Thomas).

En primer lugar quiero dar las gracias **a mi familia y Luz Carmen**. A **mi madre** por transmitirme desde siempre su espíritu emprendedor y luchador, a seguir trabajando frente a las adversidades, ser positivo en todos los aspectos de la vida, tanto en lo profesional como en lo personal. Nunca olvidaré la frase que un día me dedicó: *“los hechos no pasan ni pronto ni tarde, pasan cuando tienen que pasar porque así es como mejor pasarán”*. A **mi padre** por transmitirme los valores del respeto, disciplina y trabajo. A veces no nos damos cuenta de la educación que recibimos hasta que no educamos. Por instruirme en medicina y en el cuidado de la salud consciente o inconscientemente. Por las largas e interesantes conversaciones científicas que mantenemos sobre los cambios en la medicina actual. El médico tradicionalmente es el que cura, ahora no solo eso, sino que procura prevenir. Profesionales de la actividad física y médicos deben trabajar conjuntamente por y para la salud de nuestros adolescentes, los adultos del mañana. Gracias por transmitirme estos valores. Y por supuesto a mis **hermanos, hermana y Luz Carmen**, por estar siempre a mi lado y por hacerme sentir especial aún cuando no puedo reunirme o estar con ellos. Gracias por entenderme, apoyarme, quererme, comprenderme y ser pacientes. Sin vuestro apoyo, esta Tesis no se hubiera hecho realidad. Vuestra visita a Estocolmo fue vital, me dio *resistencia* para seguir trabajando; *fuerza* para afrontar la recta final; *flexibilidad* para compaginar mi vida profesional, sentimental y familiar; *velocidad, agilidad y coordinación* para organizar mi tiempo y priorizar. Me sirvió para darme cuenta que familia, amigos, trabajo y amor, son las claves de la plena felicidad.

“No hay retos imposibles, sino apasionantes”

“El alumno se merece el mejor profesor que uno lleva dentro”

Agradezco a toda la comunidad educativa donde se desarrolló EDUFIT (equipo directivo, personal docente y no docente, conserjes y servicio de limpieza, entre otros), especialmente a los padres y madres por animar y motivar a sus hijos e hijas para asistir a las sesiones extra de Educación Física, a los alumnos y alumnas de los grupos experimentales por entender desde un principio el sentido y lógica del estudio, contribuyendo al avance de la ciencia a través de sus saltos, carreras, gestos y movimientos, de forma incondicional, desinteresada y voluntaria.

“No es lo mismo veinte años de experiencia, que veinte años con la misma experiencia”

A mis Directores de Tesis, máximos responsables de este trabajo. A **Manuel J. Castillo (MJC)**, por sus acertados y sabios consejos científicos, burocráticos y personales. Por su implicación y confianza desde el inicio, viajes de cientos de kilómetros, creatividad y siempre positiva crítica hacia la Educación Física en general, profesorado y licenciados en Ciencias de la Actividad Física y Deporte en particular.

A **Francisco B. Ortega (FBO)**, Fran. Principal artífice de esta Tesis. Por mostrarme en primera persona la investigación y enseñarme a amarla. Por exigirme, aleccionarme, corregirme, asesorarme, comprenderme, por su paciencia, por mostrarme siempre el lado positivo de la cosas, hacer lo difícil, fácil; por ser como es, compañero, tutor, director, supervisor y amigo. Por contribuir a que la actividad física en general y la Educación Física en particular adquiriera cada vez mayor importancia y ocupe el lugar que se merece dentro del actual sistema educativo. Una simbiosis perfecta entre medicina, salud, actividad física y educación, en la que no podía faltar mis agradecimientos a **Jonatan R. Ruiz (JRR)**, mi “*tercer*” Director de Tesis. Siempre has estado ahí, ayudando, aportando, corrigiendo, sugiriendo. EDUFIT es también gracias a ti, Jonatan.

To **Michael Sjöström**, thanks for giving me the opportunity to stay at the Unit in Karolinska Institute, for your support and kind words during the stay.

*Our Michael, and Stockholm,
are the biggest in Europe, and the biggest in the World
One day we met to Michael, near to Stockholm,
everybody think, the Unit our home.
The Unit our home and Michael our father,
everybody think, an academic father*

*“No preguntes qué pueden hacer tus compañeros por ti. Pregunta qué puedes hacer tú por tus
compañeros” (Magic Johnson)*

Gracias también al grupo de investigación EFFECTS-262 de la Facultad de Medicina y al Departamento de Ciencias de la Actividad Física y Deporte de la Universidad de Granada por su inestimable ayuda y asesoramiento científico, material y humano. Gracias al profesor **Gutiérrez** por haberme transmitido su entusiasmo por la investigación desde los primeros minutos de doctorado. Gracias **Ángel**. Gracias a todos y todas los integrantes del grupo EFFECTS y “asociados”, por hacer de este grupo, no solo un grupo de trabajo, sino un grupo de amigos, una familia, un grupo de hermanos de la ciencia y de la promoción de la salud en niños y adolescentes. Ha sido, es y será un orgullo y un verdadero placer poder formar parte de este equipo. Gracias por aquellos días que

pasamos en Murcia evaluando, midiendo y... Gracias por todas las aportaciones y asesoramientos científicos realizados antes, durante y después de EDUFIT. Gracias en nombre de todos los docentes de Educación Física por el trabajo que hacéis. Gracias **David, Enrique, Vanessa (Pipi), Palma, Miguel, Magdalena, Virginia, Cristóbal.**

“La Educación es mucho más que Educación física, pero es muy poco sin ella” (Hammelsbeck, 1961)

Al equipo de profesores y profesoras que han hecho posible esta Tesis, por sus consejos, sugerencias y aportaciones, tanto entre las paredes de un departamento, como entre “cañas de cerveza”. Gracias a los que me ayudasteis en la elaboración de materiales y diseño de unidades didácticas **Palma, José María, María Jo y Juanmi.** Gracias a los que valoráis este trabajo y aportáis ciencia a vuestras clases, **Juan Casquel, Lola, Paco Díaz, Salva Hidalgo, Magdalena Navarro, Antonio Valera, Jesús Palacios, Vicky Machota, Dani Sánchez, Ginés Valera, Antonio Baena.** A mis compañeros del CPR, **Sonia, Carmen, Juan Francisco y Ángel,** sobre todo en la recta final. Gracias a **M^a Ángeles Hernández Vázquez,** quien confió en este proyecto desde el principio como asesora del área de Educación Física del Centro de Profesores y Recursos de la Consejería de Educación de la Región de Murcia el año que se llevó a cabo EDUFIT. Mención especial a **Jorge López de la Nava** (compañero, amigo y sano “*competidor*”), con quien tantas horas he compartido y vivido enriqueciéndome día a día de sus innovaciones educativas. Gracias por tu sana competitividad para afrontar las últimas semanas previas a la oposición. Nunca olvidaré el agradable olor a café de madrugada y la Eurocopa del 2008 a tu lado. Y por último GRACIAS, también de forma especial y en mayúscula, a **Fernández Rodríguez JM (Juanmi).** Uno de los máximos responsables de esta Tesis. Gran docente, colega de profesión, compañero y mejor amigo. Esta Tesis es tanto mía como suya. Hemos pasado tantas horas registrando y diseñando materiales, que podría realizar otro capítulo más de agradecimientos solo para él. Por ello quiero dale las GRACIAS públicamente y en letras mayúsculas por toda la ayuda que me ha brindado de forma incondicional y desinteresada, por su honestidad, sinceridad, y por ser como es. Sobran las palabras. Gracias Juanmi.

Quiero también dar las gracias a **María José Bastida, Silvia Martínez, José Herrera, José Francisco Díaz y Carmen Guirado** por la realización del análisis bioquímico y de tensión arterial. Al Hospital Comarcal del Noroeste de Caravaca de la Cruz, Centro de Salud de El Palmar (Murcia) y Centro de Salud de Bullas (Murcia), centros sanitarios donde trabajaban.

A **Pablo Gómez,** por formarme y permitirme hacer mis primeros trabajos como investigador con el equipo andaluz de esquí alpino. Gracias también a Olmo, Pablo Ruiz de Almirón, Norberto Ortega, Juan Porcel, Carolina Ortega, Manolo Muros, Luis Morata, Quino, Pablo, Lara y al resto de

compañeros, amigos, amigas, niños y niñas con los que tan buenos y agradables momentos pasé en Sierra Nevada como entrenador durante mis primeros años de formación como investigador. Gracias también a **Manuel Delgado Fernández**, por tutelarme la tesina o Diploma de Estudios Avanzados, contribuir a mi formación como investigador y a la publicación de mi “*primer artículo científico*”.

*La unión es nuestra fuerza,
y a lo que añado, nuestra amistad el poder.*

*Poder de unión y reunión,
que nunca debemos perder.*

*Lo que un año unió el destino en “Graná”,
que no lo separe nunca, “ná, de-ná, de-ná”.*

A **mis compañeros, amigos y “segundos hermanos”**. Sois como mi “*segunda familia*”. Fran Ortega, Juanmi, Miguelón, Jose R Atrio, José y Juan Peña, Óscar, Ángel Gallardo, Fran Albert, Miguel (el Miguel), por todos esos grandes e históricos momentos en Graná!!! Nunca los olvidaré. Y ahora, por la amistad incondicional que me brindáis día tras día. Sin duda, nuestra unión es nuestra fuerza.

A mis **amigos de Úbeda y La Puerta de Segura**. La distancia a veces hace que una amistad se diluya, pero con vosotros esto nunca ha sido así. Aunque sea un tópico decirlo, pese a estar varios meses sin vernos, al reunirnos es como si todos los días lo hiciéramos. Chechu, siempre optimista; Juanlu, fiel compañero de juego y carrera; Lolo, sincero y fiel amigo; Tito, gracias por atenderme sea la hora que sea; Blaspi, Rubén, Emilio, Manolín, Alex, Javi, Jaime, Ramón... Gracias a todos por contar conmigo siempre.

*Un día conocimos, a Michael en Estocolmo,
y nos quedamos todos, flipados esto es el colmo.
La Unit es nuestra casa, unimos nuestras manos,
será que todos somos, amigos, primos, hermanos.*

A todos los amigos y amigas que hice en Estocolmo. **Mairena**, compañera incondicional tanto en la “Unit” como en las clases de inglés, por esas largas y tormentosas conversaciones en el maravilloso metro de Estocolmo en “*Espaninglish*”. **Luis**, no sólo nos une la misma inquietud y línea de investigación, además nuestros colores y momentos inolvidables como famosos entrevistados en televisión... *That was incredible!!!*

Mohammed, because you are a great and hard-worker man doing an amazing work. And the organization of football matches both served us to disconnect from work and relax. **Virginia**, gracias por todo. Solo te diré que me tienes para lo que quieras y cuando quieras, igual que dices tú. Gracias por tu simpatía, entusiasmo, ilusión, gracia, amabilidad, generosidad y disposición. **Signe**, I would like to say some words in Spanish for you, because you will be a new “*Spanish girl*”. Biology in Spain will win with you so much quality. Wellcome to Spain and congratulations for “*all*”. You has been my friend, my English teacher, my Swedish confident. Thanks to all for the nice moments we lived in Stockholm and now, in Spain... tú vas a ser mi amiga, mi confidente, mi profesora de ingles y mi otra “*hermana*” española. Ahora nos toca a nosotros enseñarte España. Igual que tú hiciste con tu casa y familia, mi familia ahora es tu familia, mi casa es tu casa, mis amigos son tus amigos. Te deseo lo mejor en tu nueva etapa en España. **Miguelón**, por cómo me recibiste el primer día de mi estancia en Jägargatan, por haber sido mi verdadero anfitrión, enseñarme los “*truquillos*” de la vida sueca, leer la meteorología en el periódico y transmitirme las sabias palabras que un día Enrique pronunció sobre las personas (hombres y mujeres) en el metro de Estocolmo.

Mención especial se merece la persona que ahora ilumina y da “*Luz*” a mi vida. Gracias a toda su familia por tratarme como uno más desde el primer día y respetar mis horas de trabajo aún en días festivos. Gracias a Matias, Vicky, Elena y todos sus tíos, tías, abuelos, primos, primas, a todos, por hacerme sentir uno más de la familia. **Luz Carmen**, gracias por ser paciente y comprensiva, por esperarme, entenderme y cuidarme, gracias por aconsejarme, enseñarme y por descubrirme el camino hacia la ilusión de la vida en pareja. Ilusión que a partir de ahora podremos vivir con más tiempo para nosotros a pesar de los obstáculos que nos pone la vida. Saltémoslos juntos. Esta Tesis no hubiera sido posible sin ti. Gracias por apoyar mi trabajo y entenderlo, a pesar de todos mis viajes, reuniones, cursos y congresos.

*Después de la Tesis
más proyectos y trabajos vendrán,
iguales o diferentes a EDUFIT,
en los que “Luz” nunca podrá faltar.
He aprendido contigo,
que los proyectos pueden empezar y acabar.
Pero nada, ni nadie podrá,
sustituir la “Luz” que tú me das.*

Por último, no por ello menos importante, todo lo contrario, gracias también a todos los que se fueron. Especialmente a mi *Tia Eva*, nuestra *Tia*, la *Tita Eva*. Gracias donde quieras que estés. Por ser quien me inculcó el deporte, quien me enseñó a esquiar y a montar en bici, entre otras, por llevarme contigo a desayunar en bici de “*La Puerta*” al “*Puente*”, aún cuando llevaba las ruedas laterales, como tú siempre contabas.

*Esta Tesis se inició,
el año que nos despedimos de ti.
Por todo cuanto me has ayudado
y todo cuanto has sido y fuiste para mí,
madrina, madre y amiga,
el final de esta Tesis es para ti.*

“La salud es como la libertad, no se aprecia hasta que se pierde”

